



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Regional



Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur.

Que presenta la

**Unión de Acuacultores del Complejo Lagunar de la Biosfera el Vizcaíno,
S. de R.L. de C.V.**

Julio 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESPONSIVA ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL	
I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1	Datos generales del Proyecto..... 1
I.1.1	Nombre del proyecto..... 1
I.1.2	Ubicación del proyecto..... 1
I.1.3	Duración del proyecto..... 1
I.2	Datos generales del Promovente..... 1
I.2.1	Nombre o razón social..... 1
I.2.2	Registro Federal de Contribuyentes (RFC) 1
I.2.3	Nombre y cargo del representante legal..... 1
I.2.4	Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones..... 1
I.2.5	Nombre del Consultor que elaboró la MIA..... 2
I.2.6	Dirección del responsable del estudio..... 2
II.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES DE DESARROLLO 4
II.1	Información General del Proyecto, Plan o Programa..... 4
II.1.1	Naturaleza del proyecto..... 4
II.1.2	Justificación..... 7
II.1.3	Ubicación Física..... 8
II.1.4	Inversión requerida..... 14
II.2	Características particulares del Proyecto, Plan o Programa..... 16
II.2.1	Información biotecnológica de la especie..... 16
II.2.2	Programa de trabajo..... 85
II.2.3	Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto 85
II.2.4	Preparación del sitio..... 85
II.2.5	Construcción e instalación..... 85
II.2.6	Operación y mantenimiento..... 85
II.2.7	Etapas de abandono del sitio..... 85
II.2.8	Otros insumos..... 86
III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 87
III.1	Información sectorial..... 87
III.2	Análisis de los instrumentos jurídico-normativos..... 91
III.3	Usos actual del sitio del Proyecto..... 99
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LA TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 111
IV.1	Inventario Ambiental..... 111
IV.1.1	Delimitación del área de estudio..... 111
IV.2	Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional..... 111
IV.2.1.	Aspectos abióticos..... 111
a)	Clima..... 111

b) Geología y geomorfología.....	119
c) Suelo.....	128
d) Hidrología superficial y subterránea.....	
f) Zona marina y costera.....	133
IV.2.1.2 Aspectos bióticos.....	158
a) Vegetación.....	158
b) Fauna.....	162
IV.2.3 Medio Socioeconómico.....	172
IV.3 Diagnóstico Ambiental.....	191
V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	199
V.1 Identificación de las afectaciones y funciones del SAR.....	199
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los Impacto ambientales.....	199
V.1.1.1 Listas de control.....	200
V.1.1.2 Matriz de interacción.....	201
V.1.1.3 Metodología para la construcción del escenario modificado del Proyecto.....	201
V.1.2 Identificación de impactos ambientales.....	202
V.1.2.1 Identificación de las actividades del Proyecto.....	204
V.1.2.2 Identificación de los Componentes y Factores Ambientales afectados por el proyecto.....	206
V.1.2.3 Identificación de las interacciones entre actividades y componentes ambientales.....	210
V.2 Caracterización de los impactos.....	214
V.2.1 Descripción de impactos.....	217
V.2.2 Escenario modificado por el proyecto.....	223
V.2.2.1 Etapa de preparación del sitio y construcción.....	223
V.2.2.2 Etapa de operación y mantenimiento.....	223
V.2.2.3 Etapa de abandono.....	224
V.3 Evaluación de impactos.....	225
V.4 Impactos sinérgicos.....	231
V.5 Impactos residuales.....	232
V.6 Impactos acumulativos.....	232
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	234
VI.1 Clasificación de las medidas.....	234
VI.2 Programa de manejo ambiental.....	234
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo).....	243
VII PRONOSTICO AMBIENTAL REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	244
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	244
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	247
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	248
VII.4 Pronóstico ambiental.....	253
VII.5 Evaluación de alternativas.....	255
VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	257

VIII.1	Formatos de presentación.....	257
VIII.1.1	Planos definitivos.....	257
VIII.1.2	Fotografías.....	257
VIII.1.3	Otros Anexos.....	257
VIII.2	Metodologías.....	257
VIII.3	Glosario.....	263
VIII.4	Referencias bibliográficas.....	269

RESPONSIVA ANTE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

LOS ABAJO FIRMANTES, DECLARAN BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD, QUE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN SU MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO ES REAL Y FIDEDIGNA Y LOS RESULTADOS SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL	
NOMBRE:	JESÚS JOSÉ ZAZUETA.
CARGO:	PRESIDENTE DEL CONSEJO DE ADMON DE LA UNIÓN DE ACUACULTORES DEL COMPLEJO LAGUNAR DE LA BIOSFERA EL VIZCAÍNO, S DE RL DE CV
FIRMA	

CONSULTOR	
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	HILARIO ESTRADA TOBA
NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO:	ING. FTAL. ISMAEL ARÁMBULA GARCÍA
CARGO:	RESPONSABLE DEL PROYECTO
CEDULA PROFESIONAL:	3786839
FIRMA	

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

I.1. Proyecto

I.1.1.Nombre del Proyecto

“Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur.”

I.1.2.Ubicación del Proyecto (calle, numero o identificación postal de domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación

El proyecto se encuentra ubicado en la zona conocida como Las Casitas, Laguna Ojo de Liebre, Municipio de Mulegé, en el Estado de Baja California Sur.

I.1.3.Duración del proyecto

Cincuenta años

I.2. Datos generales del Promovente

I.2.1.Nombre o Razón Social

Unión de Acuacultores del Complejo Lagunar de la Biosfera el Vizcaíno, S de RL de CV

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

UAC1907117J2

I.2.3.Nombre y cargo del representante legal

C. José Jesús Zazueta Moreno.

Representante Legal.

En el **Anexo 1** se muestra la documentación legal.

I.2.4. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

Calle y Número: Gral. Lázaro Cárdenas S/N

Colonia Fundo Legal C.P. 23940

Localidad: Guerrero Negro.

Municipio: Mulegé.

Entidad Federativa: Baja California Sur.

Teléfono: 615 103 8495

Fax: S/N.

[REDACTED]

1.2.5.Nombre del consultor que elaboró la MIA

- Ing Ftal. Ismael Arambula García.

■ [REDACTED]

■ [REDACTED]

- Cédula profesional: 3786839, en Ingeniería Forestal

1.2.6.Dirección del responsable del estudio

- Calle y número: Boulevard Padre Kino, No. 2045 e/ Rosales y Allende
- Colonia: Los Olivos.
- Código postal: 23 070.
- Entidad Federativa: Baja California Sur.
- Delegación: LA PAZ.
- Teléfonos: 612 124 1277.
- Fax: S/N.

[REDACTED]

[REDACTED]

Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur.

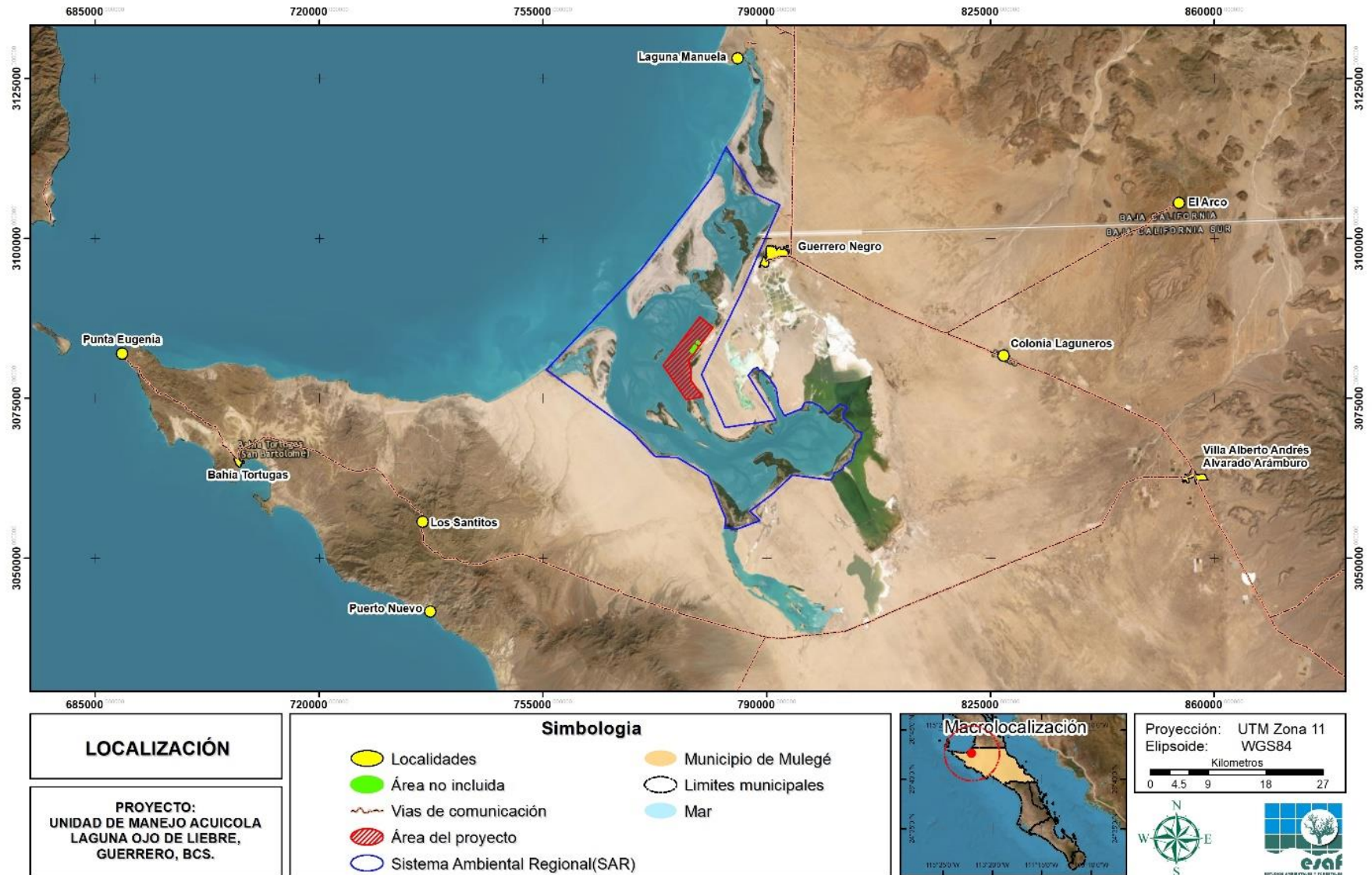


Figura I-1. Localización del Proyecto.

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

II.2. Información general del proyecto, plan o programa.

II.2.1. Naturaleza del proyecto

La acuicultura es una de las actividades sujetas a la autorización en materia de impacto ambiental por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (Artículo 28 fracciones X, XI y XII).

Por su parte, el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental en su artículo 5º inciso U establece los casos en los que se requiere de la autorización en la materia para el desarrollo de actividades acuícolas.

Fracción 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 riparia o marginal.

El proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 11 del Reglamento, ya que las dimensiones del proyecto se desarrollaran en una superficie total de 3,783.62 hectáreas dentro de la Laguna Ojo de Liebre con capacidad para 24 unidades de cultivo incluyendo las áreas de amortiguamiento entre ellas.

La actividad acuícola es una de las más diversas en el País, ya sea por la gran variedad de recursos que son aprovechados, de los ecosistemas acuáticos en donde se desarrollan, los métodos y artes de cultivo empleados, por la amplia gama de formas de presentación de los productos, de la infraestructura, de las industrias y servicios conexos, de las formas de organización, etc.

La compleja red de interacciones entre la actividad primaria desde la producción, extracción o captura de las materias primas, hasta los canales de acceso a los mercados locales, estatales, nacionales e internacionales, hace que ésta sea una de las actividades cuyos impactos se ubican en diferentes niveles de agregación. Por ello, la evaluación del impacto ambiental del

desarrollo acuícola deberá analizarse desde dos puntos de vista: el de proyectos de obras y actividades acuícolas por sí mismo y el del desarrollo acuícola en su conjunto.

El primero a través de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular que aplica para obtener la autorización en la materia, previo al otorgamiento de la concesión y de las autorizaciones en general que se requieren para la realización de actividades acuícolas.

A este nivel de estudio, se analizará el proyecto desde la perspectiva del aprovechamiento sustentable de los recursos y de la conservación de su hábitat, así como del beneficio de la misma a las comunidades que se verían beneficiadas y del posible desarrollo de actividades conexas en las localidades involucradas y de manera particular el efecto benéfico de la reproducción de especies nativas, algunas de las cuales sus poblaciones silvestres se encuentran en niveles muy bajos debido a la sobreexplotación.

Con relación al proyecto motivo de éste Manifiesto con pretendida ubicación en aguas aledañas al campo pesquero Las Casitas, es importante señalar que la zona se encuentra en la costa sureste de la Laguna Ojo de Liebre, B. C. S., dentro del Área Natural Protegida Reserva Biosfera de Vizcaíno (REBIVI), sin embargo, no existe ninguna restricción regulatoria para que se puedan desarrollar las actividades contempladas en el proyecto.

La laguna Ojo de Liebre en donde se ubica el polígono del proyecto, está incluida en el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte, Programa de Manejo de la REBIVI** y otros que se detallaran en el Capítulo III.

La Unión de Acuicultores del Complejo Lagunar de la Biosfera el Vizcaíno, S de RL de CV opera en el Sector Pesquero en la modalidad de Productor cada uno de sus integrantes cuenta con el Permiso de Acuicultura de Fomento o se encuentra en el proceso de obtenerlo, uno de los objetivos de este manifiesto es el de obtener la autorización ambiental del proyecto y así estar en condiciones para solicitar la Concesión de Acuicultura ante la Comisión Nacional de Pesca.

Dadas las características del ciclo de vida que presentan las especies de moluscos bivalvos silvestres, es de esperarse que bajo las condiciones actuales de aprovechamiento en el complejo lagunar, las poblaciones que actualmente sostienen la producción vean reducida su capacidad de mantenerse (oferta biológica). Otros problemas relevantes en la región son; la

pesca furtiva de especies protegidas, la pesca durante los periodos de veda (Callo de hacha y almeja catarina) y la captura de ejemplares por debajo de la talla legal mínima (abulón y almeja mano de león). Por otro lado, el uso de redes agalleras y de arrastre tipo chango, tienen un impacto destructivo en los fondos arenosos del ecosistema bentónico y demersal del complejo lagunar que son particularmente frágiles debido a su relativamente largo periodo de recuperación a este tipo de perturbación.

Objetivo general del Proyecto.

La Unión de Acuacultores del Complejo Lagunar de la Biosfera el Vizcaíno, S de RL de CV propone llevar a cabo el cultivo y engorda de bivalvos, con especial énfasis en las especies almeja Catarina (*Argopecten ventricosus*), almeja generosa (*Panopea globosa* y *P. generosa*), ostión japonés (*Cassostrea gigas*), callo de hacha (*Atrina maura*), Callo de hacha largo (*Pinna rugosa*), almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) y Almeja chocolata (*Meqapitaria squalida*).

Dependiendo de la etapa de cultivo y la especie será el sistema e instalaciones a utilizar: intensivo (larvas, post-larvas y juveniles), semi-intensivo (juveniles) y extensivo (engorda) (ver: sección "Artes de cultivo"). La engorda de las especies de este género se llevarán a cabo en distintas artes de cultivo debido a la variedad de organismos que se contemplan, estas serían:

a) líneas madre o "long-line" en donde se suspenden bastidores de madera, lámpara japonesas, cajas ostrícolas tipo "Nestier"

b) balsas con sartas o cajas ostrícolas,

c) estantes o racks fijos en la zona intermareal con sartas y bolsas de malla de polietileno de alta densidad (PAD)

d) Líneas ajustables con bolsas de malla de PAD y/o canastas tipo australiano.

e) También se utilizaran costales de malla de PAD (Pochón) que se colocan en camas (Sistema Francés) en la misma zona intermareal.

En las etapas finales de engorda, los organismos de hábitos bentónicos como todas las almejas y callos se colocarán en el fondo donde estarán libres y en algunos casos, protegidas con tubos de PVC, mallas plásticas o dentro de un cerco de malla plástica sostenidas con postes de

madera o PVC, todas estas artes y las anteriores se ubicarán dentro de un polígono de 3,847.669 hectáreas frente a las costas de la zona conocida como Las Casitas en el complejo lagunar Ojo de Liebre, B.C.S.

El tiempo estimado para desarrollar este proyecto es por tiempo indefinido pero para fines de este manifiesto se considera una duración de 50 años, por la naturaleza del proyecto las etapas de preparación del sitio y construcción de las artes de cultivo, como se verá en las siguientes secciones de este capítulo, se desarrollaran de manera continua por lo que no se puede definir la duración individual de cada una de estas etapas, pero se describe puntualmente la duración del ciclo completo de cultivo de cada organismo.

El proyecto se desarrollara en 2 con etapas con las siguientes características:

PERIODO	TOTAL No DE NÚCLEOS	ÁREA OCUPADA Ha	ÁREA DE AMORT. Y NAVEGACIÓN	AREA TOTAL
1 A 5 AÑOS Artesanal	400 líneas ajustables	240	3,190.63	3,783.63
	560 pares camas	100		
	150 líneas madres	100		
	Cultivo de fondo	153		
		Área Total=593		
5 A 10 AÑOS Semi- mecaniza do	800 líneas ajustables	480	2,597.63	3,783.63
	1,120 pares de camas	200		
	300 líneas madre	200		
	Cultivo de fondo	306		
		Área Total=1,186		
10 A 50 AÑOS Semi- mecaniza do	1,119 líneas ajustables	748	1,927.63	3,783.63
	1,808 pares de camas	336		
	433 líneas madres	312		
	Cultivo de fondo	460		
		Área Total=1,856		

En este Proyecto el diseño de las artes de cultivo se ha considerado colocarlas por núcleos o unidades de cuatro o tres líneas separadas por dos metros cada una y se colocara otra unidad de cuatro a tres líneas a una separación de nueve metros de distancia, esto permite la

circulación del agua así como la libre navegación para labores de mantenimiento y vigilancia sanitaria.

Cada unidad de producción tiene una separación espacial de 70 metros entre unidades de producción para evitar una transmisión de una posible enfermedad infecciosa y la acumulación de posibles desechos orgánicos.

Superficie de ocupación de todas las artes de cultivo (Ostiones, callo de hacha y almejas):

Líneas madres = 312 ha totales

Líneas ajustables: = 748 ha totales

Camas de bolsas: = 336 ha totales

Objetivo General.

Desarrollar y adaptar las tecnologías de cultivo de bivalvos a las condiciones ambientales del ecosistema de Laguna Ojo de Liebre, como alternativa para incrementar su disponibilidad y el aprovechamiento sustentable del recurso en beneficio del sector social dependiente de estas pesquerías.

Metas.

- Lograr la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto.
- Instalación de 24 unidades de cultivo manejadas por cada socio.
- Cultivar organismos provenientes del stock natural del complejo lagunar
- La repoblación de las especies nativas del complejo lagunar, especialmente la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*).
- Incrementar el volumen de producción de bivalvos en el orden de 5 % a 10 % sobre la producción promedio en 3 años después de estabilizar las unidades de cultivo sin aumentar la presión sobre el recurso natural.

II.1.2. Justificación.

- Ambientales:
- Funciones ambientales desempeñadas por los moluscos bivalvos en los sistemas

lagunares

Los moluscos bivalvos provén servicios ambientales únicos y muy importantes en los ecosistemas que los sustentan, que pueden disgregarse dentro de tres áreas funcionales:

Filtración del fitoplancton y material orgánico e inorgánico particulado en suspensión.

- Respuesta inmediata al control de florecimientos explosivos del fitoplancton.
- Estabilización de cambios abruptos en el pH y oxígeno disuelto en la columna de agua.
- Aumento en la transparencia y penetración de la luz en la columna de agua.
- Dinamización de la Productividad mediante la excreción de heces y pseudos-heces.
- Acoplamiento de procesos activos a los patrones de sedimentación.
- Acoplamiento entre la cadena alimenticia pelágica y bentónica (biodepósitos).
- Acoplamiento del ciclo de nutrientes entre la columna de agua y los sedimentos.
- Liberación de nutrientes de nitrógeno solubles a la columna de agua.
- Fertilización del sustrato de la vegetación sumergida asociada.
- Construcción de hábitats para otras especies locales.
- Creación de refugios a numerosas especies asociadas.
- Aportación de sustrato para la fijación, reclutamiento y alimentación.
- Bases estructurales para incrementar la diversidad, abundancia y productividad.

La capacidad de regulación que ejercen los bivalvos en la calidad del agua de los sistemas estuarinos y antiestuarinos, ha llevado a reconocerlos como especies clave que se integran como parte esencial de la comunidad biótica de los ecosistemas estuarinos sanos alrededor del mundo (Gottlieb y Schweighofer 1996).

- Poblacionales

En el litoral del Pacífico mexicano se cuenta con más de 30 especies de pectínidos (Keen, 1971), pero de estos solo 3 son considerados de importancia comercial: la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*), la almeja voladora (*Pecten vogdesi*) y la almeja mano de león

(*Nodipecten subnodosus*) (Roldán-Carrillo, Maeda-Martínez, Massó-Rojas y Sicard-González, 2007). En particular, la presencia de esta última almeja ha venido decreciendo en los últimos años, y aunque no hay una causa aparente, se puede inferir que la sobreexplotación de la especie y su probable baja tasa de reproducción pueden ocasionar problemas en el desarrollo de su pesquería. Las poblaciones naturales de esta almeja en la laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, se han visto drásticamente afectadas hasta tal grado que se estableció una veda permanente desde 2012. Las causas de este fenómeno han sido atribuidas a varios factores como el cambio climático y su efecto en los factores ambientales (pH, ausencia de oxígeno, temperatura) y la infestación de invertebrados perforadores, entre otros. (González Ortiz, Hernández Alcántara, Vázquez Juárez, Quiroz Guzmán, García Garza, de León González).

Uno de los principales objetivos del cultivo de las especies propuestas es que por medio del cultivo comercial de almeja mano de león y las demás especies de bivalvo, con la excepción del ostión japonés, es el de desarrollar organismos diploides a partir de reproductores colectados del medio natural, capaces de producir desoves que logren incrementar las poblaciones naturales.

En el caso de los moluscos bivalvos la ventaja principal es que son filtroalimentadores por lo tanto al ubicarse en la base de la cadena alimenticia, pueden cultivarse eliminando los gastos por concepto de alimento balanceado, estanquería, bombeo de agua y aireación y solo requiere áreas productivas procurándole un mantenimiento adecuado así como protegerlos de sus depredadores (Mazón-Suastegui, 1986). Esto redundará en un menor impacto ambiental porque, a diferencia de otros tipos de cultivo de organismos acuáticos, se evita un aporte orgánico al medio, con muy bajo consumo energético y pocas emisiones al ambiente.

El cultivo de organismos filtradores como ostiones y almejas, no implica un suministro externo de alimento, por lo que sus efectos son al menos 15 veces menores que el de organismos que requieren un aporte exógeno de alimento como en el caso de los salmones.

En la laguna Ojo de Liebre los espacios intermareales, representan un porcentaje significativo de su superficie aportan el soporte físico para el desarrollo de cultivos de bivalvos a nivel de fondo o suspendidos, que favorecen el fortalecimiento de sus conchas bajo el efecto de los

periodos de exposición al aire.

- Productividad

La costa del Océano Pacífico de la Península de Baja California se localiza en el Ecosistema de la Corriente de California; una de las regiones de surgencias costeras con mayor productividad primaria por unidad de área a nivel mundial (Hutching et al. 1995). Resultados específicos demuestran que las aguas de surgencia, caracterizadas por su alto contenido de nutrientes pueden ser transportadas hacia el interior de las lagunas costeras bajacalifornianas por efecto de la marea.

Tales condiciones favorecen que estos sistemas operen con excedentes en su producción primaria, convirtiéndolos en sistemas exportadores de fitoplancton, lo que representa un recurso potencialmente aprovechable a través del cultivo de moluscos filtro alimentadores, cuyo desarrollo representa una de las alternativas más viables para la diversificación productiva y generación de empleos permanentes en zonas desérticas con serias limitantes naturales para su desarrollo, derivadas principalmente de la escasez de agua.

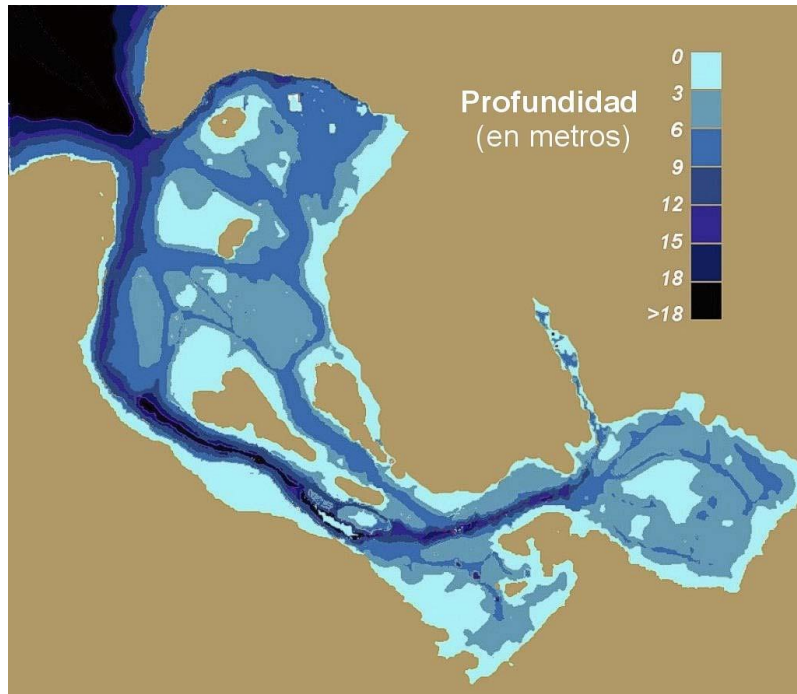
- Bajo impacto ambiental.

El cultivo de organismos filtradores como ostiones, callos y almejas, no implica un suministro externo de alimento, por lo que **sus efectos son al menos 15 veces menores** que el de organismos que requieren un aporte exógeno de alimento como en el caso de los salmones.

Esto redundará en un menor impacto ambiental porque, a diferencia de otros tipos de cultivo de organismos acuáticos, se evita un aporte orgánico al medio, por lo que no se provoca eutrofización del ecosistema, se considera una actividad con muy bajo consumo energético y pocas emisiones al ambiente.

En la laguna Ojo de Liebre Presenta ecosistemas de tipo lagunar costero marino, siendo los más representativos los canales de marea o planicies intermareales (de 0 a -2 m), ya que su batimetría es muy irregular (**Ver la siguiente imagen**) con una gran cantidad de bajos e islas planas que se hacen evidentes durante las bajamares. Estos espacios intermareales, que representan un porcentaje significativo de su superficie aportan el soporte físico para el desarrollo de cultivos de bivalvos a nivel de fondo, que favorecen el fortalecimiento de sus

conchas bajo el efecto de los periodos de exposición al aire, estas áreas actualmente no tienen ningún uso. La zona de bajamar del área del proyecto fue elegida por ser prácticamente la única planicie intermareal extensa libre del pasto marino *zoostera marítima*. El resto de planicies presentan amplias superficies cubiertas de pastos.



- La Calidad de las aguas costeras como patrimonio promotor del desarrollo acuícola.

La escasa disponibilidad de agua dulce en gran parte del territorio, que ha sido determinante en el escaso desarrollo de actividades productivas en la zona costera por un lado, ha permitido, por el otro, que sus cuerpos de agua costeros y sus humedales asociados, caracterizados por su alta productividad natural se hayan mantenido libres de contaminación y otros estresores antrópicos.

La falta de diversificación de las actividades productivas en la zona rural se traduce en un déficit de fuentes de trabajo que viene incrementando la emigración de las nuevas generaciones en busca de oportunidades, favoreciendo conductas perniciosas como la pesca ilegal, tráfico y consumo de drogas y sobreexplotación de los recursos pesqueros.

En este sentido, dada la amplitud, diversidad, productividad y calidad del agua de los litorales y lagunas costeras bajacalifornianas, la acuicultura se reconoce como una actividad de importancia estratégica para el desarrollo económico, social y regional en el estado,

favoreciendo la diversificación productiva y la creación de fuentes de trabajo permanentes.

- Económicos

En el caso de los moluscos bivalvos la ventaja principal es que son filtroalimentadores por lo tanto al ubicarse en la base de la cadena alimenticia, pueden cultivarse eliminando los gastos por concepto de alimento balanceado, estanquería, bombeo de agua y aireación y solo requiere áreas productivas procurándole un mantenimiento adecuado así como protegerlos de sus depredadores (Mazón-Suastegui, 1986).

II.1.3. Ubicación física.

El área de trabajo del proyecto se encuentra en la porción Noreste de la Laguna Ojo de Liebre, Municipio de Mulegé en el estado de Baja California Sur (**Fig. II-1**). Los polígonos del proyectos van a ocupar el 7.53 %, cabe hacer notar que la mayor parte de la superficie del proyecto está destinada a áreas de amortiguamiento y vías de navegación, ya que en su máxima cobertura las estructuras de cultivo ocuparan una superficie de 558.03 ha, las dos áreas destinadas al cultivo de fondo serán de 210.99 ha y 249.38 ha con una superficie total de 1,018.4 ha que representa el 2.02 % de la superficie de la laguna y teniendo en cuenta que el polígono del Sistema Ambiental Regional definido tiene una superficie de 105,800 ha la superficie de los polígonos del proyecto representan el 3.57 % y la superficie a ocupar representa menos del 1% (0.962 %) del SAR.

Descripción del área de Estudio.

La Laguna se encuentra entre los 27° 35' y los 27° 52' de latitud norte y los 113° 58' y los 114° 10' de longitud oeste, al norte de Baja California Sur. Es la laguna costera más grande de la porción occidental de la Península de Baja California, con una extensión superficial de 502 km² y con una longitud en la boca de 3.45 km de ancho. La longitud de la Laguna Ojo de Liebre es de 48 km trazando un transecto desde su parte central (Phelger y Swing, 1962).

La Laguna en su interior presenta cinco islas bien diferenciadas. En su porción norte se encuentran la Isla Zacatosa y la Isla Conchas, en su parte central la Isla Brosas (El Alambre)

y la Isla Piedras y en su parte Sureste la Isla Choyas. La Batimetría de la laguna se caracteriza por integrar un sistema complejo de canales ramificados y que están separados entre sí por grandes áreas de bajos, sobre los cuales abunda el pasto marino *Zostera marina*, las profundidades que se presentan van desde los 3 hasta los 26 m (Sánchez, 1991).

El clima es muy seco, con una precipitación escasa durante todo el año, la temporada de lluvias en invierno (Salinas-Zavala et al., 1991; Anónimo, 2000). Los vientos dominantes provienen del noroeste durante el invierno y alcanzan velocidades de hasta 20.5 km/h, la temperatura ambiental es templada de 18.4 °C, con variaciones máximas en verano de 32 °C y mínimas de 5 °C en invierno. Estas condiciones y su origen geológico han hecho posible el potencial que el área ofrece para la concentración natural de sal, existiendo en sus inmediaciones una de las salineras más grande del mundo (Fleischer, 2002).

La Laguna está comunicada con la Bahía Sebastián Vizcaíno, recibe agua del Océano Pacífico a través de una boca de 3.7 km de ancho que provoca, con los cambios debidos a las condiciones de marea, fuertes corrientes (5.0 - 7.0 nudos). El volumen de agua que está entrando y saliendo constantemente, ha modificado el fondo y permitido la formación de una red de canales (ocupando el 30 % del área total), cuya recirculación es muy rápida, por lo que difícilmente se da una estratificación de temperatura y densidad. Estos canales tienen diferentes dimensiones, lo que provoca que la velocidad de las corrientes sea variable, aumentando en los canales más angostos y profundos y disminuyendo en los anchos y bajos (Alvarado *et al.*, 1986). Las corrientes en la parte cercana a la boca muestran velocidades aproximadas de 2.5 nudos, en la parte media de 1.5 a 2 y en el interior de 0.33 a 1.5 nudos. Las variaciones de temperatura y salinidad se deben a la marea, en la parte interna de la laguna se llegan a registrar valores de salinidad de 42 % a 47 %. El intervalo de marea va de 1 a 3 m (Contreras, 1993).

Desde el punto de vista hidrológico, se caracteriza por ser una laguna de tipo hipersalino, debido a que no recibe ningún afluente de agua dulce y porque sufre un alto grado de evaporización provocado por el viento y la incidencia de los rayos solares. Es por eso que la circulación del agua se comporta de manera antiestuarina (Groen, 1967; Postma, 1967). Los parámetros hidrográficos tienen cierta variación que dependen de la distancia relativa

a la entrada, por lo que consecuentemente en la boca de la laguna la temperatura del agua oscila entre 14 °C y 23 °C y 13 °C y 26 °C en la porción interna de la laguna (Fleischer, 2002). Los resultados de las observaciones oceanográficas indican que la temperatura aumenta en toda la laguna de 15 °C promedio durante Diciembre a 22 °C promedio en Agosto, el extremo cerrado de la laguna tiene generalmente una temperatura 3 °C mayor que el extremo abierto durante todos los períodos de observaciones. La salinidad en el extremo cerrado de la laguna es siempre mayor que en el extremo abierto presentando una diferencia de 8 *psu* (unidades prácticas de salinidad, 1 *psu* ~ 1 parte por mil) de salinidad durante los meses del invierno e incrementándose a 14 *psu* al final de la primavera y mediados del verano.

La Laguna se encuentra situada sobre una base sedimentaria, probablemente del Cretácico y del Terciario, atrapada por un aluvión del Pleistoceno (Alvarado *et al.*, 1986). El tipo de sedimento es arena fina y media en los canales y en la parte interior de la laguna aparecen el aluvión y la arcilla Contreras, 1993).

La Laguna Ojo de Liebre tiene una longitud aproximada de 40 km y ancho de 6 km, en promedio, con un área total estimada en 502 km² (Gutiérrez, 2007), aunque otros autores (Guzmán, 1998) reportan una superficie total de 36 000 hectáreas.

Desde el punto de vista ecológico, es un ecosistema con una variedad de hábitats propicios para la reproducción y crianza de distintas especies nativas y migratorias, entre las que se encuentran especies pesqueras de alto valor comercial, así como algunas especies sujetas a protección especial (tortugas marinas, lobo marino, ballena gris), las que parecen haber superado el estatus de especies en peligro. En la Laguna se desarrollan pesquerías comerciales importantes, como es el caso de langosta roja, almeja mano de león, almeja chocolate, pulpo, jaiba, escama y tiburón. Además posee condiciones propicias para el desarrollo acuícola de tales especies, tiene un potencial enorme por desarrollar.

Características ambientales generales

Todas las formas de producción de alimentos, como cualquier otra actividad humana, generan de una u otra forma afectaciones ambientales. Algunas de éstas pueden considerarse benéficas, mientras que otras pueden resultar no consistentes con la

preservación de los ecosistemas naturales y el aprovechamiento de sus recursos naturales a largo plazo.

De manera particular, las actividades acuícolas basadas en el cultivo de moluscos bivalvos se ubican en el sector dentro de las cuales presentan menor impacto, debido principalmente a que durante la etapa de engorda no se requiere de aplicación de fertilizantes ni alimento suplementario a diferencia del cultivo de otras especies, como en el caso de peces y camarones.

Para el adecuado manejo y control del impacto de la actividad durante el cultivo, es fundamental tener conocimiento de la dinámica oceanográfica con sus diversas escalas de variación espacial y temporal. Muchas de las zonas costeras son utilizadas como receptoras de las descargas de aguas residuales domésticas e industriales, tratadas o no, en espera de que sean diluidas, transportadas y dispersadas hacia fuera de la costa. De lo contrario, la degradación de la calidad del agua reduce su aptitud para el desarrollo de actividades productivas, entre ellas la acuicultura. Para poder determinar si tales expectativas, de recibir descargas por un lado y dispersar su concentración por el otro, se están cumpliendo para la Bahía de Vizcaíno y que no afectan entornos como la laguna Ojo de Liebre, es importante identificar los mecanismos físicos o procesos dinámicos involucrados en esta función.

Es bien sabido que la hidrodinámica y la configuración morfológica de los sistemas estuarinos dependen en gran medida de tres procesos: propagación de la marea, estado del mar (oleaje) y las descargas de los ríos. Dependiendo de la energía relativa de cada uno, un estuario puede exhibir una configuración de oleaje dominante, una configuración de marea dominante o una de río dominante (Olabarrieta et al., 2011).

Del mismo modo, los parámetros oceanográficos son altamente variables en las bahías semi-cerradas, aunque esta variabilidad se presenta en un espacio reducido y es influenciada tanto por la configuración de la batimetría y la línea de costa, como por el efecto de procesos locales y remotos generados por el viento, la marea y otros forzantes, esto en relación a la Bahía de Vizcaíno y su efecto sobre el sistema de la laguna.

La calidad de prácticamente todos los productos acuícolas depende principalmente de la

calidad y condiciones sanitarias del cuerpo de agua en el que la actividad se desarrolla. Para el caso de los moluscos bivalvos, siendo organismos filtroalimentadores, las características de productividad y calidad del agua determinarán las condiciones de engorda del producto; mientras que las características sanitarias, condicionan la producción de bivalvos debidamente certificados lo que permite su acceso a los mercados nacionales e internacionales. Estos aspectos, buenas tasas de crecimiento y calidad sanitaria de las zonas de cultivo, resultan fundamentales en términos de la rentabilidad o factibilidad financiera del proyecto, por un lado, y de su viabilidad en términos de riesgo a la salud pública, por el otro.

Bajo tales condicionantes, se tiene que, si bien la intervención conjunta de los procesos señalados determinan finalmente la capacidad biofísica y sanitaria para el desarrollo acuícola, dos de ellos resultan determinantes en el sitio: los eventos de surgencia en Bahía de Vizcaíno inducidas por el viento y los patrones de circulación.

El análisis de las características de estos procesos oceanográficos locales señala que el sitio presenta condiciones que le confieren una alta vocación para la instrumentación del proyecto, destacándose los siguientes:

- La disponibilidad de alimento para la engorda del producto se ve favorecida por la fertilización de las aguas por efecto de la ocurrencia de eventos de surgencias costeras en las zonas localizadas en la parte sur de la Bahía de Vizcaíno, y por la exportación de nutrientes, detritus orgánicos, fitoplancton y materia orgánica disuelta, por la laguna Ojo de Liebre durante los reflujos de marea.
- Los patrones de corrientes en la Bahía de Vizcaíno, se caracterizan por presentar condiciones de flujo constante con intensidades de corrientes moderadas que favorecen el intercambio de agua y el suministro constante de alimento dentro del área seleccionada para el desarrollo del proyecto.
- Los procesos locales oceanográficos establecen condiciones para que las aguas que alcanzan la zona de cultivo, presenten concentraciones adecuadas de oxigenación; normalmente sobre los límites de saturación.

Las velocidades de la corriente a nivel de fondo le confieren al sitio una capacidad relevante de auto-limpieza de las excretas sedimentables por generarse por los organismos sujetos a engorda

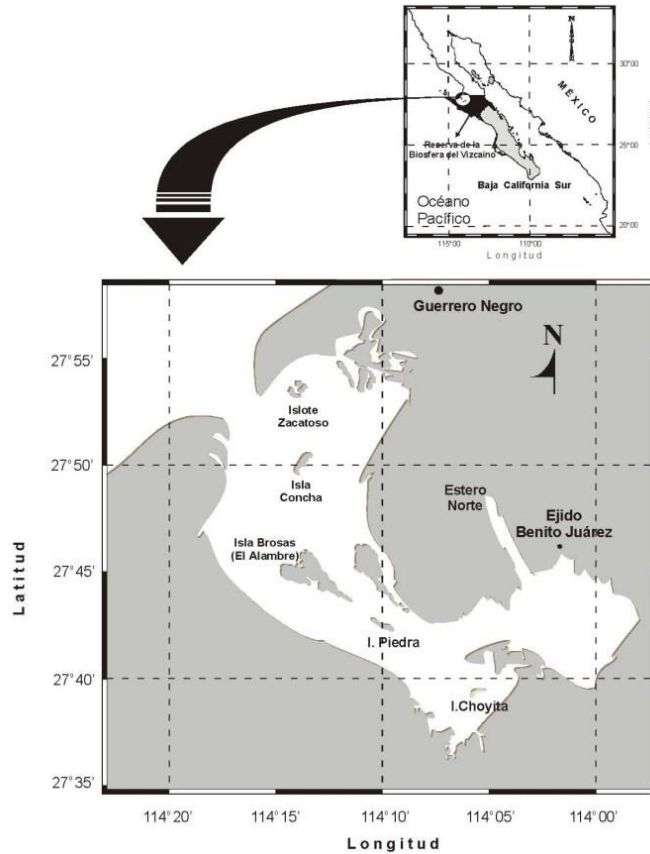


Figura II-1. La Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México (Tomado de Urbán y Gómez-Gallardo, 2002).

Metodología.

Para la ejecución del Proyecto se suscribirá un Convenio de Colaboración entre la Unión y el Instituto Nacional de la Pesca a través del CRIP-La Paz y la Universidad Autónoma de Baja California Sur, Unidad Guerrero Negro.

Actividades previas a la ejecución del proyecto.

- Realizar caracterización de los parámetros oceanográficos (corrientes, circulación, variación espacio-temporal de parámetros físico-químicos), batimétrico y caracterización de tipos de fondo de la Laguna Ojo de Liebre.

Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur.

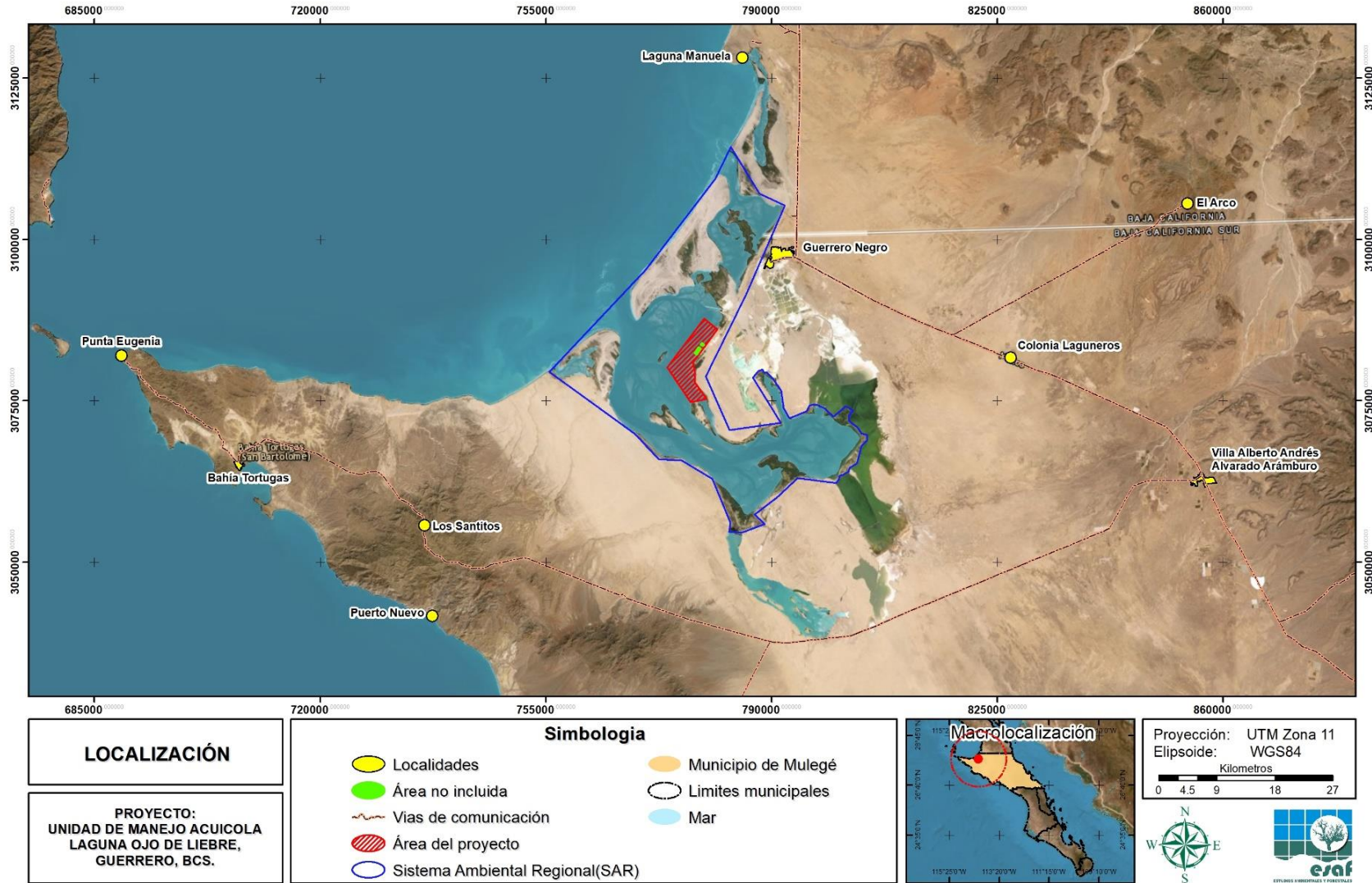


Figura II-2. Localización geopolítica del área del proyecto.

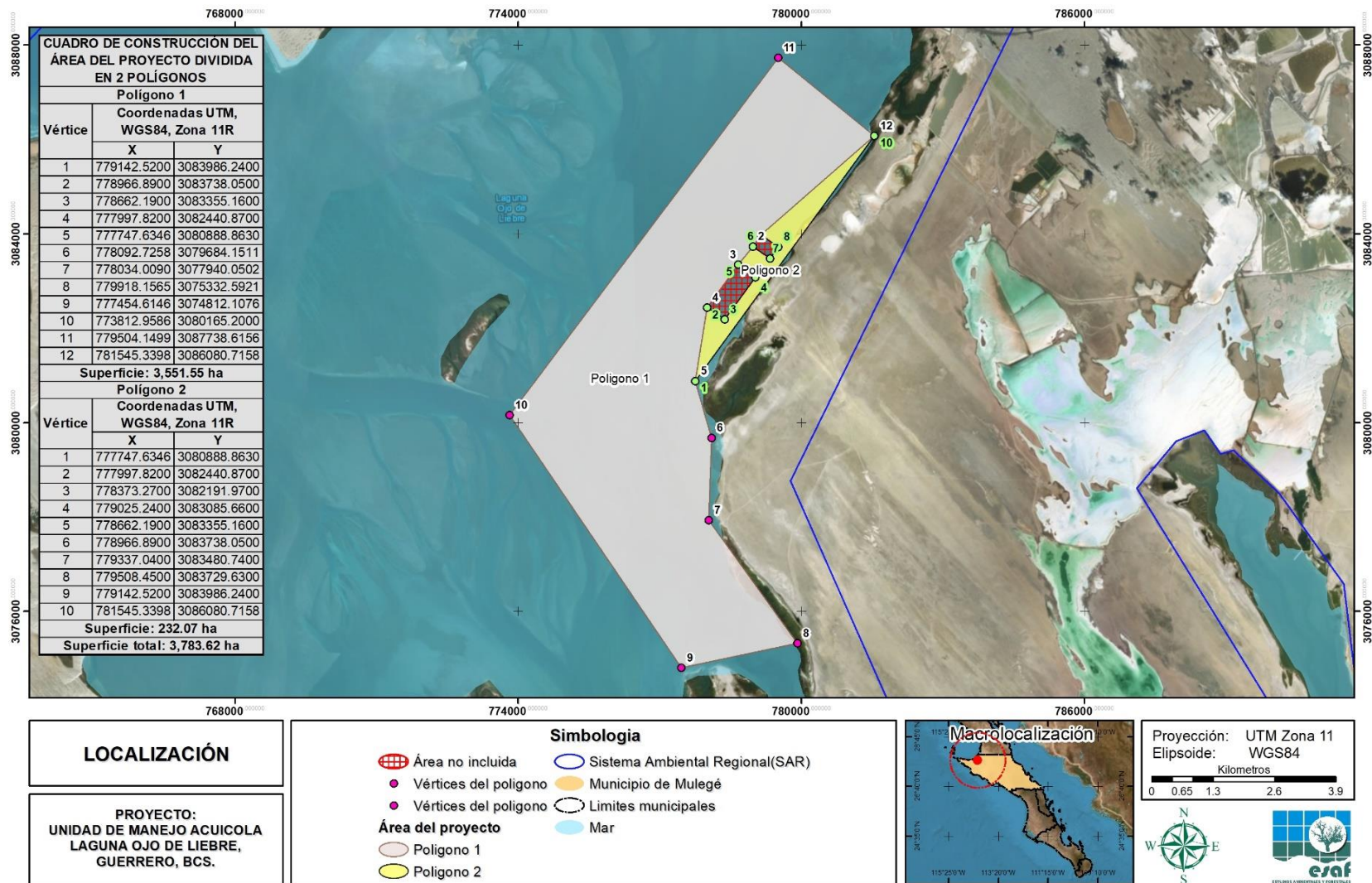


Figura II-3. Ubicación del área del proyecto.

Las coordenadas de los polígonos del proyecto se describen en la **Tabla II-1**.

Tabla 1. Cuadros de construcción de los polígonos del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO DIVIDIDA EN 2 POLÍGONOS					
Polígono 1			Polígono 2		
Vértice	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 11		Vértice	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 11	
	X	Y		X	Y
1	779 142.5200	3 083 986.2400	1	777 747.6346	3 080 888.8630
2	778 966.8900	3 083 738.0500	2	777 997.8200	3 082 440.8700
3	778 662.1900	3 083 355.1600	3	778 373.2700	3 082 191.9700
4	777 997.8200	3 082 440.8700	4	779 025.2400	3 083 085.6600
5	777 747.6346	3 080 888.8630	5	778 662.1900	3 083 355.1600
6	778 092.7258	3 079 684.1511	6	778 966.8900	3 083 738.0500
7	778 034.0090	3 077 940.0502	7	779 337.0400	3 083 480.7400
8	779 918.1565	3 075 332.5921	8	779 508.4500	3 083 729.6300
9	777 454.6146	3 074 812.1076	9	779 142.5200	3 083 986.2400
10	773 812.9586	3 080 165.2000	10	781 545.3398	3 086 080.7158
11	779 504.1499	3 087 738.6156	-	-	-
12	781 545.3398	3 086 080.7158	-	-	-
Superficie: 3,551.55 ha			Superficie: 232.07 ha		
Superficie total: 3,783.62 ha					

II.1.4. Inversión requerida.

La inversión requerida para el desarrollo del presente Proyecto solamente consta del costo de los materiales para la construcción de las estructuras \$15'000,000.00 y su operación de \$1'200,000.00 anuales. Para implementar las medidas de mitigación y elaboración de programas ambientales se destinara un presupuesto de \$180,000.000.

Programa General de Trabajo.

El Proyecto considera las etapas de preparación del sitio, construcción, colocación y operación. Las primeras cuatro etapas se contempla terminarlas en un tiempo total de cinco años para cada sembrado de semillas y para completarlas se consideran los pasos que se muestran en el siguiente cuadro. Por su parte, la operación del Proyecto está en función de la vida útil de las estructuras, la cual se calcula en aproximadamente 50 años.

Calendario de trabajo

ETAPAS	ACTIVIDAD	BIMESTRES						AÑOS					
		1	2	3	4	5	6	10	20	30	40	50	
GESTIÓN DE TRAMITES	Gestión ante las diferentes instancias federales, estatales y municipales para la obtención de las respectivas licencias permisos y autorizaciones.	■											
PREPARACIÓN DEL SITIO	Preparación del sitio			■									
	Levantamiento topo batimétrico y trazo de las zonas de cultivo			■									
	Colecta de reproductores.			■			■	■	■	■	■	■	
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Construcción de artes de cultivo				■								
	Instalación de artes de cultivo				■								
ETAPA DE OPERACIÓN	Limpieza de artes de cultivo				■								
	Desdobles y reubicación de organismos				■								
	Cosecha						■						
	Aplicación de medidas sanitarias				■								
	Vigilancia sanitaria				■								
	Mantenimiento				■								
	ABANDONO DEL SITIO	Abandono del sitio, aplicación del programa de abandono del sitio											

II.2. Características particulares del Proyecto, Plan o Programa.

II.2.1. Información biotecnológica de la especie.

a) Especies a cultivar y descripción de sus atributos

Las especies ostión del Pacífico (*Cassostrea gigas*), Callo de hacha (*Atrina maura*), Callo de hacha largo (*Pinna rugosa*), Almeja catarina (*Argopecten venticosus*), Almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*), Almeja chocolata (*Megapitaria squalida*), Almeja generosa (*Panopea generosa* y *P. globosa*) son las especies que se pretenden cultivar. A continuación una breve descripción de la biología de cada una de las especies.

Origen de los organismos a cultivar.

Cabe recalcar que todas las especies con excepción del ostión japonés son nativas de la zona donde inclusive se tiene contemplado como alternativas coleccionar reproductores del medio natural y/o producir semilla con reproductores de alta calidad extraídos dentro de las aguas de la laguna. Para el abasto de la semilla del ostión se recurrirá a las fuentes confiables genéticamente que representan el CIBNOR y el laboratorio de Acuicultura Robles, S. de P. R. de R. L., que son las fuentes de abasto para la mayoría de los productores de la región noroeste del país producida a partir de reproductores criados en aguas de Baja California antes de intentar traer semilla importada, lo que representa un riesgo sanitario que podría poner en peligro la viabilidad biológica y económica del proyecto y que el promovente no está dispuesto a correr.

Biología de Callo de hacha *Atrina maura*.

Por lo que respecta a la taxonomía de este molusco, a continuación se presenta su clasificación de acuerdo con Brusca y Brusca (1990).

Phylum: Molusca

Clase: Bivalvia (Pelecípoda o también Lamelibranquiata)

Subclase: Lamelibranquia

Superorden: Filibranquia (= Pteriomorphia)

Familia: Pinnidae

Género: *Atrina*

Especie: *maura*

Sobre las características biológicas y ecológicas, Poutiers (1995) menciona que la mayoría de los moluscos bivalvos presentan un cuerpo blando, no segmentado lateralmente comprimido, cubierto por el manto; carecen de cabeza y de órganos de masticación. Presentan dos sifones, a través de los cuales el agua es aspirada hacia el interior. Tienen un pie, el cual permite al animal desplazarse, excavar o adherirse a sustratos duros por medio de filamentos elásticos. Muchos bivalvos son micrófagos y se alimentan de plancton o de materia orgánica suspendida en el agua o bien, de organismos ó materia orgánica del fondo.

En la mayor parte de los bivalvos los sexos están separados, pero en algunos pueden existir diversas formas de hermafroditismo. Al madurar, los gametos son expelidos al agua donde sobreviene la fecundación de los óvulos; posteriormente las larvas forman parte del plancton por un período relativamente largo, al término del cual ocurre una metamorfosis que concluye con una fase definitivamente bentónica.

El callo de hacha, *Atrina maura*, presenta su hábitat en zonas de manglares y bancos de lodo, desde el nivel de baja marea hasta unos 10 m. de profundidad. Como una característica distintiva, *A. maura*, presenta una concha alargada, bastante aplanada, semejante a un amplio abanico de borde posterior truncado-redondeado (Fig. 1). Su color en la superficie externa es ámbar-purpúreo a café oscura; superficie interna brillante, coloreada tal como la externa, nacarada anteriormente. Alcanza tallas máximas hasta de 45 cm y comúnmente es de 20 cm (Poutiers, 1995).

El aparato reproductor está constituido por la gónada que se encuentra situada en la región dorsal del animal e íntimamente ligada a la glándula digestiva. Visto dorsalmente el organismo, presenta una protuberancia a cada lado, precisamente entre el músculo aductor posterior y la glándula digestiva. Las gónadas son estructuras glandulares anastomosadas, que se ramifican entre la glándula digestiva. A medida que progresa la maduración, la gónada ocupa un espacio mayor y se hace más notoria, hasta alcanzar la típica estructura del sistema folicular túbulo-acinoso que caracteriza a todos los bivalvos (Aguilar, 1964).

Para la diferenciación de sexos y procesos de gametogénesis, Shumway (1991) menciona que

en escalopos la gónada en machos es de color crema y en hembras presenta un color rosado. En el callo de hacha, la gónada en machos es de color blanco amarillento y en hembras de color anaranjado fuerte (**Figura II-4**). Después del desove y en el retroceso de la gametogénesis, las gónadas disminuyen su tamaño, el color desaparece y presenta apariencia transparente, de esta manera no se distingue el sexo del organismo y se cataloga como indiferenciado.

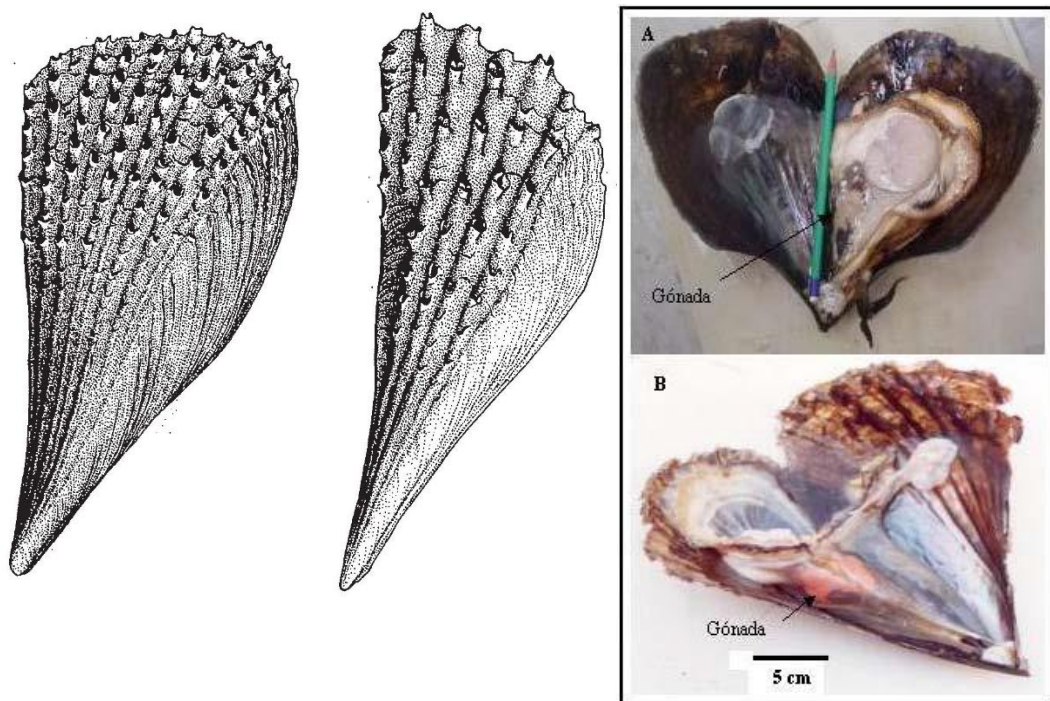


Figura II-4. Callo de hacha, *Atrina maura*, y a la derecha Figura de Callo de hacha largo imagen A) Gónada de un macho, coloración blanco amarillento y B) gónada de una hembra, coloración anaranjada.

Anatomía interna

Coronel (1981), describe la anatomía interna del callo de hacha, como a continuación se explica: Los callos de hacha presentan un músculo aductor posterior de gran tamaño localizado aproximadamente en la parte central de la concha, así como un músculo aductor abrir y cerrar las valvas, en donde dejan huellas. Hay otros dos pares de músculos que ayudan a los movimientos del pie del animal y son: los retractores pedales posteriores y los retractores pedales anteriores, estos juntos con el pie son los que realizan la función de excavación y motilidad del organismo.

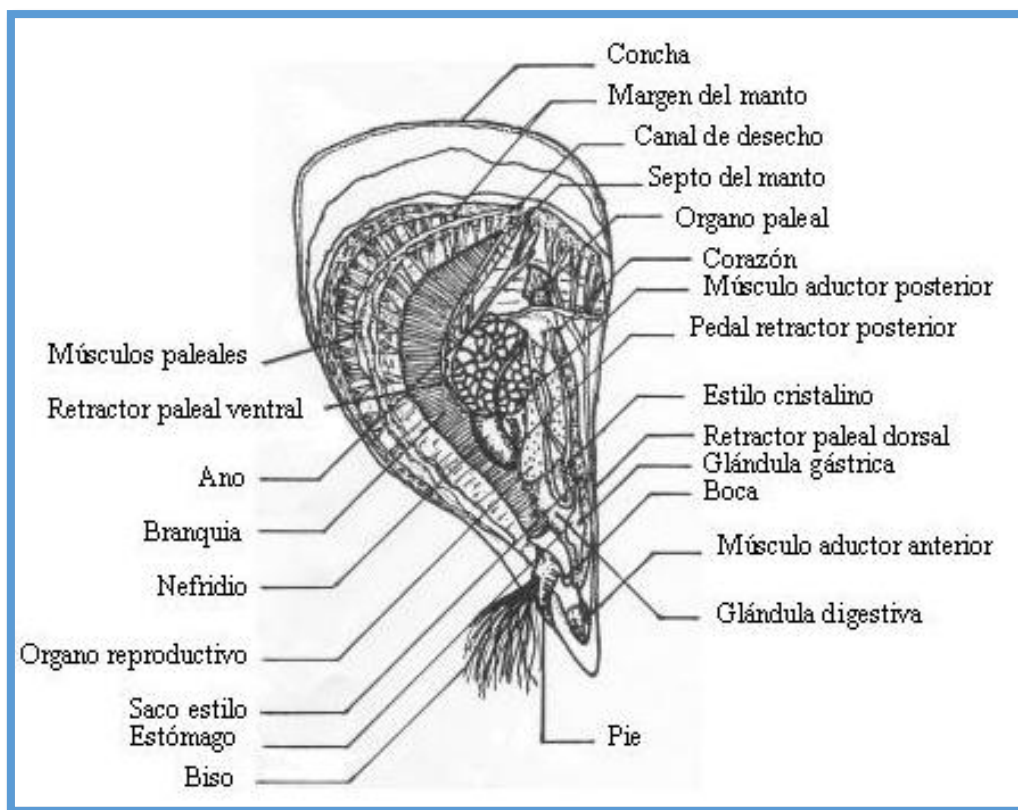


Figura II-5. Esquema de la morfología interna de un callo de hacha, con la descripción de sus órganos y músculos que lo componen (tomado de Coronel, 1981).

Muy relacionado al pie se encuentra el biso, que está muy desarrollado en los Pinnidae y está contenido en la cavidad bisógena que se localiza en la región basal posterior del pie y es de color cristalino. La glándula bisógena se encuentra cerca del principio del pie.

Las partes blandas están confinadas principalmente al área que queda entre ambos músculos aductores y al sobrepasar esta área se encuentran los lóbulos del manto y las alargadas branquias o ctenidios, mismos que se extienden hacia la región posterior y sobrepasan el músculo aductor posterior. En esta especie no hay sifones verdaderos, aunque la cavidad del manto está dividida por un septo que forma la cámara excurrente y la cámara incurrente (Coronel, 1981).

En estos organismos la boca es un orificio pequeño ubicado en la porción anterior de los palpos labiales que se encuentran localizados en la base del pie. De la boca se continúa al esófago el cual es un estrecho canal circular que desemboca al estómago, donde se inicia el intestino que se dirige posteriormente y que sale de la glándula digestiva y penetra en la gónada hasta su

límite cerca del músculo aductor posterior. De aquí da una vuelta y forma el asa intestinal posterior que regresa hacia la región anterior y entra nuevamente a la glándula digestiva, donde da otra vuelta y forma el asa intestinal anterior. Después se dirige en dirección posterior y pasa por entre medio del corazón y forma una vuelta hacia la región ventral hasta concluir en el ano, localizado en el borde posterior del músculo aductor posterior (Coronel, 1981).

El corazón está situado en la región dorsal a la altura del músculo aductor posterior y es atravesado por el intestino en su parte media. El estilete cristalino se inicia desde el estómago hasta el asa intestinal posterior, siempre sobre la parte dorsal del intestino.

El órgano respiratorio de estos animales está formado por las branquias o ctenidios que se presentan en forma de hojas alargadas de color café claro, en número de cuatro y colocadas en pares a cada lado del organismo. Estas se inician a partir de la porción posterior de los palpos labiales dirigiéndose hacia la región posterior del animal. Una descripción detallada de los órganos ya mencionados y todos en general, así como su ubicación en el organismo (Fig. 7), está descrita desde 1958 por Turner y Rosewater (Coronel, 1981).

Especies de callo de hacha en el Pacífico y su distribución.

Existen cuatro especies de callo de hacha, de interés para la pesca, una de ellas es *Pinna rugosa*, conocida como hacha larga (Vélez-Barajas y Fajardo-León, 1996), se distribuye desde el Golfo de California hasta el sur de Panamá (Keen, 1971). Otra es *Atrina tuberculosa*, conocida como *Pinna tuberculosa* que se distribuye desde Baja California hasta Panamá (Poutiers, 1995). Vélez-Barajas y Fajardo-León (1996), mencionan una *Atrina* sp., que posiblemente es *Atrina oldroydii* Dall, 1901, conocida como hacha negra ó hacha lisa, que se localiza de Baja California hasta Bahía Magdalena, en su límite sur (Keen, 1971). Por último *Atrina maura*, conocida comúnmente como hacha china ó hacha de riñón (Vélez-Barajas y Fajardo-León, 1996), cuya distribución va desde Baja California incluyendo el Golfo de California (Poutiers, 1995), hasta el sur de Perú (Keen, 1971).



Figura II-6. Distribución de las cuatro especies de hacha en el pacifico.

Biología de Callo de hacha largo (*Pinna rugosa*)

Phyllum: Mollusca, Clase: Bivalvia, Subclase: Lamellibranchia, Orden: Anisomyaria, Familia: Pinnidae, Especie: *Pinna rugosa* (Sowerby 1835)

A. maura y *P. rugosa* se han reportado como organismos con sexos separados, pero que pueden presentar hermafroditismo. Como en la mayoría de los moluscos, su aparato reproductor está formado por una gónada que se encuentra situada en la región dorsal del animal, ligada a la glándula digestiva. Al ir madurando, la gónada va creciendo y se hace más notoria (Galtsoff, 1961). En la etapa de madurez sexual la coloración de la gónada puede servir para identificar el sexo del organismo, ya que en las hembras presenta un color naranja y en los machos una coloración blanquecina (Vélez-Barajas y Fajardo-León, 1996). Para estudiar la reproducción de los bivalvos, el análisis histológico del tejido gonádico es un método confiable para determinar los cambios estacionales. Además, permite determinar la temporalidad del desove y el porcentaje de organismos desovantes en una población natural (Brousseau, 1987).

El ciclo gametogénico puede definirse como el conjunto de eventos que se inician con la activación de la gónada, pasando por la gametogénesis inicial, madurez, desove y reabsorción de la gónada (Barber y Blake, 1991). De forma general en los bivalvos se presenta en un ciclo anual. Sin embargo, debido a su naturaleza sésil, se ven obligados a esperar que las condiciones medioambientales sean las óptimas para su reproducción. Sus procesos fisiológicos están sumamente relacionados con la temperatura y la disponibilidad de alimento (Brockinton y Clarke, 2001).

Biología de Almeja Mano de León (*Nodipecten subnodosus*)

Descripción general del organismo:

Nombre común: almeja mano de león, escalopa.

Nombre científico: *Nodipecten subnodosus*.

La almeja mano de león *N. subnodosus* es un molusco bivalvo, considerado el más grande en talla de la familia de los pectinidos de aguas tropicales (Barrios-Ruiz *et al*, 20036). Es una especie de rápido crecimiento (Villalejo-Fuerte *et al*, 20047) y de alto valor comercial en el mercado gastronómico (Pacheco-Aguilar *et al*, 20088), es también un organismo de amplia distribución en el Pacífico. En Baja California está presente tanto en las costas del Pacífico (Osuna-García, 20049) como del Golfo de California, incluyendo el área de estudio (Keen 197110; Masso-Rojas *et al* 11. 2000, Villalejo-Fuerte *et al*, 200412; Morzaria-Luna y Danemann, 200713). Además, *N. subnodosus* es una especie cuyo cultivo es relativamente sencillo (García-Esquivel *et al.*, 2000; Koch *et al.*, 2005; Petersen *et al.*, 2008).

La almeja mano de león es un hermafrodita funcional que libera óvulos y esperma en cada ciclo anual reproductivo. El potencial de autofertilización asociado a una alta fecundidad implica ventajas y desventajas que deben considerarse en su cultivo, ya que esta situación tiene el potencial de contribuir a incrementar la probabilidad de varianza en la reproducción, tanto como a la depresión endogámica de generaciones futuras. En la acuicultura de organismos con estas características, donde la reproducción se restringe a un selecto grupo de individuos, cualquier variación en el esfuerzo reproductivo puede afectar significativamente a las existencias actuales así como a las futuras (Petersen *et al.*, 200814). El riesgo de endogamia que pudiese afectar a las poblaciones naturales del espacio de cultivo ha sido valorado por especialistas (Ibarra y May, 200415; Petersen *et al.*, 200814), quienes sugieren considerar este riesgo en los proyectos y proponen como una de las alternativas preventivas el uso de organismos triploides (los cuales son parcial o totalmente estériles) que deberán ser cultivados en los laboratorios de producción de semilla (Ibarra Humphries, 2008), aunque aún se encuentran en desarrollo las técnicas de obtención de este tipo de organismos en la almeja mano de león. Otras alternativas, que apuntan a la mitigación del riesgo detectado, es la

rotación del lote de reproductores, lo cual ha sido utilizado en otros cultivos de organismo acuáticos (Baltazar, 2007).

La distribución geográfica de *N. subnodosus* comprende desde la Laguna Manuela, B.C., México hasta Paita, Perú (Álamo y Valdivieso, 1987; Rombouts, 1991). Con base en la presencia de la especie en diferentes localidades costeras del Pacífico Mexicano, el CIBNOR ha realizado cultivos experimentales, produciendo semilla en el laboratorio y llevando a cabo la engorda en el mar mediante convenios de colaboración con empresas privadas y sociales de la península de Baja California (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003).

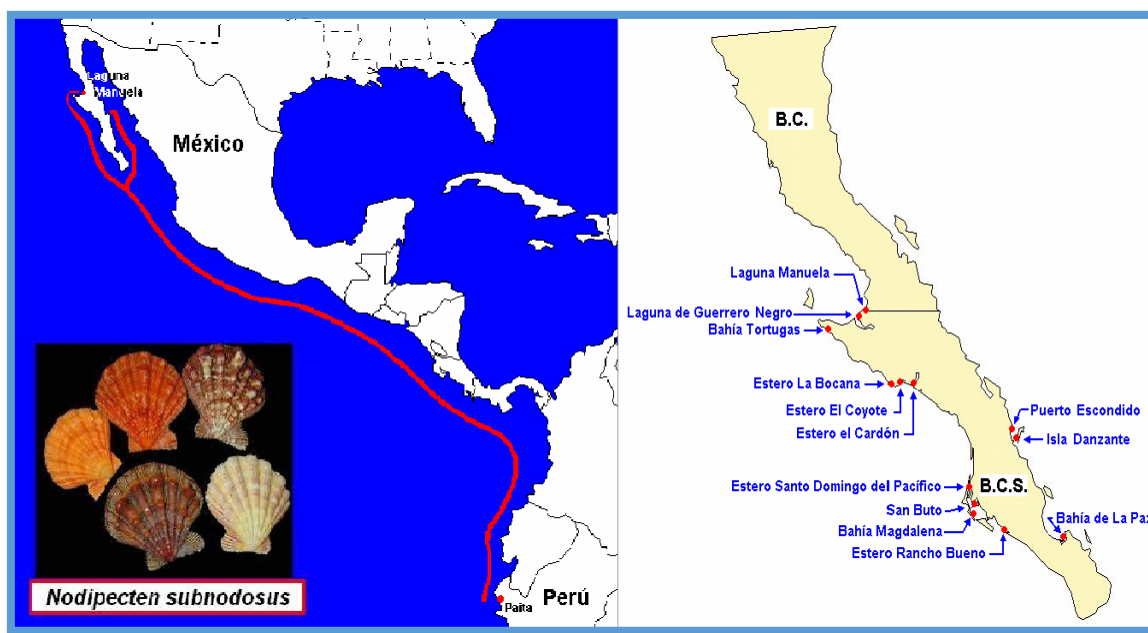


Figura II-7. Distribución de *N. subnodosus* (Keen, 1971) y ubicación de los cultivos piloto-experimentales CIBNOR-Productores (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003).

Al igual que otros pectínidos, la almeja mano de león normalmente reposa en el fondo marino sobre su valva izquierda, principalmente en sustratos arenosos o areno-gravosos, pero no son sésiles, ya que como menciona Mazón-Suástegui (1996), algunos pectínidos pueden desplazarse nadando mediante la acción de corrientes enérgicas de agua, que salen por las aurículas y que son provocadas por la contracción brusca del músculo aductor y el correspondiente cierre de las valvas. Por esto en algunos países los pectínidos también son conocidos como “almejas peregrinas”.

MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA

La característica que describe a la mayoría de los pectínidos son sus dos conchas planas, casi circulares de forma regular y delicada (Pacheco-Aguilar *et al.*, 2001). La concha de la almeja mano de león *N. subnodosus* es curvada y más o menos circular, con variedad de colores que van desde el anaranjado a café, negro, blanco y morado, con apariencia moteada en combinaciones diversas. Los distintivos importantes para la identificación rápida de la especie son tres: (1) su tamaño, ya que se le considera la especie más grande y pesada de América tropical, debido a que su concha puede alcanzar una longitud de 218 mm (Reinecke, 1981; Morales-Hernandez y Cáceres-Martínez, 1996); (2) las orejas, que son inequilaterales ya que la anterior es más larga que la posterior, y (3) los nódulos huecos que presenta alternativamente sobre las costillas (9 a 10), de donde deriva su nombre común, porque se asemeja a la garra o mano de un león (Félix-Pico, 1991).

Los detalles generales de la anatomía de los pectínidos se muestran en la figura 2 y se describen solo algunos de ellos. El músculo aductor es de color blancocremoso, su función es la de locomoción y almacenamiento de reservas metabólicas en forma de glucógeno muscular y es precisamente ésta sustancia lo que le confiere una especial consistencia y sabor al músculo ó callo (Phleger *et al.*, 1978; Chung y Merrit, 1991). La coloración de gónada es debido a que *N. subnodosus* es hermafrodita funcional, por lo que el esperma y los óvulos se encuentran simultáneamente dentro de la gónada, constituida por dos porciones sexuales, que en condiciones de madurez, se diferencia en una región anterior testicular de color blanco-lechoso (σ) y una región posterior ovárica de color rojo-naranja (♀), que ocupa la mayor parte de la gónada (Roman *et al.*, 2001) (Figura 9). La función de la gónada es la formación de células germinales, utilizando para ello la energía almacenada en determinados órganos, entre ellos el músculo aductor, lo que se traduce en variaciones en el rendimiento muscular, relacionados con el ciclo reproductivo (Barrios-Ruiz *et al.*, 2003; Racotta *et al.*, 2003).

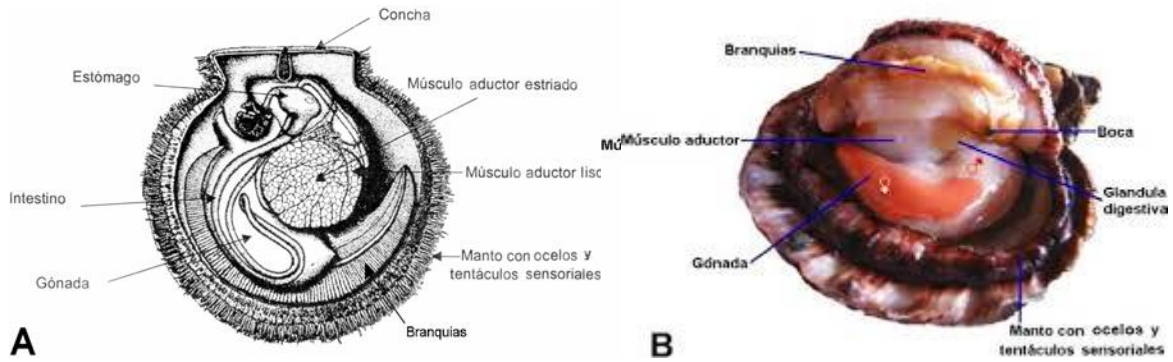


Figura II-8. (A) Anatomía general de los pectínidos (Beninger y Le Penec, 1991); (B) Anatomía de *Nodipecten subnodosus*.

CICLO DE VIDA

Una vez que los adultos alcanzan la etapa de madurez sexual, liberan sus gametos en el agua de mar donde se produce la fecundación, dando inicio a la división celular que da origen a la formación de la larva trocófora que inicia el desarrollo embrionario que dará origen a una larva véliger de charnela recta. Al acercarse el término de su vida pelágica la larva sufre una reducción en el tamaño del velo y desarrolla una *mancha ocular*, característica que indica que finaliza su vida nadadora, por lo que requiere de un sustrato para su *fijación*, utilizando para ello un órgano musculoso denominado *pie*, que extiende hacia fuera de las valvas. A este nivel de desarrollo la larva se denomina *pedivéliger*, porque puede nadar libremente y de manera alterna reptar sobre el sustrato buscando el lugar propicio para asentarse por medio de secreciones filamentosas producidas por la glándula bisal localizada en el pie. Si las condiciones del sustrato elegido no resultaran convenientes, la *postlarva* ó juvenil temprano puede deshacerse del biso que le servía de anclaje y desplazarse a otro lugar donde podrá asentarse nuevamente, ya que la glándula bisal sigue siendo funcional en los juveniles y preadultos, pero pierde su función en el adulto. (Mazón-Suástegui, 1996; Robles-Mungaray *et al.*, 2001) (Figura II-10).

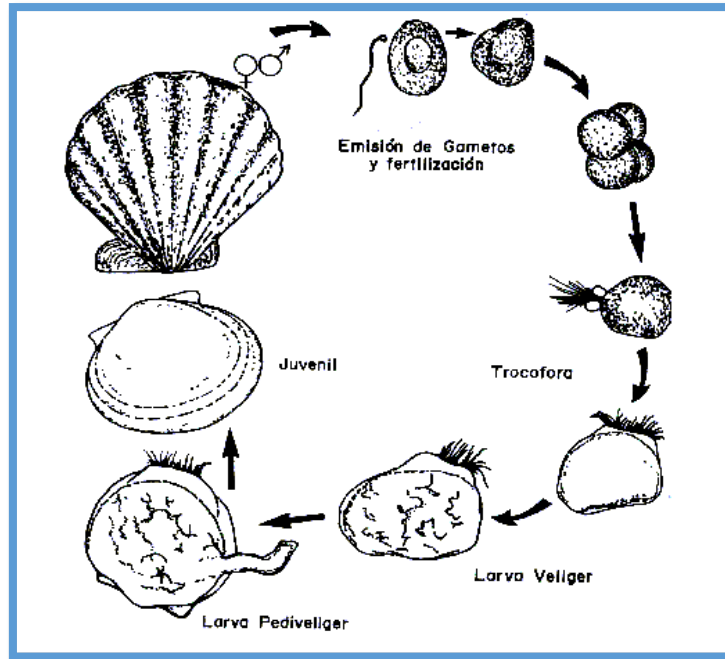


Figura II-9. Ciclo de vida de *Nodipecten subnodosus*, según Morales-Hernández y Cáceres (1996).

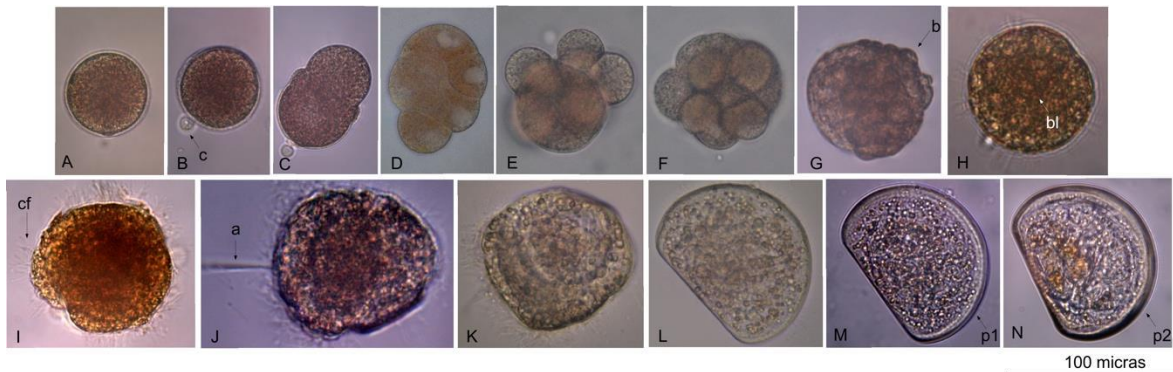


Figura II-10. Etapas de desarrollo embrionario y larvario inicial en *Nodipecten Subnodosus*. A) Ovocitos B) Formación del primer cuerpo polar C) Primera escisión D) Segunda escisión E) Tercera escisión F) Cuarta escisión G) Mórula H) Blástula K) Gástrula L) Trocófora temprana M) Trocófora tardía N) Larva "D" temprana O) larva "D" tardía (prodisoconcha I) P) larva D (prodisoconcha II) plantotróficas.

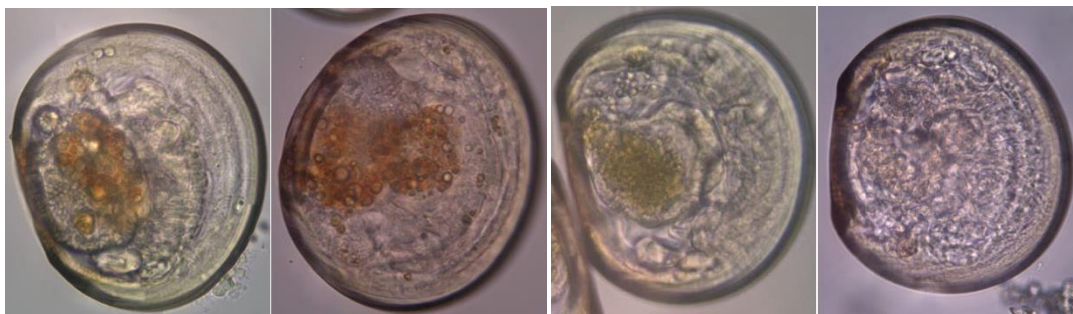


Figura II-11. Larvas "D" alimentadas con distintas microalgas: a) Control, b) *I. galbana*, c) *Nannochloropsis sp* y d) *T. pseudonana*

Existe poca información sobre el desarrollo temprano de *Nodipecten subnodosus*, así que ciertas características físicas del desarrollo temprano (tamaño de blastómeros, cilios funcionales, pelo apical entre otros) obtenidas en este estudio no se encuentran reportadas para la especie, aunque si están parcialmente en concordancia con los reportados para la pectinoides ya descritos como *Argopecten núcleo* y *Nodipecten nodosus* (Velazco et al 2007) para *N. nodosus* (Rupp & Poli , 1994), y para otras vieiras como *Argopecten irradians* (Sastry, 1965), *Argopecten pleuronectes* (Belda & Del Norte, 1988), *Argopecten purpuratus* (Bellolio et al., 1993) y *Argopecten ventricosus* (Monsalvo-Spencer, 1998). Teniendo en cuenta lo anterior se establecen las comparaciones para *N. subnodosus* en los estadios de trocófora y larvas veliger o “D” tardías (12, y 30 h y tallas de $67,9 \pm 2,2$, y $93,4 \pm 3,6$ μm respectivamente), encontrando diferencias con algunos estudios realizados a temperaturas similares a las de este estudio (26.5 ± 0.5 ° C) para la misma especie Rupp, et al 1994 y Serrano et al., 1997 registran tiempos y tallas similares para formación de larvas trocófora 10-12 h con tallas de 70 a 75 μm y para la etapa de larvas “D” tardías los tiempos son inferiores de 20 a 24 h pero con tallas similares de 80 a 100 μm . Otros autores como Velazco et al (2007), observa larvas trocófora más tarde para a *Nodipecten nodosus* (19 h) y similares en tiempo para *Argopecten nucleos* (12 h), aunque de mayor talla para ambas especies $90 \pm 0,5$ μm respectivamente. Para *Argopecten circularis* los tiempos de desarrollo y tallas para larvas trocófora son iguales (12 h y 70 μm) mientras que para larvas “D” los tiempos son mayores 36 h al igual que para *Argoepcten purputarus* (Cruz, & Ibarra, 1997; Bellonio et, al 1993), este último autor reporta para larvas veliger de *A. irradians* menos tiempo (24 h) y *A. purpuratus* después de 48 h. Monsalvo-Spencer (1998) registró la aparición de trocófora en *A. ventricosus* en menor tiempo (6 h) que en nuestro estudio (Tabla 1). Fonseca y Narchi (2003) encontraron que *N. nodosus* tuvo tiempos similares en la formación de larva trocófora (10-12 h) en comparación con los tiempos observados en el presente estudio. Y se observan más diferencias aun en los estadios avanzados de la embriogénesis con otras especies de pectinoides como *Spondylus limbatus* y *Spondylus calcifer*, registrando 17 h para trocófora (Soria et, al 2010) y 30 h para Larva “D” (Loor et, al 2016). La variabilidad entre la misma especie y la observada entre diferentes pectinoides responde independientemente según la temperatura del agua, la densidad de

incubación, intensidad de luz, la procedencia de los reproductores (acondicionamiento o medio natural) (Le Pennec et al., 2003, Brown et al., 1997; Da costa et al., 2008; Farías et al., 2008; Rico-Villa et al., 2006; Uriarte et al., 2001) e inclusive el valor nutricional de las microalgas, suministrados a los reproductores puede incidir directamente en el tamaño y tiempo de desarrollo de los diferentes estadios del ciclo embrionario, ya que la mayor parte de las reservas almacenadas en los huevos durante la gametogénesis se consumen durante la embriogénesis (Gallager & Mann 1990, Whyte et al 1990).

Biología de la Almeja Generosa. *Panopea generosa* y *Panopea globosa*

A continuación se describe los rasgos más importantes de la información biológica de la almeja generosa.

Tabla II-2. Clasificación de la almeja generosa.

Nombre Común	Almeja generosa	
Phylum	Mollusca	
Clase	Bivalvia	
Orden	Veneroida	
Familia	Hiatellidae	
Genero	<i>Panopea</i>	
Especie	<i>P. generosa</i>	

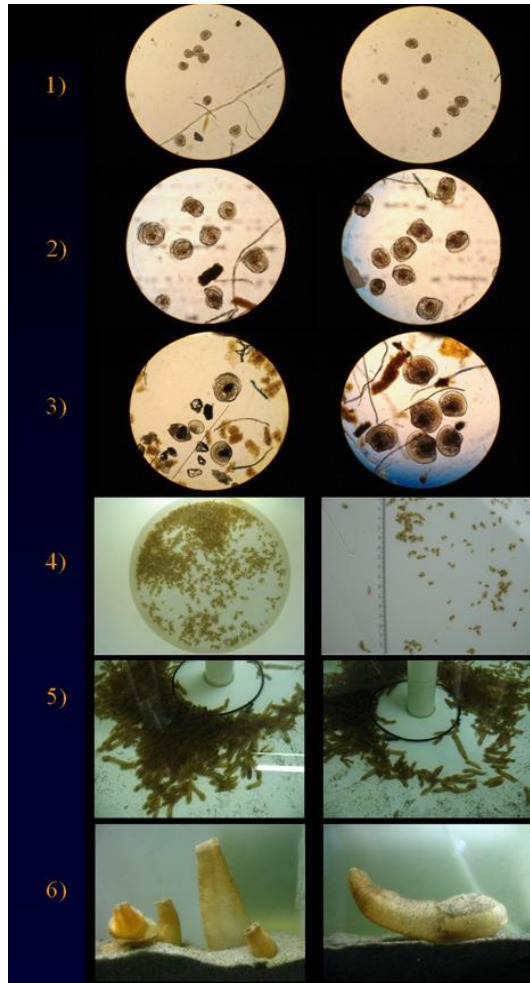


Figura II-12. Estadios larvarios del organismo *Panopea generosa*.

Durante el año de 1988 el número de semillas sembradas en la Bahía de Puget Sound se incrementó a 7.5 millones de juveniles; sin embargo evaluaciones posteriores indicaron una supervivencia menor al 0.5 % de las almejas sembradas, en comparación con la supervivencia registrada en los tanques del laboratorio que fue del 60 % al 80 %, indicando así que el índice de supervivencia no era inherente a la semilla sino que tenía otro motivo (Pooleopcit; Beattie and Blake op cit.).

Para los años 1987 y 1988 bajo los auspicios del Instituto Nacional de Recursos Costeros Grant, el Dr. Randy Schuman colocó mallas protectoras a las semillas de almeja generosa sembradas, logrando con esto incrementar su supervivencia hasta el 60 %, que comparados con los pobres resultados obtenidos por la WDFW abrían una importante oportunidad, y se determinó que el problema de baja supervivencia se debió a la falta de protección de las semillas de almejas

contra los depredadores (Beattie and Blake opcit).

Durante el año de 1990 los biólogos de la WDFW probaron diferentes métodos de exclusión de depredadores, entre los que destacan las bolsas de malla y secciones de tubo de PVC enterradas en la arena con una cubierta de malla en la parte superior. Los resultados indicaron que las bolsas de malla no fueron suficientes para la protección de la semilla pues la supervivencia fue muy baja en comparación con la registrada por la semilla sembrada bajo la protección de tubos de PVC (Beattie and Blake opcit).

De esta forma se determinó que la mejor forma de sembrar semillas de almeja generosa es utilizando tramos de tubo de PVC cubiertos por una malla en su parte superior a fin de proteger a la almeja de los depredadores, removiendo el tubo a los 10 o 12 meses posteriores a su siembra.

La almeja generosa del Pacífico desova durante la época del primavera tardía al verano temprano (Anderson 1971, Goodwin 1976, Sloan and Robinson 1984).

Las almejas de sifón son organismos muy longevos, lo que afecta seriamente sus niveles de reclutamiento que en muchas zonas son muy bajos.

La talla de las almejas no se ve afectada por el tipo de sustrato, sin embargo el color de las conchas si cambia reportándose conchas blancas para las almejas que viven en zonas fangosas y conchas negras para las almejas que viven en zonas arenosas particularmente.

El promedio de tamaño de esta almeja en peso y longitud es entre los 135 mm y los 1 000 g. con un gradiente de disminución en talla de sur a norte, de igual forma la talla de las almejas disminuye en función de la profundidad.

Respecto a la densidad de almejas por metro se presentan en un rango que va de 1.19 a 4.19 organismos por metro cuadrado con un promedio de densidad de 2.1 almejas por m²; de igual manera la densidad se ve afectada en un gradiente de latitud esto es disminuye de norte a sur; y en consecuencia a la profundidad se encuentra un gradiente inverso de disminución con respecto a la profundidad, esto es a menor profundidad la densidad de almejas es más baja; en lo que respecta a la densidad de almejas de acuerdo al tipo de sedimento, comparando la presencia de almejas en lodo (1.2), arena-lodo (2.0), arena (2.1), y gravilla (1.8) se determina

que la mayor presencia corresponde a los sustratos de arena-lodo y arena (Godwin and Pease 1991).

En conclusión muchos factores pueden afectar la talla de las almejas, el tipo de sedimento, la productividad del agua, la profundidad, las corrientes y el área geográfica.

El resultado de investigaciones anteriores ha demostrado que las almejas que crecen en sedimentos de arena y grava gruesa son más pequeñas lo que indica que este tipo de suelo afecta el tamaño de las almejas.

Respecto a su distribución se ha visto que los juveniles son más abundantes alrededor de los adultos en profundidades de 9.1 m (Goodwin and Shaul 1984), esto se puede explicar como resultado de la atracción de las larvas por las feromonas producidas por los adultos o tal vez por un aumento en la supervivencia de los juveniles al habitar junto a los adultos dando como consecuencia una distribución contagiosa (Godwin and Pease 1991).

La calidad de la carne de la almeja generosa se relaciona de manera inversamente proporcional a la profundidad, desconociéndose el motivo, así mismo la calidad de la carne disminuye con la edad, las almejas más jóvenes presentan mejor calidad de su carne, desafortunadamente la mortalidad es mayor en bajas profundidades comparada con la registrada en mayores profundidades, las almejas son más abundantes en aguas profundas que en aguas someras.

La almeja generosa es un organismo que presenta diferenciación de sexos, no se han encontrado organismos hermafroditas, las hembras son ligeramente mayores en talla (peso total máximo 1.42 g) y en edad que los machos (Sloan and Robinson 1984) aunque no existe un dimorfismo sexual.

La mayor frecuencia de edad en esta especie es en el grupo de 21 a 30 años de edad que se convierte en el grupo modal (**Figura II-13**).

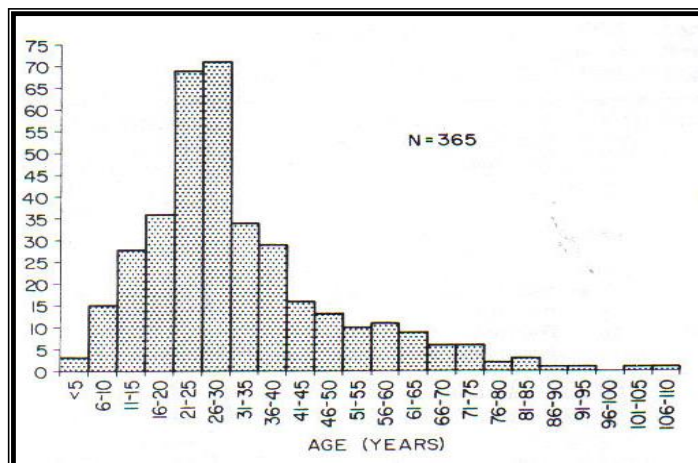


Figura II-13. Histograma de edad de *Panopea generosa* (tomado de Sloan and Robinson 1984).

La relativa proporción de su peso representado por los diferentes componentes del cuerpo, son similares entre los sexos. La edad promedio en la almeja generosa es de 31.4 años con un rango entre 4 y 107 años. La proporción de machos de almeja generosa decrece de manera constante conforme aumenta la edad (Figura II-14).

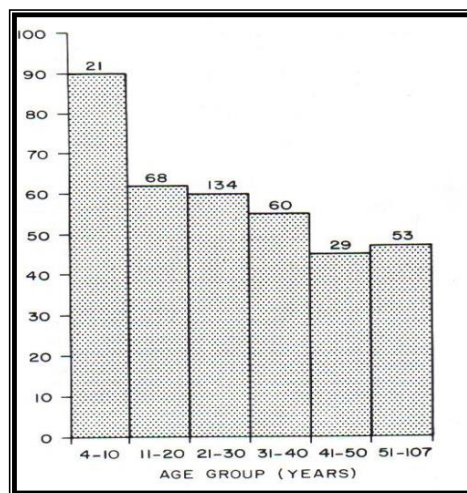


Figura II-14. Histograma del porcentaje de los machos de almeja generosa conforme a los grupos de edad (tomada de Sloan and Robinson 1984).

Los ciclos reproductivos de *Panopea generosa* para machos y hembras se ilustran en la Figura 16 están íntimamente relacionados con la temperatura del agua del mar y sus variaciones estacionales, pudiendo observar que la mayor parte de las almejas desovan en los meses de abril y mayo para la región de Canadá, Estados Unidos y México, observándose una sincronización absoluta de las hembras comparado con los machos (Sloan and Robinson 1984; Garduño-Franco, comunicación personal).

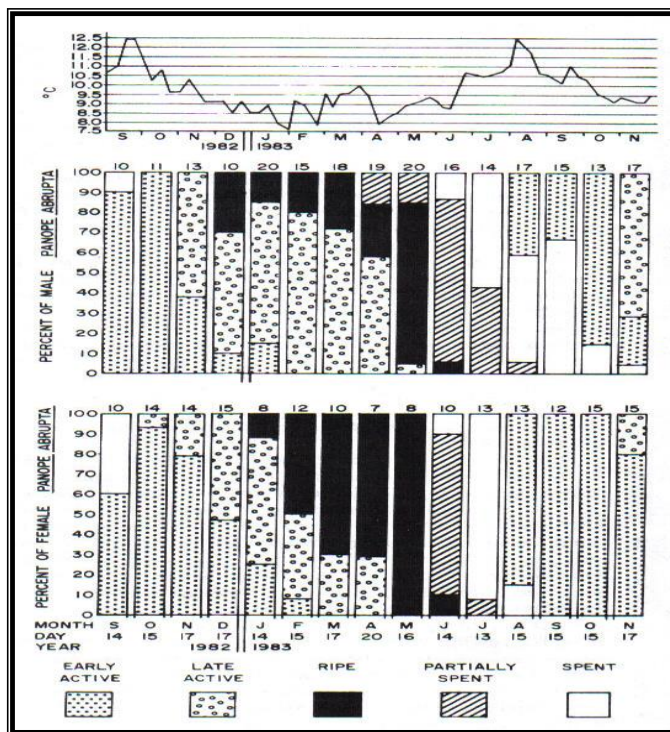


Figura II-15. Ciclos reproductivos de *Panopea generosa* para machos y hembras (tomada de Sloan and Robinson 1984).

El desove ocurre probablemente de manera anual y sincrónica entre los sexos y cómo es posible observar se desencadena por un aumento en la temperatura del agua del mar.

La edad de primera madurez la alcanzan entre los 3 y 5 años de edad y son fértiles durante todo su larga vida, ya que se han encontrado en almejas de entre 50 y 170 años de edad conteniendo esperma y ovas morfológicamente viables lo que indica la no cesación de su actividad reproductiva con la edad (Sloan and Robinson 1984).

La **Tabla II-3** muestra un resumen de la información respecto a las características óptimas para el cultivo de la almeja generosa (Beattie 1992; Pinfold 2001 cit. Heath 2005).

Tabla II-3. Resumen de los parámetros biofísicos para el cultivo de almeja generosa.

Substrato	Lodo/arena/gravilla (penetración hasta 1 m)
Profundidad	3-20 m
Temperatura	18-30 °C
Salinidad	26-31 ppm
Transparencia (Disco de Secchi)	2 >10 m
Velocidad de corriente	<1.5 nudos (<0.75 cm/s)

Productividad	15-200 mgC/m ² /día
---------------	--------------------------------

Biología de la almeja chocolate (*Megapitaria squalida*)

Descripción: Concha gruesa porcelanosa, lisa, de forma triangular, alargada anteroposteriormente. Perióstraco grueso. Ligamento externo, situado sobre una plataforma ligeramente incrustada en la parte posterior de la charnela. Charnela fuerte con tres dientes cardinales y dientes anteriores muy marcados (heterodonta). Línea paleal bien marcada; seno paleal profundo en forma de lengua, llegando hasta la mitad de la concha; ligeramente inclinado. Huellas de los aductores circulares, ligeramente mayor la posterior, junto a la cual se encuentra la huella del retractor posterior; la huella del retractor anterior ligeramente hundida en la concha. Color de la concha variado, café claro o crema u ornamentado con líneas concéntricas, en zig-zag y líneas radiales de color café oscuro. Perióstraco de color café claro, brillante. El interior de la concha es blanco con un tinte violáceo ligero.

Nombre científico: *Megapitaria squalida*

Nombre común: Almeja chocolata café

Clasificación: Animalia-Mollusca-Bivalvia-Veneroidea-Veneroidea-Veneridae-Megapitaria squalida (G. B. Sowerby I, 1835)

A menudo se conoce como almeja chocolata o almeja mexicana, es uno de los bivalvos comúnmente encontrados en el noroeste de México y Perú. *M. squalida* vive en un ambiente marino, enterrado en el sedimento y emigra a aguas más profundas a medida que crece. La concha es sub-elíptica, convexa y lisa, con el periostracum gris-marrón y brillante. Nombre científico: *Megapitaria aurantiaca* (G. B. Sowerby I, 1831) Nombre común: Almeja roja CLASIFICACIÓN Animalia Mollusca Bivalvia Veneroidea Veneroidea Veneridae *Megapitaria aurantiaca* (G. B. Sowerby I, 1831) *M. aurantiaca* presenta una coloración rosa bajo con un periostracum opaco café-naranja, la superficie interior a veces presenta teñido de naranja en el borde de la bisagra. Esta especie puede superar los 120 mm de tamaño del cuerpo de (Fisher et al., 1995).

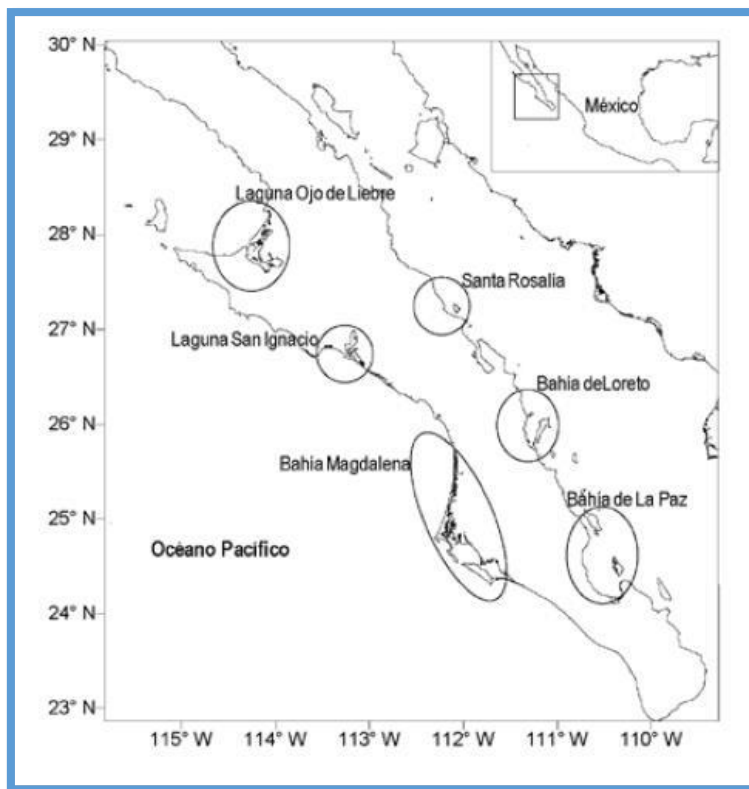


Figura II-16. Principales zonas de captura de la almeja chocolate en Golfo de California y Océano Pacífico (BCS) (Rocha-López et al., 2010).

Observaciones: La coloración de los juveniles varía presentando ornamentación de color caférojizo en forma de zig-zag, concéntrica, sobre fondo blanco. Keen (1971) reporta ejemplares de 112 mm de largo; en este estudio el ejemplar más grande encontrado fue de 87.6 mm.

Observaciones: En los ejemplares jóvenes predomina la coloración en zig-zag o de líneas radiales, la cual se mantiene en la parte dorsal de los adultos. Keen (1971) reporta ejemplares de 120 mm de longitud.

A menudo se conoce como almeja chocolata o almeja mexicana, es uno de los bivalvos comúnmente encontrados en el noroeste de México y Perú. *M. squalida* vive en un ambiente marino, enterrado en el sedimento y emigra a aguas más profundas a medida que crece. La concha es sub-elíptica, convexa y lisa, con el periostracum gris-marrón y brillante. Nombre científico: *Megapitaria aurantiaca* (G. B. Sowerby I, 1831) Nombre común: Almeja roja
CLASIFICACIÓN Animalia Mollusca Bivalvia Veneroidea Veneroidea Veneridae Megapitaria

aurantiaca (G. B. Sowerby I, 1831) *M. aurantiaca* presenta una coloración rosa bajo con un periostracum opaco café-naranja, la superficie interior a veces presenta teñido de naranja en el borde de la bisagra. Esta especie puede superar los 120 mm de tamaño del cuerpo de (Fisher et al., 1995).

M. squalida es uno de los bivalvos más abundantes en el Noroeste de México. Su distribución va desde Puerto Peñasco, Golfo de California México, (31°20'48.68" N y 113°38'6.48" W), hasta Guayaquil en Ecuador (2°52'16.82" S y 80° 9'59.58" W; Arellano-Martínez et. al. 2006). *M. aurantiaca* presenta una distribución del Golfo de California, México (30 ° y 114 ° 32'59"O 28'60.00"N) a Salinas en Ecuador (2°13'00 "S y 80 ° 57 '00 "W, Olsson 1961, Keen 1971). *Dosinia ponderosa* se distribuye desde la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur México (27 ° 53'41 "N y 114 ° 7 '54.5" W), incluyendo el Golfo de California a Paita, en Perú (5 ° 5 '28 "S y 81° 6 '23 "W). Eso es de la provincia de San Diego a la región Panámica (Briggs, 1974) (Figura II-17).

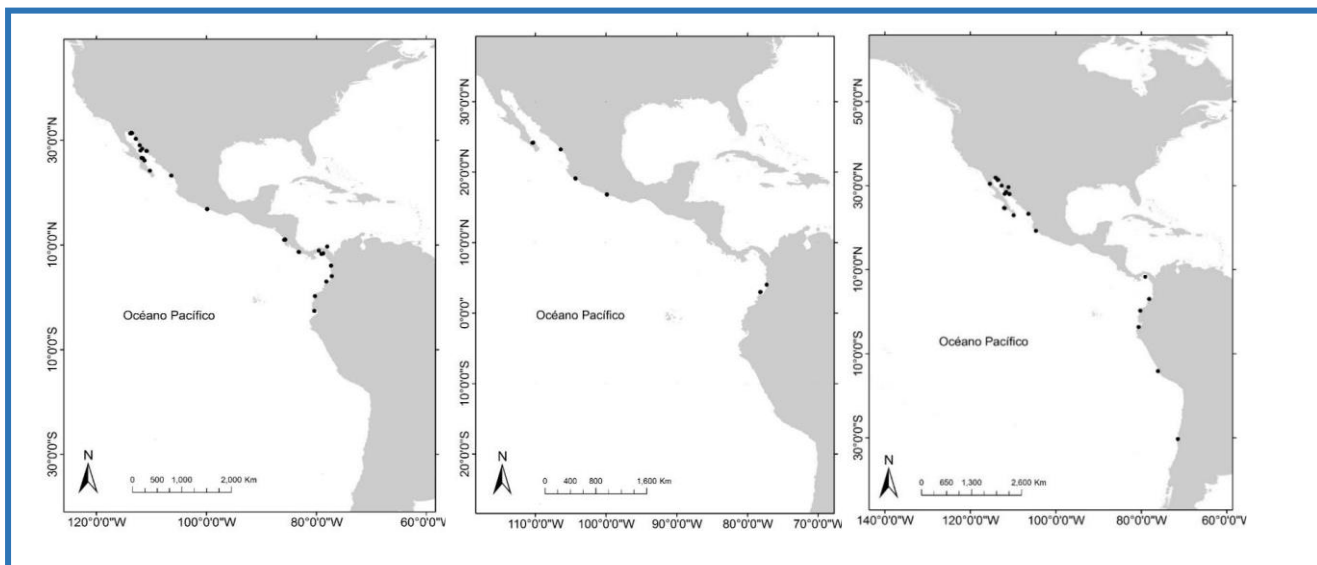


Figura II-17. Mapas de registros de las almejas a) chocolata (*Megapitaria squalida*), b) roja (*Megapitaria aurantiaca*) y c) blanca (*Dosinia ponderosa*)

Estas almejas son especies que viven solo en ambiente marino presentando una movilidad prácticamente nula ya que solo pueden recorrer distancias cortas con ayuda del músculo del pie (Sartori 2008). Las almejas chocolata, roja y blanca habitan a profundidades de entre 1 y 15 m cerca a la costa (Poutiers 1995) y hasta los 120 m fuera de ésta (Singh et al. 1991, Poutiers 1995, Abbott, 1974, Linder, 1938). Estas especie están asociada a fondos arenosos o lodosos,

enterrada en el sedimento (Baqueiro-Cárdenas 1979) y solo es visible cuando proyecta sus sifones al exterior de su concha (Castro-Ortiz y Tripp-Quezada 1992).

Ciclo de vida

La almeja chocolata es una especie longeva, pues se han encontrado organismos con una edad máxima hasta de 10 años (Aragón-Noriega, 2017), y presenta un crecimiento relativamente lento (Schweers et al. 2006, Tripp-Quezada 2008), con tallas máximas reportadas de 120 mm de longitud de concha (Singh et al. 1991, Poutiers 1995). También se ha observado que el crecimiento de ésta almeja va disminuyendo conforme la especie presenta una mayor longitud de concha (Baqueiro y Stuardo 1977, Singh et al. 1991, Tripp-Quezada 2008). En promedio los ejemplares crecen a un ritmo de 3 a 5 mm por mes (Baqueiro y Stuardo 1977, Singh et al. 1991, Castro-Ortiz et al. 1992), aunque los ejemplares mayores presentan un crecimiento menor de hasta solo 0.6 mm mensuales (Baqueiro y Stuardo 1977).

La relación que hay entre la proporción de machos y hembras varía dependiendo la localidad, Romo et al. (2009) encontró una mayor proporción de hembras que de machos significativamente en Bahía de La Paz y Bahía Magdalena y se presentó un inusual alto porcentaje de individuos hermafroditas (>15%), posiblemente como una táctica para asegurar el éxito reproductivo en condiciones de baja densidad poblacional; mientras que Villalejo-Fuerte et al. (2000) encontraron una relación 1:1 en el área de Loreto.

La almeja roja, blanca y chocolata presentan sexos separados y no presenta dimorfismo sexual, la relación que hay entre la proporción de machos y hembras es de 1:1 en el área de Bahía Concepción (Baqueiro y Stuardo 1997, Arreola 1997, Villalejo-Fuerte et al. 2000).

La fecundación se produce de forma externa. El huevo fecundado da lugar a una larva (véliger) que vivirá durante unas semanas a merced de las corrientes. Cuando alcanza una talla de entre un cuarto y un tercio de milímetro, baja al fondo para enterrarse e iniciar una metamorfosis en la que pierde el órgano natatorio y desarrolla branquias, pasando las valvas larvarias a convertirse en sus futuras conchas (**Figura II-18**).

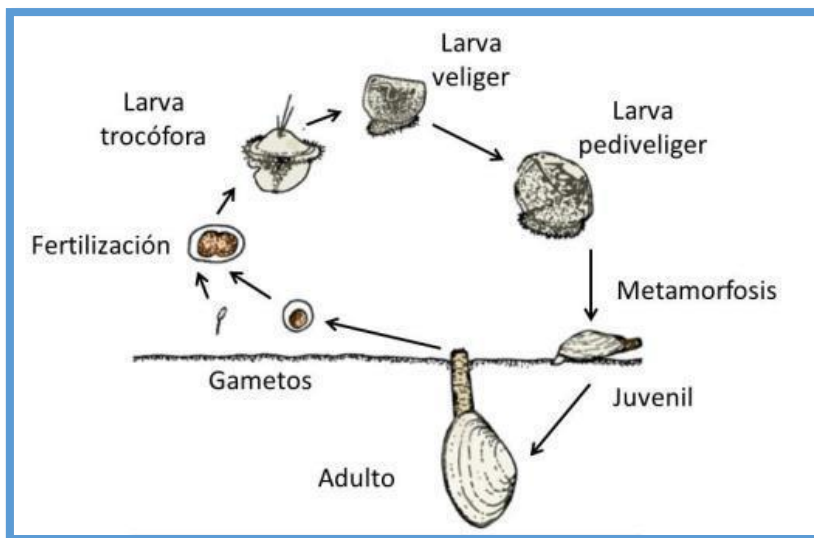


Figura II-18. Esquema con el ciclo reproductivo de las almejas.

Reproducción

El ciclo reproductivo de la almeja chocolata, roja y blanca varía geográficamente, de acuerdo con las características fenotípicas de la especie, responden diferente a las variables ambientales en cada lugar (Porter 1964; Hesselman et al., 1989). El factor físico más importante en la regulación de la reproducción es la temperatura del agua (Arellano *et al.*, 2006, Arreola, 1997).). El periodo reproductivo para almeja chocolate en el sitio de Ojo de Liebre, Baja California Sur, se da en la temporada de enero a agosto (Arellano *et al.*, 2006), mientras que en Loreto (BCS) la reproducción se da durante todo el año (Villalejo-Fuerte *et al.*, 2000).

Los estudios del ciclo reproductivo de la almeja roja en México muestran que esta especie desova durante todo el año (Baquero y Sturado 1977; Garcia et al., 1994). La población de almeja roja en Espíritu Santo presenta dos picos reproductivos, el primero de Mayo a Noviembre y el segundo de Diciembre a Abril (Garcia et al 1994), mientras que la población de Zihuatanejo presenta picos de Octubre a Noviembre, y entre Febrero y Mayo (Baquero y Stuardo 1997).

Para almeja blanca el periodo reproductivo se presenta durante todo el año, aunque los picos más altos los presenta entre junio y octubre, tanto en Ixtapa como en Bahía Concepción (Arreola 1997; Baquero y Aldana 2000).

M. squalida es una especie principalmente gonocórica, presenta sexos separados (Villalejo-Fuerte et al. 2000), aunque se pueden encontrar algunos organismos hermafroditas (Quiñones-Arreola 2003; Romo-Piñera et al., 2009). Esta almeja no presenta dimorfismo sexual (Arellano-Martínez et al. 2006).

Estudios realizados en Bahía de La Paz y Bahía Magdalena encontraron que la talla de primera madurez para almeja chocolate es la misma para machos y hembras. Siendo en La Paz de 64.5 mm y 85 mm para Bahía Magdalena, aunque se pueden encontrar organismos en desarrollo gonádico desde tallas menores (Romo et al. 2011).

Esquema de manejo del recurso

La almeja chocolate café o negra y la almeja chocolate roja es como se encuentran agrupadas en la Carta Nacional Pesquera (DOF 2012) dentro de la unidad pesquera de manejo “Almeja chocolate”. Esta pesquería se maneja a través de permisos de pesca comercial y cuotas. Este grupo no cuenta con una norma específica ni con un plan de manejo pesquero. La pesquería de estas especies se encuentra en su máximo sustentable (costa Oriental del Golfo de California) y algunas poblaciones se encuentran en deterioro (costa Occidental Baja California y Bahía Magdalena) (DOF, 2012).

Con respecto a este recurso la Carta Nacional Pesquera recomienda lo siguiente:

Veda del 1 de agosto al 31 de octubre. Talla mínima de captura de 64 mm (Golfo de California) y 80 mm (Bahía Magdalena) de longitud. La tasa de aprovechamiento será entre el 20% y el 25% de la población por arriba de la talla mínima.

Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón (2011) realizaron una evaluación del estado de la explotación de los recursos pesqueros en el país, en este artículo muestran diferentes tendencias de los recursos aprovechados (escama, abulón, tiburón, almejas, etc.) desde 1956 hasta el año 2009. Ellos engloban al grupo almejas varias especies de bivalvos, que pertenecen a las familias: Arcidae, Pectinidae, Spondylidae y Veneridae. Los autores catalogaron al grupo almejas en el estado de máximo aprovechamiento, aunque no se han realizado una evaluación por especie y para la zona norte de Sonora donde corresponde Puerto Libertad.

Una de las principales pesquerías que se han desarrollado en México en la última década es la

de las almejas, esta actividad deja importantes derrames en las comunidades cuando se cierra la temporada de captura de las principales especies (Arellano-Martínez et al., 2006). En la mayoría de las especies de la familia Veneridae no tienen un historial oficial de pesca en el Golfo de California.

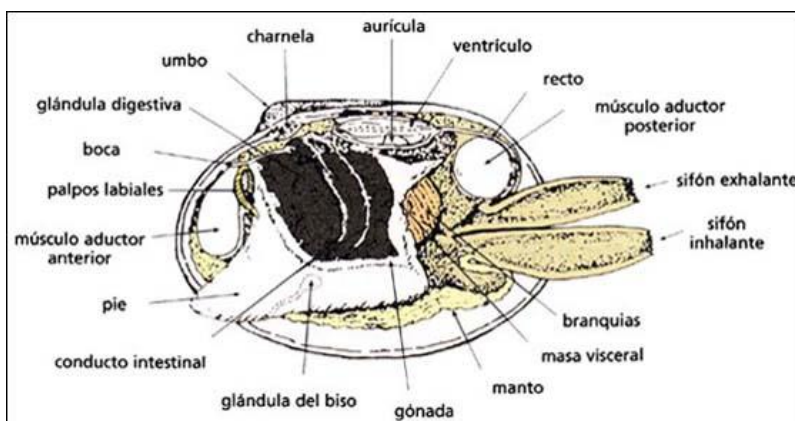


Figura II-19. Anatomía del tejido blando interno de una almeja. En esta vista, se han retirado las laminillas superiores de las branquias para dejar ver el pie y demás tejidos adyacentes. Modificado a partir de Cesari y Pellizzato, 1990.

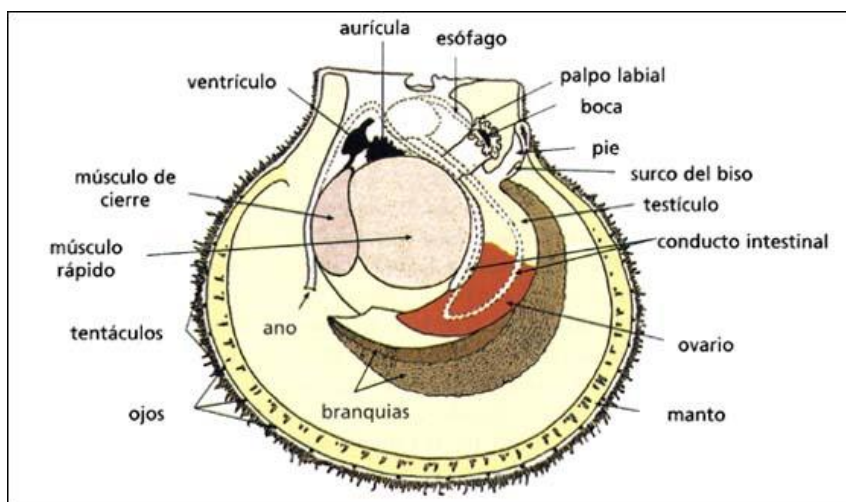


Figura II-20. Anatomía del tejido blando interno de una almeja hermafrodita.

La función principal del manto es segregar la concha pero también cumple otros propósitos, ya que posee una función sensorial y puede iniciar el cierre de las valvas como respuesta a condiciones desfavorables en el entorno. También puede controlar la entrada de agua en la cavidad corporal y además tiene función respiratoria. En especies como las vieiras, regula la entrada y salida de agua en la cavidad corporal y el movimiento del animal cuando nada.

Músculo aductor

Al retirar el manto se pueden ver las partes blandas del cuerpo, los músculos aductores en las especies dimiarias (almejas y mejillón) o un único músculo en las especies monomiaras (ostras y vieiras). En las almejas y mejillones los dos músculos aductores se encuentran cerca de los márgenes anterior y posterior de las valvas de la concha. En las ostras y vieiras el gran músculo único está ubicado en el centro. Los músculos cierran las valvas y actúan contra el ligamento y resilio, que activan el mecanismo de apertura de las valvas cuando el músculo se relaja. En las especies monomiaras se ven claramente las divisiones del músculo aductor. La gran porción anterior (estriada) del músculo se denomina «músculo rápido» y se contrae para cerrar las valvas; la porción más pequeña, la parte lisa, conocida como «músculo de cierre», mantiene las valvas en posición cuando se han cerrado o están parcialmente cerradas. Algunas especies que viven enterradas en el sustrato (p. ej. almejas) necesitan una presión externa para mantener las valvas cerradas ya que los músculos se debilitan y las valvas se abren si se mantiene a las almejas fuera del sustrato en el tanque.

Branquias

La prominencia de las branquias o ctenidios es una de las características importantes de los lamelibranquios. Se trata de órganos grandes en forma de hoja que se utilizan en parte para la respiración y en parte para filtrar el alimento del agua. Hay dos pares de branquias colocados a ambos lados del cuerpo. En el extremo anterior, hay dos pares de lenguas, llamados palpos labiales, que rodean la boca y facilitan la introducción de alimentos.

Pie

El pie se encuentra en la base de la masa visceral. En la almeja se trata de un órgano bien desarrollado que el animal utiliza para excavar en el sustrato y sujetarse. En las vieiras y el mejillón, el pie es bastante reducido y tiene escasa función en los adultos pero en las etapas de larva y juveniles es importante y se utiliza para la locomoción. En las ostras es un órgano rudimentario. En la parte central del pie hay una abertura desde la glándula bisal a través de la cual el animal segrega una sustancia filamentosa y elástica llamada «biso» con la que se puede adherir al sustrato. Esto es importante en especies como el mejillón y en algunas vieiras pues permite al animal sujetarse y mantener su posición.

Sistema digestivo

Las grandes branquias filtran el alimento del agua y lo dirigen hacia los palpos labiales donde se clasifica antes de pasar a la boca. Los bivalvos tienen la capacidad de seleccionar alimentos filtrados del agua. El bolo alimenticio, amalgamado por el moco, pasa a la boca y a veces es rechazado por los palpos y eliminado por el animal en forma de las denominadas «pseudoheces». También disponen de un esófago corto que une la boca y el estómago, un saco hueco con cámaras y varias aberturas. El estómago se halla totalmente rodeado por el divertículo digestivo (glándula), una oscura masa de tejido que muchas veces se denomina «hígado». Dentro del estómago hay una abertura que llega hasta un intestino muy curvo que se extiende hasta el pie en las almejas y hasta la gónada en las vieiras, para terminar en el recto y finalmente en el ano. Otra abertura del estómago conduce hasta un tubo cerrado parecido a un saco, que contiene un estilo cristalino. El estilo es un bastoncillo gelatinoso y claro de hasta 8 cm de longitud en algunas especies. Tiene un extremo redondeado y otro afilado. El extremo redondeado incide en la placa gástrica del estómago. Se cree que ayuda a mezclar los alimentos en el estómago y libera unas enzimas que facilitan la digestión. El estilo está compuesto de capas de mucoproteínas que liberan enzimas digestivas que convierten el almidón en azúcares digestibles. Si se mantiene a los bivalvos fuera del agua durante unas cuantas horas el estilo cristalino se reduce bastante y puede llegar a desaparecer, pero se reconstituye rápidamente una vez se vuelve a dejar al animal en el agua.

Sistema circulatorio

Los bivalvos tienen un sistema circulatorio simple que es bastante difícil de localizar. El corazón se halla en un saco transparente, el pericardio, cerca del músculo aductor en las especies monomiaras, y tiene dos aurículas de forma irregular y un ventrículo. La aorta anterior y posterior, salen del ventrículo y llevan la sangre a todo el cuerpo. El sistema venoso consta de una serie vaga de senos de pared fina a través de los cuales vuelve la sangre al corazón.

Sistema nervioso

Es difícil observar el sistema nervioso sin contar con preparación especial. Esencialmente consta de tres pares de ganglios con conectivos (ganglios cerebrales, pedios y viscerales).

Sistema urogenital

Los sexos de los bivalvos suelen estar separados (dioicos) o ser hermafroditas (monoicos). La gónada puede estar visible y ser un órgano bien definido, como en el caso de las vieiras, u ocupar una porción importante de la masa visceral, como en el caso de las almejas. En las ostras la gónada sólo es visible durante la estación reproductora cuando llega a ocupar hasta el 50% del volumen del cuerpo. En algunas especies, como la vieira, los sexos se pueden distinguir a simple vista cuando la gónada está llena, ya que la gónada masculina es blanca y la femenina roja, incluso en las especies hermafroditas. En algunas especies como el mejillón, se puede distinguir los sexos por el color de la gónada. En otras especies, se necesita examinar la gónada bajo el microscopio para determinar el sexo del animal. Puede darse un pequeño grado de hermafroditismo en las especies dioicas.

Es posible que exista protandria e inversión de sexos en los bivalvos. En algunas especies se observa una preponderancia de machos en los animales más pequeños, lo que indica que el desarrollo sexual de los machos ocurre antes que el de las hembras o que algunos animales crecen como machos primero y luego cambian a hembras cuando son más grandes. En algunas especies, p. ej., la ostra europea, *Ostrea edulis*, el animal puede desovar primero como macho en un ciclo, rellenar la gónada con óvulos y desovar una segunda vez como hembra.

El sistema renal es difícil de observar en algunos bivalvos pero es visible en especies como la vieira que tienen dos riñones pequeños, de color pardo y en forma de saco, apretados contra la parte anterior del músculo aductor. Los riñones vacían en la cavidad paleal a través de grandes hendiduras. En las vieiras, los óvulos y espermatozoides de las gónadas son expulsados a través de los conductos hacia la luz del riñón y luego pasan a la cavidad paleal.

CICLO VITAL DE LOS MOLUSCOS BIVALVOS

Desarrollo gonadal y desove

En la mayoría de los bivalvos, la madurez sexual depende del tamaño del animal más que de su edad, y el tamaño que alcanzan en la madurez sexual varía de una especie a otra y según la distribución geográfica. La producción de óvulos y espermatozoides es un proceso denominado gametogénesis, cuyo inicio depende de varios factores, como el tamaño del bivalvo, la

temperatura y la cantidad y calidad de alimento que recibe. La gónada está compuesta por conductos ciliados ramificados desde donde se abren numerosos sacos o folículos. La proliferación de las células germinales que recubren la pared del folículo da lugar a los gametos. Aunque el desarrollo de la gónada es un proceso continuo, se pueden distinguir varias fases descriptivas; descanso, desarrollo, madurez, desove parcial y desove completo. Cuando las gónadas o el tejido gonadal han alcanzado la plena madurez, son fáciles de ver y ocupan gran parte del cuerpo blando del animal. Los gonoductos que transportan los gametos hasta la cavidad corporal se desarrollan, aumentan de tamaño y se pueden observar a simple vista en la gónada.

Se han empleado varios métodos en los bivalvos para determinar el momento en que alcanzan la madurez y están listos para desovar. El método más preciso consiste en cortar secciones histológicas de la gónada (Ilustración 10), pero es costoso, lleva mucho tiempo y requiere el sacrificio del animal. La técnica alternativa, utilizada con más frecuencia, es la de tomar un frotis de la gónada o extraer pequeñas muestras de las gónadas de varios individuos y observarlas bajo el microscopio. En la vieira, a veces se utiliza el índice gonadal (peso de la gónada dividido por el peso de las partes blandas, multiplicado por 100). Generalmente en los criaderos se sigue una rutina estricta para preparar a los adultos para el desove y la mayoría de los técnicos de criadero aprenden enseguida a reconocer cuándo ha alcanzado el animal la madurez y está listo para el desove con un examen macroscópico de la gónada.

A veces se utiliza el término «virgen» para referirse a aquellos bivalvos que han alcanzado el tamaño de madurez sexual y desovan por primera vez. Aunque estos animales alcanzan la madurez sexual, el número de gametos producidos es limitado y a veces no todos son viables. Durante las puestas posteriores el número de gametos producidos aumentará considerablemente.

El período de desove en poblaciones naturales varía según la especie y situación geográfica. Existen varios factores ambientales que pueden inducir el desove, de los cuales cabe mencionar la temperatura, los estímulos químicos y físicos, las corrientes de agua o una combinación de estos y otros factores. La presencia de esperma en el agua a menudo estimula el desove de animales de la misma especie. En ambientes tropicales, algunas especies de

bivalvos mantienen sus gametos maduros durante todo el año y desovan cantidades limitadas durante los doce meses. En las zonas templadas, la puesta suele estar limitada a un período concreto del año. Muchos bivalvos desovan en masa, y el período de puesta es muy corto, durante el que expulsan casi todo el contenido de la gónada. Otras especies de bivalvos desovan durante más tiempo, incluso durante varias semanas, y se les conoce como «desovadores parciales», ya que van liberando unos cuantos gametos durante un período más largo, con uno o dos valores máximos durante ese tiempo. En otras especies puede haber más de un desove bien diferenciado al año, mientras que en las especies hermafroditas, el esperma se expulsa antes o después de los óvulos, minimizando así la posibilidad de autofecundación.

En la mayoría de las especies de bivalvos de interés comercial, los gametos se expulsan al medio exterior, donde tiene lugar la fecundación. El esperma es expulsado a través de la abertura o sifón exhalante en un chorro fino y constante. La expulsión de los óvulos es más intermitente y se emiten en nubes desde la abertura exhalante o sifón. En especies como las vieiras o las ostras, las hembras baten las valvas para expulsar los óvulos, despegando así los que se han quedado adheridos a las branquias. En muchas especies, las gónadas se encuentran vacías después del desove y es imposible distinguir a simple vista el sexo de cada individuo. Se conoce esta fase como la de descanso. En los desovadores parciales, puede que la gónada nunca llegue a vaciarse del todo.

Algunos bivalvos, por ejemplo la ostra plana, son larvíparos y las primeras fases del desarrollo larvario tienen lugar dentro de la cámara inhalante de la cavidad paleal cuando la ostra se encuentra en la fase de hembra. Durante el desove, los óvulos pasan a través de las branquias y se retienen dentro de la cavidad paleal. El esperma se recibe a través de la abertura inhalante. El tiempo de retención de las larvas en la cavidad paleal y el tiempo posterior que les queda de vivir libres en las aguas superficiales, varía según la especie. En algunos géneros, p. ej. *Tiostrea*, las larvas pueden formar parte del plancton durante un día.

A veces puede ocurrir que no haya desoves durante varios años, sobre todo en las zonas templadas. Esto puede deberse a varios factores, pero probablemente esté relacionado con la temperatura del agua, quizás demasiado baja para estimular el desove. Cuando esto ocurre en la ostra, a veces los óvulos y el esperma se re-absorben en el tejido gonadal, se degradan y

luego se almacenan en forma de glucógeno. En almejas y vieiras, la gónada puede permanecer en estado maduro hasta el año siguiente.

Desarrollo embrionario y larvario

Estos temas se tratarán con más detalle en secciones posteriores, pero en este apartado se ofrece una breve descripción. El desarrollo larvario se da de forma similar en la cavidad paleal de la hembra y en el medio abierto.

Los huevos sufren una división meiótica durante la fecundación, reduciéndose el número de cromosomas a un número haploide, antes de la fusión de los pronúcleos masculinos y femeninos para formar el cigoto. Durante la división meiótica se liberan dos cuerpos polares, que al hacerse visibles nos indican que se ha conseguido la fecundación. La división celular comienza y antes de que transcurran treinta minutos desde la fecundación, el huevo se divide en dos células. Dado que los huevos pesan más que el agua, se hunden hasta el fondo del tanque donde continúa la división celular.

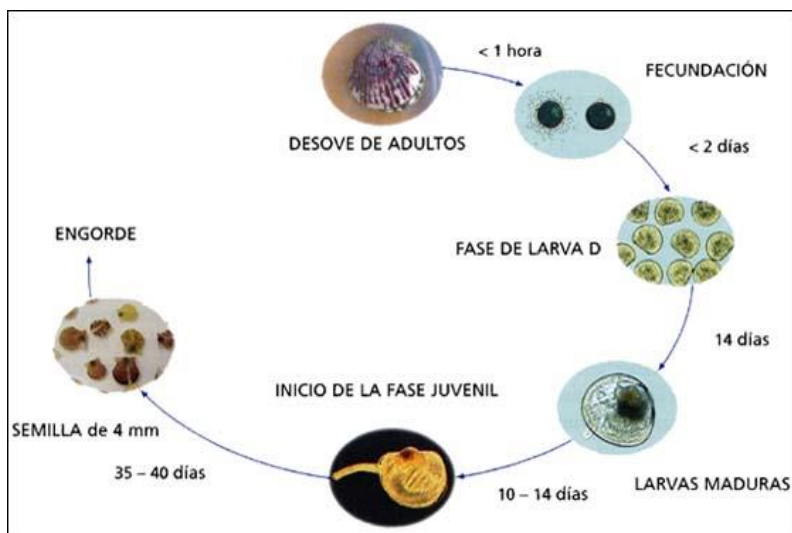


Figura II-21. Representación de las etapas de desarrollo del género *Argopecten*, dentro de un criadero. La duración del intervalo entre las distintas etapas se indica en horas o días para esta especie en particular y puede ser diferente en otras especies de bivalvos.

El tiempo necesario para el desarrollo larvario y embrionario varía según la especie y la temperatura (Ilustración 11). En un período de 24 horas el huevo fecundado pasa por las fases multicelulares de blástula y gástrula y en las 12 horas siguientes se convierte en una trocófora con motilidad. Las trocóforas son de forma ovalada, de un tamaño de 60-80 μm y disponen de

una fila de cilios alrededor del centro con un largo flagelo apical que facilita la natación. La fase larvaria inicial es conocida como la fase de charnela recta, «D» o Prodisoconcha I. La longitud de la concha en la fase inicial de la charnela recta varía según la especie pero generalmente mide 80-100 μm (más en ostras larvíparas). La larva tiene dos valvas, un sistema digestivo completo y un velo. El velo es un órgano circular que sólo se encuentra en las larvas de los bivalvos y puede sobresalir de las valvas. Gracias a los cilios que se encuentran a lo largo del margen exterior, las larvas pueden nadar para mantenerse en la columna de agua. Cuando la larva nada en la columna de agua toma fitoplancton a través del velo para alimentarse. Las larvas nadan, se alimentan, y crecen y en siete días desarrollan unas protuberancias, llamadas umbos, en la concha cerca de la charnela. Conforme crecen las larvas, los umbos sobresalen más aún, encontrándose ya las larvas en la fase umbonada o Prodisoconcha II. En esta fase, las larvas tienen formas diferenciadas y con práctica es posible identificar las distintas especies de bivalvos entre el plancton. Esta identificación ha sido utilizada por los biólogos para prever la fijación de las ostras en el medio natural y utilizarlo posteriormente en las explotaciones. La duración de la fase larvaria varía, dependiendo de la especie o de determinados factores ambientales como la temperatura, pero oscila entre los 18 y 30 días. Al alcanzar la madurez, la larva mide entre 200 y 330 μm , según la especie.

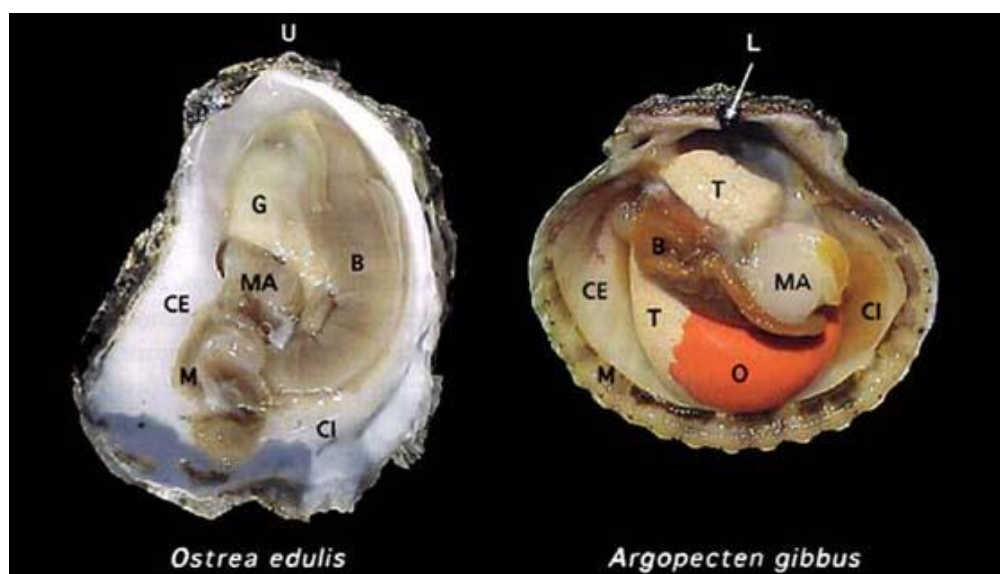


Figura II-22. Anatomía del tejido blando de la ostra plana, *Ostrea edulis*, y de la vieira Calico, *Argopecten gibbus*, visible después de haber retirado una de las valvas de la concha. MA - músculo aductor; B - branquias; G - gónada (diferenciada en O - ovario y T - testículo en la vieira Calico); L -

ligamento; M - manto y U - umbo. Las cámaras inhalante y exhalante de la cavidad del manto se identifican como CI y CE respectivamente.

Cuando las larvas están a punto de alcanzar la madurez, desarrollan un pie y branquias rudimentarias, y aparece una pequeña mancha oscura circular, la mancha ocular, cerca del centro de cada valva en algunas especies. Entre períodos de actividad natatoria, las larvas se asientan y utilizan el pie para arrastrarse sobre el sustrato. Cuando localiza un sustrato adecuado, la larva está ya preparada para la metamorfosis y para comenzar su existencia bentónica. Las larvas maduras de las ostras segregan una pequeña gota de cemento en una glándula del pie, se vuelcan y colocan la valva izquierda sobre el cemento. Permanecen adheridas en esta posición durante el resto de sus vidas. En otras especies, la larva segrega un biso desde la glándula bisal del pie, que sirve de sujeción temporal para adherirse al sustrato, como preparación para la metamorfosis.

Metamorfosis

La metamorfosis es un momento crítico en el desarrollo de los bivalvos, pues el animal deja su actividad natatoria y planctónica para llevar una existencia sedentaria y bentónica. Puede haber mortalidades importantes en este tiempo, tanto en la naturaleza como en el criadero. Este tema se analiza con más detalle en una sección posterior, pero merece especial atención ya que es un aspecto importante de la producción de bivalvos juveniles en el criadero.

Alimentación

Los bivalvos filtran su alimento, principalmente organismos vegetales microscópicos llamados fitoplancton. En los juveniles y adultos, los ctenidios, o branquias, están bien desarrollados y ejercen la doble función de alimentación y respiración. Los ctenidios están cubiertos de cilios -diminutos filamentos vibradores- cuyos latidos concertados, y a menudo coordinados, inducen una corriente de agua. Cuando descansan o se encuentran en un sustrato, el animal absorbe el agua a través de la abertura o sifón inhalante, que pasa por las branquias y luego vuelve al medio a través de la abertura o sifón exhalante. Las branquias recogen plancton y lo pegan a la mucosa. Gracias al latido de los cilios, los filamentos de mucosa cargados de alimento pasan por unos surcos especiales en las branquias hacia el interior hasta los palpos labiales que dirigen el alimento a la boca y lo introducen. Los bivalvos pueden seleccionar parte

del alimento y periódicamente los palpos rechazan pequeñas masas de alimento, las pseudoheces, expulsándolas de la cavidad paleal, a menudo por un batido vigoroso de las valvas.

El alimento óptimo de los bivalvos sigue siendo una incógnita pero indudablemente el fitoplancton constituye la parte principal de la dieta. Otras fuentes de alimentación pueden ser importantes, como las finas partículas de materia orgánica muerta (detritus) con bacterias asociadas y materia orgánica disuelta.

Crecimiento

Sólo se pueden hacer comentarios generales sobre el crecimiento de juveniles y adultos ya que varía mucho según la especie, la distribución geográfica, el clima, y el lugar en las zonas submareales o intermareales. También existen diferencias entre individuos y su composición genética. El crecimiento puede variar enormemente de un año a otro y en las zonas templadas existen patrones estacionales de crecimiento.

Se pueden utilizar distintos métodos para medir el crecimiento de bivalvos, entre ellos, los incrementos de longitud o altura de la concha, los incrementos del peso total o de la parte blanda, o una combinación de todos ellos. En las zonas tropicales, el crecimiento puede variar según la estación, siendo más rápido durante o después de las épocas de lluvias cuando hay mayor aporte de nutrientes al océano provocando un aumento en la producción de fitoplancton. En las zonas templadas, el crecimiento suele ser rápido en primavera y verano cuando hay abundancia de alimentación y la temperatura del agua es más elevada. El crecimiento prácticamente cesa en invierno, formándose las marcas anuales en la concha. Estas marcas de invierno se han utilizado para determinar la edad de algunos bivalvos. Mientras que algunas especies tienen una vida muy corta, otras pueden vivir durante más de 150 años.

En explotaciones de cultivo, las consideraciones importantes a tener en cuenta en el crecimiento de los bivalvos, son el tiempo que tardan en alcanzar la madurez sexual y la talla comercial. El objetivo en la producción de bivalvos es cultivar cuanto antes los bivalvos hasta su talla comercial, para así optimizar la rentabilidad de la explotación.

Mortalidad

Cuando están en las fases larvaria, juvenil y adulta, la mortalidad de los bivalvos puede estar originada por una gran variedad de causas, de origen biológico o ambiental. El tema es demasiado extenso para tratarlo en detalle en esta publicación pero se ofrece un breve resumen para resaltar algunos puntos de relevancia que pueden ser importantes en el funcionamiento del criadero.

El medio físico puede provocar mortalidades importantes de bivalvos en las tres fases. Las temperaturas demasiado elevadas, los períodos prolongados de temperaturas bajas y los cambios bruscos de temperatura pueden ser letales para los bivalvos. Las condiciones extremas de salinidad, sobre todo de baja salinidad después de períodos de lluvias fuertes o escorrentía del deshielo de nieve, también pueden provocar grandes mortalidades. Las colmataciones fuertes pueden sofocar y matar a juveniles y adultos.

La contaminación, sobre todo industrial, también puede originar grandes mortalidades. Tanto la contaminación industrial como la doméstica pueden ser problemáticas para el funcionamiento del criadero y deben evitarse. La contaminación doméstica puede acrecentar las cargas orgánicas y bacterianas en el agua ya que se vierten muchos materiales potencialmente tóxicos. Poco se sabe de los efectos combinados de los niveles subletales del amplio rango de compuestos orgánicos y organometálicos de origen antrópico que pueden estar presentes en estos efluentes.

Los bivalvos en las fases larvaria, juvenil y adulta sufren la depredación de una gran variedad de animales que pueden provocar mortalidades serias. En el medio natural los animales que se alimentan de plancton probablemente consumen grandes cantidades de larvas. En el criadero la depredación no suele ser un problema, ya que se utiliza agua filtrada y se eliminan a los depredadores.

Los bivalvos hospedan parásitos que pueden provocar mortalidades, sobre todo en la fase adulta. Las lombrices perforadoras de concha, *Polydora* sp., y las esponjas excavan en las conchas y las debilitan, provocando la muerte del bivalvo.

Probablemente la mayor causa de mortalidad, particularmente entre larvas y juveniles, son las

enfermedades. Se ha hecho un gran esfuerzo para investigar las enfermedades de los bivalvos y el desarrollo de métodos para controlarlas.

Las enfermedades pueden ser devastadoras para los bivalvos adultos como hemos visto por las grandes mortandades de algunas poblaciones del mundo. A continuación se mencionan algunos ejemplos:

Dermocystidium:

Enfermedad fúngica de los bivalvos provocada por *Perkinsus marinus*;

Enfermedad de la bahía de Delaware (MSX):

Infección por el protozoo haplosporidio, *Haplosporidium (Minchinia) nelsoni*;

Haplosporidiosis:

Infección por el protozoo haplosporidio, *Haplosporidium costale*, (que, junto con *H. nelsoni*, ha diezmando las grandes poblaciones de la ostra americana en la costa atlántica de los EE.UU. y ahora se propaga hacia el Norte, hacia la costa atlántica de Canadá).

Marteiliosis:

Infección por el protozoo, *Marteilia refringens*;

Bonamiasis: Enfermedad provocada por el parásito microcelular, *Bonamia ostreae*; (La Marteiliosis y la Bonamiasis han provocado la práctica totalidad de las mortandades de ostra europea en algunas zonas de Europa).

A pesar de todo el trabajo que se ha realizado para estudiar estas enfermedades, no se ha desarrollado ningún método práctico para controlarlas y restaurar las poblaciones de ostras a los niveles anteriores. Debido a la gravedad de estas enfermedades, hay que extremar las precauciones cuando se transportan bivalvos adultos a un criadero.

Los brotes de enfermedades en los criaderos pueden estar provocados por bacterias en vez de protozoos, estando éstas presentes en los cultivos de algas y de larvas en mayor o menor grado. De hecho, las bacterias llegan a formar una parte importante de la dieta de las larvas, aunque puede ocurrir que de forma periódica mueran grandes grupos de larvas, perdiéndose

el cultivo entero. Los recuentos elevados de bacterias casi siempre están asociados a grandes mortalidades. Las bacterias pueden provocar mortalidades o simplemente pueden estar presentes como bacterias oportunistas, o saprofitas, que se alimentan de larvas moribundas. Las bacterias que provocan enfermedades pertenecen principalmente al género *Vibrio* sp. y es necesario tomar grandes precauciones para evitar epidemias en el criadero. El mejor método para prevenir estas epidemias es seguir unas normas estrictas de higiene y asegurarse de que las larvas reciban una alimentación correcta de alta calidad, inspeccionándolas regularmente. Si se detecta el brote de una enfermedad o se sospecha de una, será necesario esterilizar los tanques y todo el equipamiento con una solución de lejía y después aclararlos bien con agua dulce. Para proteger a las larvas de una mayor contaminación, es recomendable utilizar agua de mar, irradiada con UV o tratada con ozono. Se desaconseja la utilización de antibióticos para controlar las enfermedades en los criaderos ya que son caros y elevan los costes de funcionamiento. Además si llega a desarrollarse una cepa de bacterias resistentes a los antibióticos, los problemas de enfermedades se agravarían en el futuro.

SANIDAD Y MANEJO ACUÍCOLA

Importancia de la sanidad acuícola: Se llevara un estricto seguimiento y control sanitario, enmarcados en las políticas del Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos (PMSMB). Observando los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CE-CCA-001, D.O.F. 13 12 1989), en lo referente a acuicultura de moluscos bivalvos.

Buenas prácticas de producción acuícola: En este cultivo de bivalvos se consideran seguir los siguientes lineamientos: a) La producción de moluscos inocuos; b) la selección adecuada del sitio de cultivo; c) el manejo adecuado de los organismos; d) operaciones durante el ciclo productivo que minimicen perturbaciones ambientales (biológicas o químicas) y e) medidas de bioseguridad que aseguren la salud de los moluscos bivalvos. Se aplicaran de manera obligatoria las recomendaciones del "Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria" (**Anexo 3**).

Buenas Prácticas de Higiene: Para protección de la salud pública, será necesario consultar la Guía Técnica del PMSMB de la COFEPRIS (**Anexo 3**), así como las disposiciones obligatorias y lineamientos en materia de buenas prácticas de higiene

Colecta.

La colecta de reproductores del medio natural se llevará a cabo tanto para determinar el ciclo reproductivo como el índice de reclutamiento de las especies, mediante buceos dentro de la laguna teniendo como apoyo el suministro de semilla de laboratorios ubicados en la ciudad de La Paz y Guerrero Negro.

El sitio fue seleccionado en base a los siguientes criterios:

- a) El área se seleccionó en conjunto con la dirección de la REBIVI y siguiendo los lineamientos de no afectación de zonas de reproducción y crianza de organismos silvestres y alejada de los canales por donde transita la ballena gris
- b) La presencia de bivalvos en las inmediaciones de Las Casitas.
- c) La cercanía a la comunidad de donde habitan los pescadores, facilitando su vigilancia permanente.
- d) El sitio por su cercanía a las barras de arena ofrece protección contra vientos y oleajes extremos.
- e) Debido a la configuración de los canales las corrientes de marea en la zona son óptimas para el intercambio de agua, niveles de oxígeno y alimento.
- f) Las áreas seleccionadas están libres de praderas de pastos marinos

Tabla II-4. Ciclo productivo: pre-engorda de semilla de todas las especies.

Especie/ fase del cultivo	Inicial	Intermedia	Final	Total
<i>Argopecten ventricosus</i>	30-40 días	60-90 días	240-270 días	360-390 días
<i>Panopea globosa</i>	30-40 días	90-120 días	360-720 días	880-1,240 días
<i>Atrina maura</i>	30-40 días	90-120 días	200-230 días	360-390 días
<i>Pinna rugosa</i>	30-40 días	90-120 días	200-230 días	360-390 días
<i>Cassostrea gigas</i>	30-40 días	60-120 días	240-270 días	360-390 días
<i>Megapitaria sp.</i>	30-40 días	60-120 días	200-230 días	360-390 días
<i>Nodipecten subnodosus</i>	30-40 días	90-120 días	360-720 días	520-880 días

Especie/	No. de ciclos planeados	Duración del ciclo de cultivo
<i>Argopecten ventricosus</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	360-390 días
<i>Panopea globosa</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	880-1,240 días
<i>Atrina maura</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	360-390 días
<i>Pinna rugosa</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	360-390 días
<i>Cassostrea gigas</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	360-390 días
<i>Megapitaria sp.</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	360-390 días
<i>Nodipecten subnodosus</i>	1 ciclo por año con dos siembras en primavera y otoño respectivamente. 4 ciclos en total (4 años)	520-880 días

Condiciones y mecanismos de abasto de insumos y materias primas

La semilla será producida en las instalaciones del CIBNOR en La Paz y Acuicultura Robles en La Paz, B. C. S. y/o Guerrero Negro, en todos los casos se transportara en hieleras en vehículos refrigerados en su traslado desde el laboratorio y en hieleras en las lanchas al sitio de cultivo cuyo trayecto no deberá durar más de 4 horas.

Descripción técnica del proyecto.

Producción de semilla.

Se colectarán los reproductores del medio natural, se trasladarán al laboratorio para llevar a cabo la producción de semilla donde alcanzaran tallas de 1 a 5 cm antes de introducir las al medio natural, esto garantiza una supervivencia muy alta.

Artes de cultivo

Se utilizaran para la siembra y pre-engorda “unidades de cultivo” que consisten en 10 líneas de 100 metros de longitud ancladas en sus extremos, con orientación de norte a sur, de forma perpendicular a la dinámica de corrientes en el sitio; la zona para operar está dividida en área operativa, área de navegación y mantenimiento, y área de amortiguamiento. La siembra se realizara con una densidad inicial de 10,000 organismos por modulo, ya sea bastidor o canasta

tipo nestier, estableciendo un periodo de aclareos mensual durante la etapa de pre-engorda con una estimación de un 20% de mortalidad. Se utilizara una unidad de cultivo por especie en cada unidad de producción o empresa, por lo que se contempla la construcción de 7 unidades de cultivo por empresa.

El periodo de engorda se realizará en profundidades que van de los 4 a los 10 metros lo cual brinda condiciones óptimas tanto para el organismo, como en la eficiencia de las artes de cultivo.

Distribución espacial.

Siembra y pre-engorda: las líneas de cultivo se ubicaran con una separación de 5 metros una de otra y las canastas y sistema de flotación ocupan un metro de ancho. Resultando en líneas madre con 100 metros útiles de un total de 140 m considerando el anclaje con 20 m en cada extremo, para ocupar un área operativa de 50,400 m² por unidad de producción con las 7 especies contempladas.

Zonas de amortiguamiento.

Considerando la distribución de espacios en las primeras etapas de cultivo se consideran 50 m de separación entre cada unidad de cultivo con el aprovechamiento de un total de 92,400 m², lo cual nos brinda una zona de amortiguamiento con una relación de 1:10.

Espacios para navegación y maniobra para cosecha.

Se considera la utilización de una lancha de 8 m de eslora, que facilitara las actividades de instalación, mantenimiento, siembra, cosecha y vigilancia. Las separaciones entre las líneas de 5 metros, brinda el suficiente espacio para la navegación y maniobras de cosecha las cuales se realizaran, con apoyo de esta lancha plana y motor ecológico fuera de borda de 90 Hp.



Lancha de servicio con fondo plano y aditamentos para voltear las canastas con bivalvos

Sistemas de anclaje.

Se construirá por partes las anclas metálicas de 1.80 M. x 1 M. para las líneas madre.

Todos los anclajes de las líneas largas serán construidos a base de concreto armado, bloques de concreto de 70 x 90 x 15 cm. en forma de cuchilla en un extremo para que se vaya enterrando en el sedimento.

Requerimiento de simientes.

Larvas

Cantidad requerida.

Se consideran dos temporadas de siembra al año (primavera y otoño) con un requerimiento en esta primera etapa de 800 mil organismos por especie.

Calendarización de la demanda.

La siembra y pre-engorda en la primera etapa está programada para el mes junio en su primera fase y de octubre-diciembre en su segunda fase.

Fuentes de abastecimiento

Laboratorio del CIBNOR y Acuacultura Robles.

Reproductores

Cantidad requerida

Se requerirá de 50 organismos de la región de laguna Ojo de Liebre para garantizar el abasto de la semilla por especie.

Proporción de sexos.

50 reproductores por especie.

Calendarización de la demanda.

Se ocuparan en junio y en octubre, para ello se llevara a cabo la recolección y trabajo para ello tres meses antes, es decir marzo y julio.

Procedimiento de cultivo

Tipo de sistema de cultivo.

Se utilizarán según la especie a cultivar tanto el sistema intensivo como semi-intensivo.

Por otro lado, y viéndolo desde el punto de vista que las semillas tienen su origen en laboratorio, en sus primeras etapas se trabajaran de forma intensiva, ya que los juveniles saldrán del área de preengorda del laboratorio. En las etapas iniciales del cultivo cuando pasa de la preengorda a las linternas japonesas, las densidades de organismos por linterna también son altas (alrededor de 600 a 1000 organismos por piso) variando poco de una especie a otra. Hasta aquí se puede hablar de sistema intensivo para todas las especies. Es en la etapa intermedia y final cuando el cultivo se volverá semi intensivo para almejas catarinas, almeja mano de león, esto con el fin de no sobrecargar el área de engorda y que el alimento (poblaciones fitoplanctónicas del medio natural) no sea un factor limitante para la supervivencia de los organismos colocados en el sedimento, donde se dependerá de la linterna durante el tiempo del cultivo.

En su primera etapa, el cultivo iniciará con un ejercicio de sistema semi intensivo para almeja

catarina en linterna japonesa en suspensión. En su primera fase todas las especies se trabajaran de manera intensiva, desdoblándose mediante aclareos, a densidades que optimicen su crecimiento. Se considera un densidad entre 600 a 1,000 por nivel de linterna.

Una vez superada la etapa de pre engorda se cuidará el no sobrecargar esta área, previniendo que el alimento obtenido del medio natural, no sea un factor limitante, para la supervivencia de los organismos.

Artes de cultivo

Los artes de cultivo en suspensión son considerados los más eficientes para el desarrollo de organismos bivalvos, su principal fuente de alimentación se encuentra en la columna de agua. En términos generales el sistema long-line con sus redes de linternas instaladas serán las artes de cultivo principales para el desarrollo de los cultivos iniciales e intermedios.

De acuerdo a la forma de vida en su ambiente natural de cada especie, será la forma o arte de cultivo a utilizar para cada caso.

En términos generales, la linterna japonesa junto con las líneas largas instaladas en el campo, serán las artes de cultivo principales para el desarrollo de los cultivos iniciales e intermedios de todas las especies.

Para el caso de la almeja generosa, callo de hacha y almeja chocolata el cultivo se lleva a cabo sobre el sedimento, para que el organismo pueda enterrarse apropiadamente.

Para la almeja Catarina y mano de león, el principio del cultivo será en forma similar, en linternas con malla mosquitero, después en linternas con luz de malla de 1 cm. hasta la talla de 20 a 30 mm. En esta talla los juveniles pueden ser liberados en los corrales previamente construidos y protegido de depredadores. De esta manera se bajaran los costos de mantenimiento y se hará más redituable el cultivo. La almeja generosa y callo de hacha se pondrán directamente en el fondo protegido en una etapa inicial por un domo de malla PAD para evitar depredadores, la almeja chocolata se colocara en el fondo marino sin protección.

Dimensiones

La linterna japonesa tiene una altura de 2 metros, con una separación de 10 centímetros entre

pisos, los cuales se sujetan a la línea madre en la parte superior, y se considera un lastre en la parte inferior si las condiciones de corriente lo demandan.

Los domos de malla de PAD para la almeja generosa y callo de hacha son de 1 m²

Tipo y características del arte de cultivo

Debido a las características biológicas del ostión, como son su gran tolerancia a las condiciones ambientales, además de su rápido crecimiento es que ha sido elegido para su cultivo en esta laguna. En México, este molusco se está cultivando desde hace más de 40 años en la región noroeste del país y sostiene una industria que arroja grandes ganancias económicas

El ostión japonés o también llamado del Pacífico (*Crassostrea gigas*), fue introducido en México en el año de 1972, con la inquietud de llevar a cabo cultivos piloto en Punta Banda y en San Quintín en el municipio de Ensenada Baja California, México. Actualmente se cuenta con 4 sistemas de cultivo en Baja California Sur cuyas principales características se incluyen en la **Tabla II-5**.

Tabla II-5. Características más relevantes de cada sistema de cultivo.

SISTEMA DE CULTIVO	CARACTERÍSTICAS
Sistema de cultivo en sartas	Sistema que utiliza como bioinsumo larva, que es fijada en concha madre para elaborar sartas, que a su vez se colocan en fase de pre engorda en balsas y en la engorda en estructuras denominadas estantes, hasta su cosecha.
Sistema de cultivo Long Line	Consiste en el tendido de grandes líneas que constan de un cabo de polipropileno en la mayoría de los casos de 1 pulgada de diámetro y de aproximadamente 100 metros de largo, colocando diversos tipos de materiales a lo largo del mismo y utilizando como bioinsumo semilla o juveniles.
Sistema de cultivo Francés	Sistema de cultivo que utiliza como bioinsumo semilla o juveniles, consiste de la construcción de camas ya sea metálicas de varilla o bien de parrillas construidas de ABS o PVC sobre las cuales se acomodan los pochos o bolsas.
Sistema de engorda en canastas australianas	Sistema de cultivo que utiliza como bioinsumo semilla o juveniles, consiste de la construcción de camas ya sea metálicas de varilla o bien de parrillas construidas de ABS o PVC sobre las cuales se acomodan los pochos o bolsas.

Estos sistemas a su vez, presentan variantes tomando en cuenta la experiencia y el criterio del productor, y con base en las fases de crecimiento del ostión (pre engorda, engorda y cosecha),

como se indica en la siguiente tabla:

Tabla II-6: Variantes en los sistemas de cultivo de ostión en el estado de Baja California Sur.

SISTEMA DE CULTIVO	VARIANTES EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE OSTIÓN EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR		
	FIJACIÓN	PRE-ENGORDA	ENGORDA
Sistema en sartas	Fijación de larvas en concha madre en sartas o costales.	Se realiza en balsas	Se realiza en estantes o racks.
Sistema de long line	N/A	La semilla puede provenir directamente del laboratorio productor y utilizar este sistema como pre-engorda.	La semilla puede provenir directamente del laboratorio productor, terminando su engorda en bastidores.
Sistema Fránces		La semilla puede provenir del sistema long line o directamente del laboratorio productor.	Los organismos pueden provenir para su engorda, de cualquiera de los sistemas de pre- engorda mencionados.
Sistema de cultivo en canastas australianas		La semilla puede provenir del sistema Francés, del sistema long line o directamente del laboratorio productor.	Los organismos pueden provenir para su engorda, de cualquiera de los sistemas de pre- engorda mencionados

SISTEMA DE CULTIVO EN LÍNEAS MADRES.

La actividad del sistema de cultivo en líneas madre, tiene una duración promedio de 12 a 16 meses desde la fijación de larva hasta su cosecha. Esto depende de la disponibilidad de larva y época de fijación y siembra.

El sistema de cultivo en líneas madre implica diferentes etapas como se observa en la **Figura 23** y que corresponden a:

- 1.- Pre engorda.
- 2.- Engorda.
- 3.- Cosecha

Cuando se inicia la etapa de pre engorda en el sistema long line, también conocido como línea madre o cimbras, que consiste en el tendido de grandes líneas que constan de un cabo de polipropileno en la mayoría de los casos de 1 pulgada de diámetro y de aproximadamente 100 metros de largo en cuyos extremos se colocan unos anclajes.

En dicha línea se colocan diferentes tipos de estructuras (boyas, bolsas mosquiteras, canastas nestier, canastillas metálicas plástificadas, bastidores de madera rectangulares, etc.). Este

método es utilizado en zonas de pequeños canales en donde se forman corrientes, incluso en mar abierto, sitio en donde se recibe a la semilla de forma inmediata con la finalidad de reducir así la posibilidad de estrés (**Figura II-23**).



Figura II-23. Diferentes tipos de material, utilizados en los bastidores suspendidos en la línea madre o long line por los productores de ostión en Baja California, México.



Figura II-24. Recepción de la semilla y mediante el uso de un vaso y previo conteo repetitivo de cantidad de semilla por vaso, se calcula la cantidad de semilla por bolsa y se colocan en bolsas mosquiteras; las cuales se colocan en canastas nestier o bastidores para colocarlas en la línea madre.

Algunos productores utilizan el sistema de long line para la pre engorda, de tal forma que existen variantes de ello (canastas nestier, canastillas metálicas plastificadas, bastidores, etc.)

Los productores que utilizan canastas nestier, forman módulos los cuales se apilan una sobre otra y en la parte de arriba se coloca un flotador el cual las mantiene suspendidas en las líneas madres (**Figura II-25**) también se puede optar por el uso de bastidores (**Figura II-26**).



Figura II-25. A. Preparación de bolsas mosquiteras en el interior de las canastas nestier. B. Canastas nestier apiladas, perfectamente amarradas. C. Se trasladan mediante una lancha a la línea madre. D. Línea madre la cual consta de un cabo de polipropileno de 1 pulgada de diámetro con un largo aproximado de 100 metros en cuyos extremos se colocan unos anclajes.



Figura II-26. Bastidores contruidos de madera y malla plástica que reemplaza el uso de canastas nestier.

Ahora bien, dependiendo del productor, es que se utilizan diferentes tipos de materiales para

la línea madre, lo cual va a depender de la disponibilidad de los mismos.

En cuanto al mantenimiento de la pre engorda, ésta fase requiere de especial atención debido a que la semilla debe ser revisada y clareada (separación por tallas) inicialmente cada 20 días aproximadamente y las bolsas mosquiteras se limpian y lavan con agua de mar o en su defecto son remplazadas por otras limpias; siendo proporcional la baja densidad por bolsa con respecto al crecimiento de la semilla.



Figura II-27. Proceso de clareo y limpieza, realizado en cribas.

De igual manera, las canastas nestier o bastidores son lavadas o remplazadas por otras limpias en caso de que se encuentren muy saturadas de fauna de acompañamiento.

Cuando la semilla ha alcanzado una talla aproximada de 12-15 mm se cambia a una bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 500 a 600 organismos por poche, siendo éste momento cuando cambia al sistema francés. **(Figura II-28).**



Figura II-28. A. Bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 500 a 600 organismos. B. Poches con reducción en cantidad de ostión conforme van creciendo. C. Camas construidas con varilla corrugada y tubos de ABS.

Existe una variación con respecto a las artes utilizados en la línea madre, la cual es considerada como innovadora y corresponde al hecho de que, en la etapa de pre engorda también utilizan un sistema flotante, con flotadores autónomos adoptado por la propia empresa, que consta de un flotador construido con tubería de ABS en una disposición rectangular la cual está sujeta a una canastilla metálica plastificada, donde se ponen las bolsas de malla mosquitera con semilla y que a su vez, éstas canastillas son amarradas en una boya. También utilizan para la pre engorda la disposición de 2 tramos de tubos de ABS de 4 pulgadas de diámetro, paralelos entre sí, los cuales hacen la función de flotadores y están unidos a una cajón de alambre plastificado el cual contiene 4 bolsas de malla vexar con semilla de ostión.

La densidad de siembra en las bolsas mosquiteras es variable, dependiendo del tamaño de las semillas, pudiendo ser de hasta 2,500 organismos (tallas de 1 a 1.5 mm). Posteriormente, ya para la engorda, se tienen las bolsas de malla vexar las cuales contendrán una densidad similar solo que en un área más amplia.

En cuanto al mantenimiento, en el sistema de nautilinas, requiere de especial cuidado debido a que la semilla debe ser revisada y clareada (separación por tallas), inicialmente cada 4 semanas, las bolsas son lavadas con agua de mar o en su caso remplazadas por unas nuevas.

Cuando la semilla ha alcanzado una talla aproximada de 20 – 25 mm se cambia a una bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 1000 organismos por poche, siendo éste momento cuando cambia al sistema de camas.

SISTEMA DE CULTIVO FRANCÉS.

Con respecto a la engorda, este documento ofrece una síntesis del sistema francés de las metodologías actuales de cultivo utilizados por algunas empresas, integrando tanto las diferencias como las semejanzas entre las estrategias utilizadas en las diferentes zonas. El sistema francés, consta de camas metálicas formadas por varillas o bien de parrillas construidas de ABS o PVC de 2.5 pulgadas de diámetro y 2.5 pies de alto, las cuales, son instaladas en la zona intermareal, en cuyas camas se acomodan los pochos o bolsas.

El sistema francés, se integra en la fase de engorda; que como se mencionó anteriormente, los organismos son trasladados del área de maquila a la zona intermareal, en donde los ostiones son colocados en pochos (bolsas), con densidades promedio de 1000 organismos, dependiendo de la talla (**Figura II-29 y Figura II-30**). El técnico responsable del cultivo, con antelación ha preparado el lugar donde se pondrán estos pochos, de tal manera, que tengan el menor estrés posible por efecto de exposición al sol, de las corrientes o de las mareas.



Figura II-29. Forma de distribución y acomodo de los pochos o bolsas en la zona de engorda de un sistema francés.

Después de dos meses aproximadamente y una vez que los organismos denotan un cierto crecimiento, son extraídos para su primer clareo. En el inter de éste tiempo, los pochos se están volteando de posición para control de epibiontes, además de que, se evita con esto, que los organismos se peguen entre sí o bien, que por razones de crecimiento se deformen.





Figura II-30. Variaciones de los materiales utilizados para construir las camas en el sistema francés, el cual consta de camas metálicas, construidas con varillas corrugadas (Abajo) y/o tubos de ABS, (Arriba) sobre las que se colocan las bolsas.

El clareo, es con la finalidad de separar a los organismos por tallas, además de que se reduce la densidad de los organismos por poche a un 50%, permitiendo con esto, un mejor crecimiento. Aproximadamente cada dos meses se realiza el mismo procedimiento reduciendo la densidad por mitad en cada clareo, hasta quedar con una densidad de aproximadamente 120 a 144 organismos por poche, momento en que los organismos tendrán talla comercial.

Ahora bien, dependiendo de la disponibilidad de materiales, en la construcción de camas, existe una variación con respecto a los mismos, como son: varilla corrugada, tubería de ABS, estación y parrillas plastificadas.

SISTEMAS SEMI-MECANIZADOS EMPLEADOS EN LA SEGUNDA ETAPA

Para las siguientes etapas se utilizara una variante tecnológica para las Líneas Madres con la incorporación de una tubería de PVC como revestimiento de la línea y la utilización de canastas de plástico con flotador integrado. Se utilizan con una aleta helicoidal para rotar las canastas a la posición de secado para matar la incrustación biológica, crear un crecimiento de concha

más uniforme y bien formada, endurecer las ostras y mejorar la condición de la carne.

Empleando estos sistemas es posible escalar la producción por las siguientes ventajas sobre el método artesanal.

- Excelente crecimiento y acondicionamiento de bivalvos
- Considerable reducción en costos y esfuerzo laboral
- Secado de artes de cultivos sin esfuerzo y a alta velocidad
- Extremadamente robusto, puede manejar una amplia gama de condiciones del mar
- Solo se transportan a la orilla organismos para clasificar, por lo que se requieren menos viajes
- Se requiere una base terrestre más pequeña
- Sistemas eficientes establecidos para el tratamiento de incrustaciones duras o gusanos en las canastas
- Montaje rápido de componentes para cosecha o secado y fácil instalación.

A continuación se muestra fotografías del proceso a manera de ejemplo.



Figura II-30. Volteo de canastas con el sistema semi-mecanizado



Figura II-30. Se muestra la cosecha utilizando una plataforma sobre la lancha de fondo plano y las canastas con flotador integrado.



Figura II-30. Vista aerea de las labor de cosecha.



Figura II-30. Colocación de ostiones dentro de las canastas empleando el método semi-mecanizado.

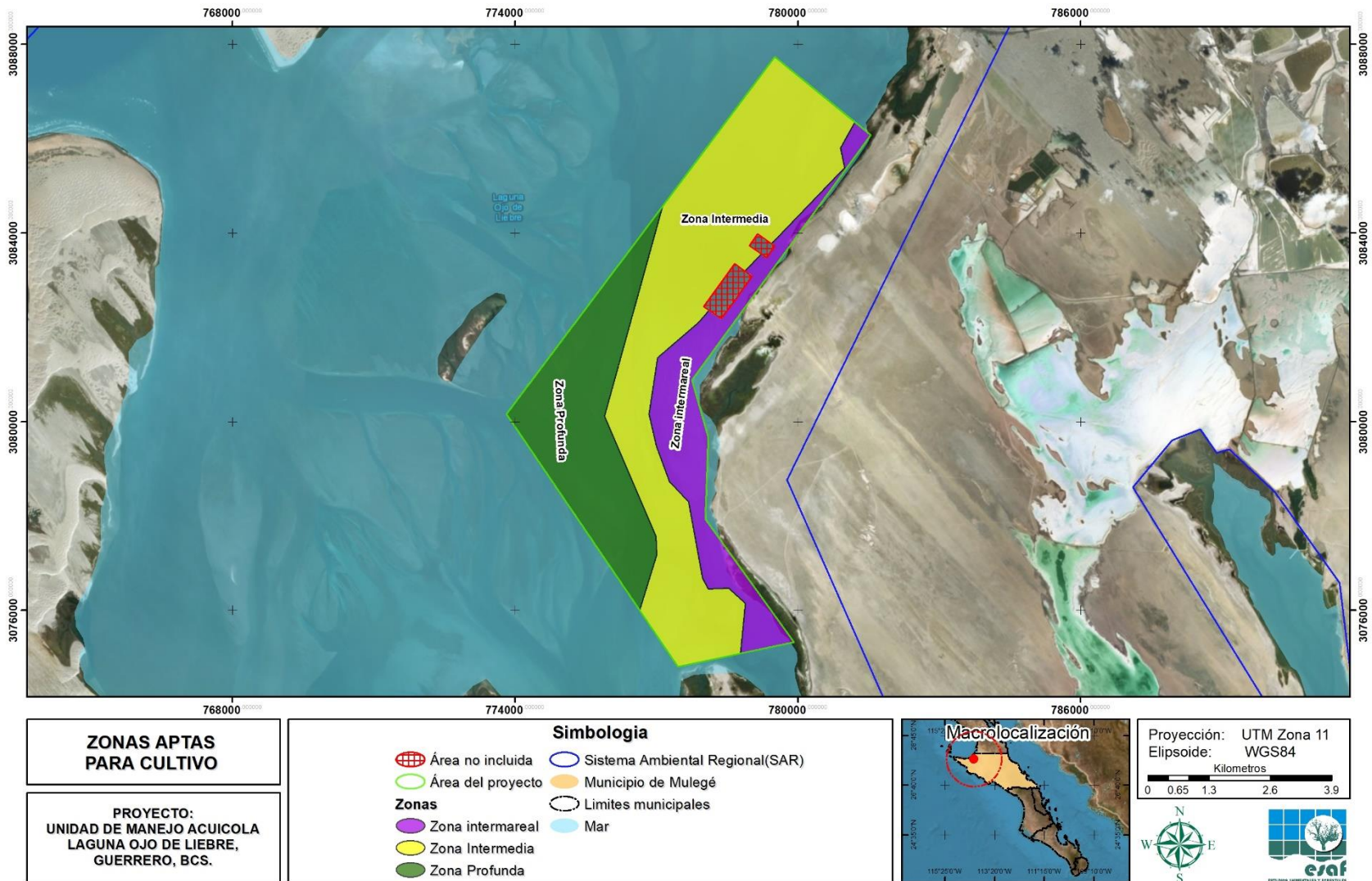


Figura II-31. Zonas aptas para cultivo, en la zona intermareal ostión y almeja Catarina, en la zona media, almeja chocolate, callo de hacha, mano de león y en la zona profunda almeja mano de león y almeja generosa.

Cultivos de Almejas y callos

La red de linterna japonesa es un arte de cultivo para moluscos bivalvos altamente confiables, de construcción sencilla con materiales naturales y/o sintéticos, también es de fácil transportación y almacenamiento.

Dimensiones.

Líneas largas 100 metros utilizables más 20 en cada extremo para anclaje, colocación de linternas cada metro.

Distribución y orientación.

Las líneas largas estarán orientadas a lo largo de las corrientes de marea, en este caso es de sur a norte y viceversa, los corrales de engorda para Catarina, mano de león y callo de hacha no tienen ninguna orientación, son cuadrados, la distribución de ellos y la orientación es de acuerdo al régimen de mareas.

Descripción del procedimiento.

Etapas que abarca el cultivo.

La primera fase inicia cuando llega la semilla procedente de laboratorio, esta se coloca en las linternas, con luz de malla de 3 mm en cantidades que van de mil a 3,000 para almejas. A medida que van creciendo se realizan aclareos y biometrías y colocarlos en las linternas con luz de malla correspondiente. Para el caso de las almejas, en general transcurren de 4 a 8 semanas, con mallas de 3 mm a 5 mm para posteriormente pasar de 4 a 5 meses en linterna con luz de malla de mayor tamaño. En la fase final se colocan en el fondo de manera libre preferentemente o en corrales.

Para los callos se colocan primero en cajas o canastas ostrícolas tipo Nestier con densidades de 500 ejemplares, se van clareando a mitad de densidad cada mes y una vez que alcanzan los 5 cm se “siembran” enterrándolos casi en la totalidad de su longitud en los fondos arenosos y/o fangosos hasta que alcanza su talla comercial que es entre 24 y 34 cm considerando el largo de la concha.

Para el ostión japonés se utiliza el sistema de long line para la pre engorda, de tal forma que existen variantes de ello (canastas nestier, canastillas metálicas plastificadas, bastidores, etc.) con una densidad de 1,000 a 1,500 organismos. La densidad de siembra en las bolsas mosquiteras es variable, dependiendo del tamaño de las semillas, pudiendo ser de hasta 2,500

organismos (tallas de 1 a 1.5 mm). Posteriormente, ya para la engorda, se tienen las bolsas de malla vexar las cuales contendrán una densidad similar solo que en un área más amplia. En cuanto al mantenimiento de la pre engorda, ésta fase requiere de especial atención debido a que la semilla debe ser revisada y clareada (separación por tallas) inicialmente cada 20 días aproximadamente y las bolsas mosquiteras se limpian y lavan con agua de mar o en su defecto son remplazadas por otras limpias; siendo proporcional la baja densidad por bolsa con respecto al crecimiento de la semilla. De igual manera, las canastas nestier son lavadas o remplazadas por otras limpias en caso de que se encuentren muy saturadas de fauna de acompañamiento.

Cuando la semilla ha alcanzado una talla aproximada de 12-15 mm se cambia a una bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 1,500 a 1,600 organismos por poche. Cuando la semilla ha alcanzado una talla aproximada de 20 – 25 mm se cambia a una bolsa de malla vexar (poche) con una densidad promedio de 1000 organismos por poche, después se coloca en canastas tipo australiana sostenidas en flotación sobre líneas ajustables hasta que se obtienen una talla de 8 cm siendo éste momento cuando cambia al sistema de camas (sistema francés) para el endurecimiento de la concha por un periodo de 2 meses, después de esto se cosecha.

Tabla II-8. Duración de cada fase de cultivo y duración total del ciclo.*

Especie / Etapa	Inicial	Intermedia	Final	Total
<i>Argopecten ventricosus</i>	30-40 días	60-90 días	240-270 días	360-390 días
<i>Panopea globosa</i>	30-40 días	90-120 días	360-1,080 días	520-1,240 días
<i>Nodipecten subnodosus</i>	30-40 días	60-90 días	360-720 días	520-880 días
<i>Megapitaria squalida</i>	30-40 días	60-90 días	240-270 días	360-390 días
<i>Pinna rugosa</i>	90 días	150-200 días	600 días	840-890 días
<i>Atrina maura</i>	90 días	150-200 días	600 días	840-890 días
<i>Cassostrea gigas</i>	60-90 días	180-300 días	60 días	300-440 días

Tabla II-9. Calendarización de siembras.

Especie/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Argopecten ventricosus</i>			X	X	X					X	X	X
<i>Panopea globosa</i>		X	X	X					X	X	X	
<i>Atrina maura</i>			X	X					X	X	X	
<i>Pinna rugosa</i>			X	X					X	X	X	
<i>Nodipecten subnodosus</i>			X	X					X	X	X	

<i>Megapitaria squalida</i>			X	X					X	X	X	
<i>Cassostrea gigas</i>		X	X					X	X			

Densidad de siembra.

Almeja catarina: inicial 2,500 por linterna con malla mosquitero, intermedio 600 por linterna libre y final 50 por linterna.

Almeja generosa: inicial 2000 juveniles por espacio con malla mosquitero (domo), intermedio 600 por espacio y final 150 espacio.

Almeja mano de león: inicial 2,500 por linterna con malla mosquitero, intermedio 500 por linterna libre y final 30 por linterna

Metodología para la siembra.

En forma general, se cuantifica volumétricamente la semilla en el número deseado, se coloca en la canasta con malla mosquitero y se hacen módulos de 5 canastas útiles más una de tapa donde va el flotador, se atan con un cabo de 5/16” de polipropileno y con este mismo cabo se sujeta a la línea madre.

Para pasarlas a las líneas de desdoble se tamizan los juveniles en una malla de luz mayor al que tienen las canastas, se cuantifican y se colocan en linternas libres (con esto se mejora sustancialmente el flujo de agua a través de las semillas y le proporcionan mejores condiciones de vida). Después se limpia periódicamente la malla, se buscan depredadores y se vigila el cultivo.

En la etapa final del cultivo, los organismos que van a terminar su vida en el sedimento se colocan en el dentro de corrales cercados con malla plástica con luz de malla de 10 mm. Después se limpia periódicamente la malla, se busca depredadores, y se vigila el cultivo.

Métodos de cultivo para Callo de hacha (*Atrina maura*), Callo de hacha largo (*Pinna rugosa*)

El sistema de cultivo consiste en el uso de canastas ostrícolas durante los primeros 4 meses de engorda de las semillas, para después enterrarlas en fondo arenoso hasta el final de la etapa de engorda, conforme a la tecnología previa utilizada y reportada por Miranda-Baeza (1994) y Almaraz-Salas (2008).

Los callos serán aclimatados de acuerdo a Gallo-García *et al.* (2001) y repartidos en lotes dentro de bolsas de plástico mosquitero (2 mm de diámetro); posteriormente, las bolsas serán colocadas en canastas ostrícolas para formar los módulos de cultivo que constan de 2 canastas de protección y 5 de engorda; en estas últimas se ajustará una densidad inicial aproximada de 200 callos canasta⁻¹. Las canastas de protección se colocarán en la parte superior e inferior de cada módulo; la superior conteniendo un flotador el cual permitirá al módulo mantenerse en suspensión. Una vez formados, los módulos serán atados al sistema de cultivo de línea madre ó “long-line”. A los extremos de la línea, se atará una cuerda con boyas que servirán como flotadores.

Los módulos o unidades de cultivo serán limpiados cada 15 días para evitar la presencia de depredadores y/o epibiontes, y de esta manera, contabilizar y retirar los animales muertos. Una vez que los bivalvos alcancen la talla de 6 mm, serán retirados de las bolsas, aún dentro de las canastas, dos meses más. En total, los juveniles permanecerán 4 meses en las canastas para después, ser enterrados en el sustrato arenoso donde permanecerán 11 meses más hasta la cosecha. En los casos que se protejan se construirán corrales o cercos con un área de 78 m² (13 m de largo, 6 m de ancho y 1,70 m de altura) mediante un fardo de nylon de 3 pulgadas como límite físico, el cual se entierra 20 cm en la arena y expuesto 40 cm encima del nivel de la arena con el objetivo de proteger los animales de depredadores a manera de cerco y prevenir pérdidas; además, se utilizarán 3 postes de concreto a lo ancho y 5 a lo largo, a una distancia de 3,30 m entre ellos para sostener y dar estabilidad a la malla de nylon. Los corrales serán construidos a una distancia de 10-20 m uno de otro. Los juveniles de *A. maura* serán sembrados a una distancia mínima de 12-15 cm entre ellas, ajustando una densidad promedio de 36 callos m² hasta el tiempo de cosecha.

Métodos de cultivo para Mano de León (N. subnodosus)

El sistema de cultivo consiste en el uso de canastas ostrícolas durante los primeros 4 meses de engorda de las semillas, La primera etapa de la siembra de semillas representa el periodo cuando el organismo es más vulnerable a los cambios en su ambiente. Durante este fase es más recomendable mantener el organismo siempre baja de la superficie del agua de preferencia en un cuerpo de agua que mantiene un flujo con condiciones (temperatura,

alimento, oxígeno, etc.) lo más constantes posibles. Se recomienda a lo anterior que las densidades de cultivo por arte deben de ser bajas ya que existe una competencia por alimento y espacio lo cual trae también su efecto en la supervivencia de los organismos. Las densidades recomendadas para siembra de cultivo son de 150 a 250 ind/m²

Posteriormente se realizara un clareo, el cual se debe hacer para que los juveniles no estén sometida a grandes densidades evitando con esto la reducción en la tasa de crecimiento, organismos adheridos entre sí, y aumento en el fouling, Una vez cribada la semilla se obtendrán dos grupos de talla, la que se retenga en la parte superior de la malla podrá pasar directamente libre a canastas de 6-7 mm de luz de malla para la pre-engorda, y la que no se retenga tendrá que regresar a la malla mosquitero de nuevo a las canastas para continuar su crecimiento. En esta etapa el mantenimiento que se les da es menor que a las canastas. Es necesario mover (los costales o canastas y sacudirlos cualquier arte utilizada en el cultivo), ligeramente una vez a la semana para que los organismos se distribuyan de manera uniforme en toda la canasta, si existen algunos organismo pegados a las mayas será necesario despegarlos manualmente o con una varilla de metal o madera.

La pre-engorda finaliza después 10 a 12 semanas aproximadamente cuando los juveniles alcanzan tallas de 25 a 35 mm de altura. La engorda termina cuando estos alcanzan una talla mínima de 30 mm.

Para cuestiones operativas del cultivo y si el área lo permite se tiene un tiempo de engorda en el fondo donde se dejan que los organismos finalicen su engorda alcanzando la talla comercial o de mercado que se alcanza a los dos años.

TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

Japón y China han sido los países líderes en el cultivo de muchas especies marinas, incluidos los moluscos pectínidos, ocupando actualmente el primer y segundo lugar respectivamente (FAO, 2002). Los países Iberoamericanos con niveles comerciales de producción son Chile y Perú, con una producción en peso entero fresco de *Argopecten purpuratus* de 11,482 y 311 toneladas en 1997, respectivamente (FAO, 1999). En México, la producción de *Argopecten*

ventricosus alcanzo las 10 toneladas en 1995 (Maeda-Martínez et al. 2001). La diferencia primordial de los sistemas de cultivo de moluscos y otras especies radica en el control que el hombre ejerce sobre los recursos restrictivos como son el agua, el terreno, el alimento, el capital, la mano de obra y la energía, entre otros. Sobre ésta base existen dos tipos de sistemas, el *cultivo extensivo* o de *re poblamiento de bancos* afectados por fenómenos naturales, sobreexplotados por la pesquería u otros factores antropogénicos y el *cultivo intensivo* que implica el manejo controlado de los individuos, a densidades muy por arriba de las que son usuales en las poblaciones naturales, utilizando para ello una gran variedad de artes de cultivo (Mazón-Suástegui et al. 2003). Entre las artes más utilizadas para el cultivo intensivo de moluscos en suspensión, destacan las canastas perleras de forma piramidal, las linternas japonesas de forma cilíndrica y las canastas ostrícolas de plástico de forma cúbica, son apilables, cada una mide 55 x 55 x 7.5 cm y están divididas en cuadrantes (Mazón-Suástegui et al., 2003) (Figura II-32).

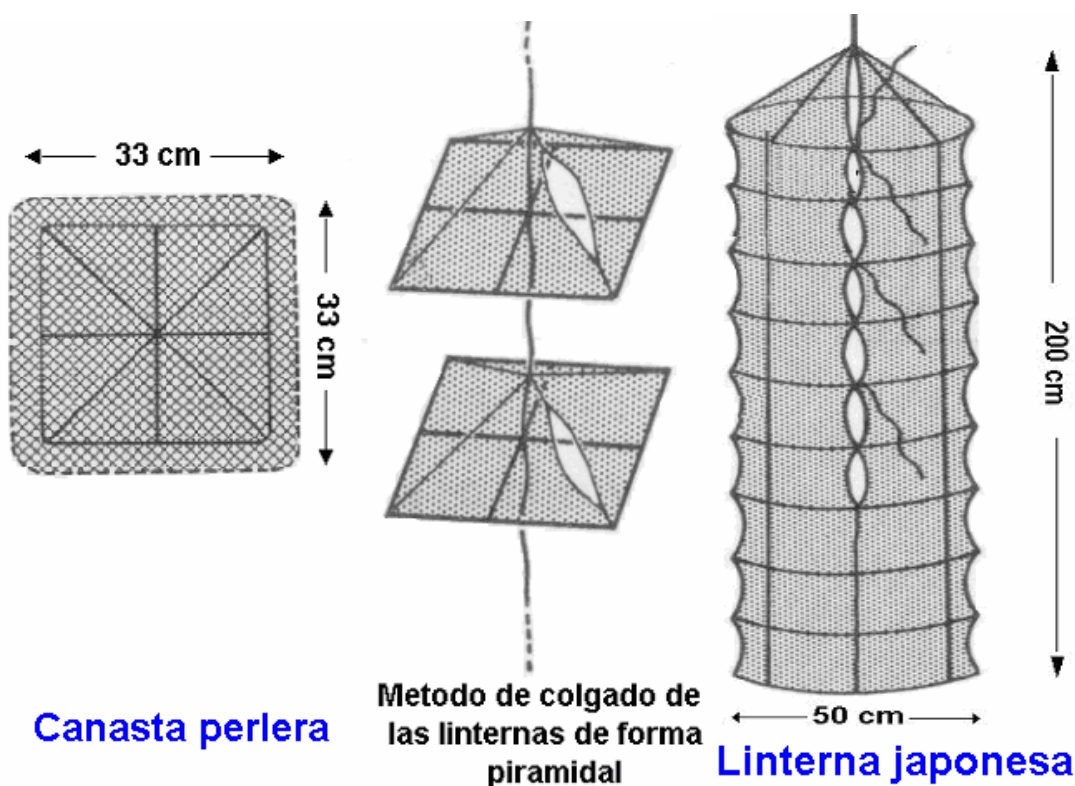




Figura II-32. Artes de cultivo empleadas comúnmente en cultivos de moluscos en suspensión: canasta perlera, linterna japonesa y canasta ostrícola de plástico (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003).

Obtención de los individuos

La semilla será producida en el Laboratorio de Larvicultura de Especies Marinas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR) y/o en Acuacultura Robles, S. de P. R. de R. L. Los reproductores serán recolectados en la LOL y trasladados a las instalaciones del CIBNOR, donde se realizan las actividades de acondicionamiento gonádico, inducción al desove, cultivo larvario, fijación y preengorda hasta obtener semillas de 3-4 mm, que se enviarán a los sitios de cultivo, aplicando el método húmedo-frío descrito por Mazón-Suastegui *et al.* (2003).

En cada sitio de cultivo se realizara un registro de las condiciones del transporte, como temperatura, talla promedio, movilidad de la semilla y tiempo de recuperación al ser introducida de nuevo al agua. Se calcula la proporción volumen/cantidad de semilla recibida, mediante un método volumétrico para facilitar los trabajos de siembra.

Con el propósito de evitar pérdidas por el tamaño de la semilla (3-4 mm), se recomienda

realizar la siembra y preengorda en bolsas de malla mosquitera, las cuales serán colocadas dentro de las canastas ostrícolas, que tienen múltiples perforaciones de 5 mm en las paredes y 8 mm en el fondo (**Figura II-33**).



Figura II-33. Siembra de semilla de *Nodipecten subnodosus*, en bolsas de malla mosquitera dentro de las canastas ostrícolas, para dar inicio a la etapa de preengorda.

La preengorda tiene una duración de 7 semanas a partir de la siembra. Las canastas de cultivo se revisan semanalmente para su limpieza y desdoble o *clareos* necesarios a fin de reducir progresivamente la densidad inicial de siembra (2,000 ind/canasta) y que concluye cuando se obtienen juveniles que pueden colocarse libremente en las canastas, eliminando por completo el uso de las bolsas (800 ind/canasta) (**Figura II-33 y Figura II-35**).



Figura II-34. Obtención de juveniles de *Nodipecten subnodosus* una vez concluida la preengorda en bolsas colocadas dentro de las canastas ostrícolas.

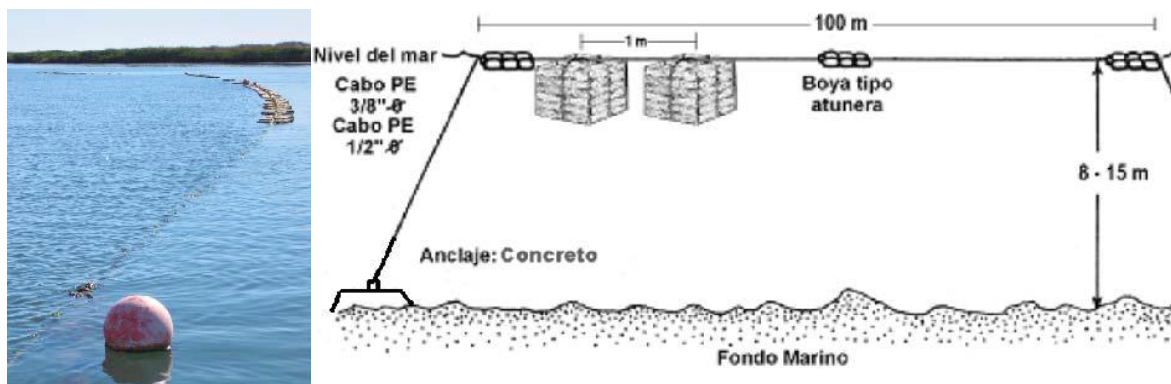


Figura II-35. Canastas ostrícolas de plástico apiladas formando módulos, para el cultivo de *Nodipecten subnodosus* en un sistema de línea larga de superficie, utilizado en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote.

Las canastas se apilan formando módulos de cultivo con 5 niveles útiles más una tapa, estableciendo la misma densidad inicial en todos los niveles, para cada tratamiento y sus réplicas. La cantidad de individuos a colocar por canasta se calcula en función del área cuadrada individual promedio. Esta unidad de medida se incrementa progresivamente en función del crecimiento de los organismos, por lo que se llevó a cabo una reducción periódica (mensual) del número de almejas por canasta para mantener la cobertura porcentual preestablecida en el diseño experimental (40, 60, 80%). El área cuadrada individual promedio se calculó mensualmente a partir de la medición de una muestra al azar de al menos 20 individuos, obtenidos de los diferentes niveles o canastas de cada módulo experimental. Para evitar variaciones en los parámetros de respuesta, asociados a la ubicación de los organismos en los diferentes niveles o canastas del módulo de cultivo, mensualmente se realiza la rotación de los individuos en las canastas una vez realizado el mantenimiento y limpieza de estas, mediante el raspado cepillado manual, eléctrico, o con bombas de lavado a presión, después de haber sido expuestas al sol durante una semana.



Figura II-36. Manejo de la semilla de preengorda a la colocación de las almejas dentro de las canastas.

Después de que alcancen la talla de 60 mm los organismos se colocan sobre el fondo del mar en cercos de malla plástica sostenidas por barrotes o en bolsas sobre camas como se ve, con fines de ilustración en la **Figura II-37**.

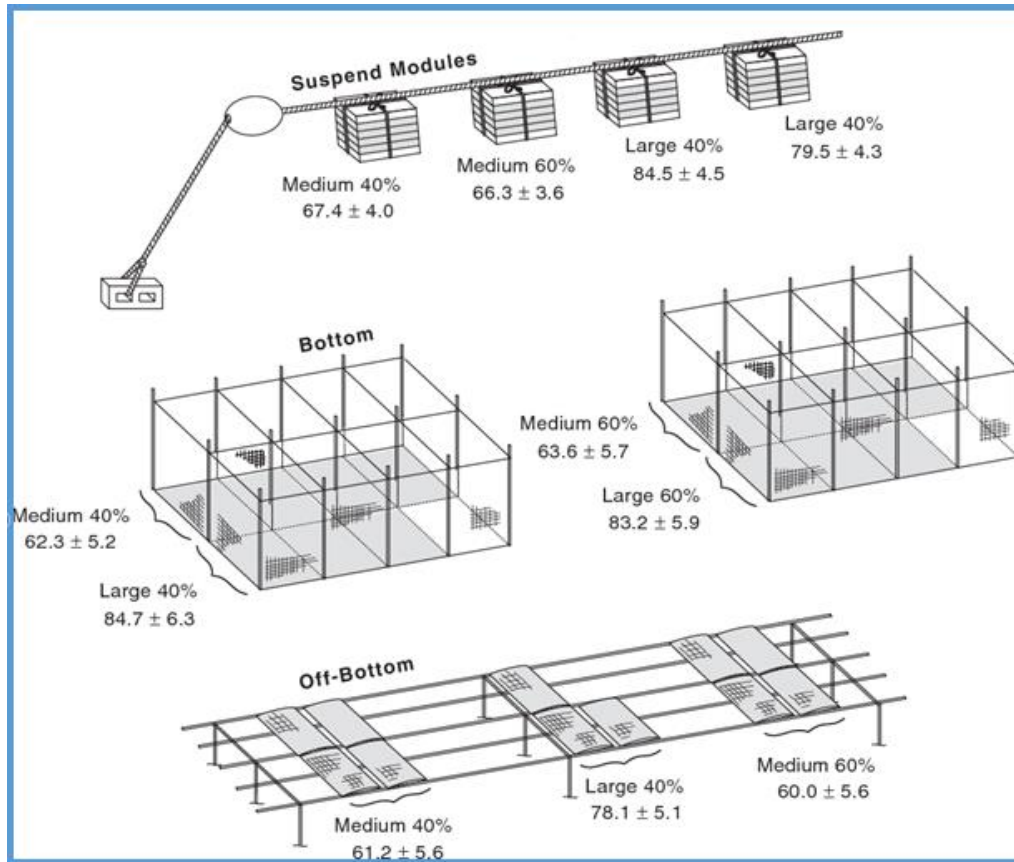


Figura II-37. Diagrama que ilustra el ciclo completo de engorda de la mano de león en el mar.

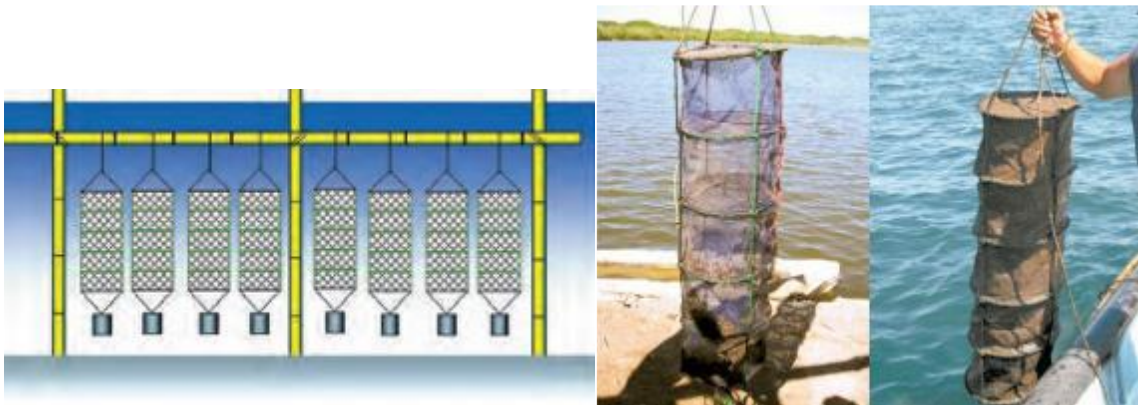


Figura II-38. Imágenes mostrando algunas de las artes de cultivo que se probaron en los diferentes cultivos con el fin de encontrar los que se ajusten a las diferentes especies de bivalvos.

Mortalidad.

La mortalidad depende del cuidado del cultivo y de algunos factores ambientales como son la

temperatura, productividad primaria, depredadores, y en menor escala: salinidad y oxígeno disuelto. Se calculan las siguientes mortalidades críticas para las especies elegidas:

Almeja catarina	40 %
Almeja generosa	50 %
Almeja mano de león	50 %
Callo de hacha	45 %
Ostión japonés	35 %

Fertilización, en su caso alimentación.

No aplica, se dispone del alimento que la naturaleza les provee a los organismos, caracterizándose el complejo lagunar de Ojo de Liebre por ser zona de alta productividad primaria.

Alimentación.

El uso de alimentos adecuados. Ésta es una práctica común en algunos cultivos acuáticos, sin embargo, en el caso de los moluscos bivalvos, aplica principalmente durante la producción de semilla y en estos casos es importante que no contengan contaminantes químicos, toxinas microbianas, plaguicidas, antibióticos no permitidos u otras sustancias adulterantes, se dispone del alimento que la naturaleza les provee a los organismos. En el capítulo IV se describe las especies de diatomeas, principal alimento de los bivalvos filtradores.

Oxigenación y recambio de agua, en su caso.

No aplica, no se prevé el uso de aireadores. El régimen de mareas es el mayor componente de las corrientes marinas presentes en la laguna Ojo de Liebre como se describe en el Capítulo IV, en los periodos de mareas vivas el recambio total de agua se realiza diariamente en este método de cultivo semi-intensivo, se ha observado en otros sitios que el movimiento continuo de las artes de cultivo por acción del oleaje, las corrientes y la acción de los operadores como es el volteo periódico de las artes, no permite la acumulación de heces y desperdicios en el interior de las artes de cultivo, aunado a la exposición periódica al sol evita la fijación excesiva de organismos epibiontes y restos de pastos marinos que llegaran a bloquear la luz de malla de estas artes.

Medidas contra depredadores.

Los artes de cultivo servirán para mantener confinados los organismos para evitar el contacto con depredadores.

Sistemas de seguridad contra fugas de organismos.

Las mallas finas en etapas tempranas de crecimiento son resistentes y se prevé un fuga del 0%, las linternas se mantendrán en buen estado con mantenimiento preventivo y correctivo. Además se contará con vigilancia permanente. Sin embargo se debe considerar que los bivalvos cultivados proviene de la misma área por tanto son especies nativas, que no afectara el entorno negativamente con la introducción de algún organismo patógeno asociado a la semilla. En el caso del ostión japonés se le exigirá a los proveedores que certifiquen que los

Enfermedades más comunes de la especie.

Enfermedades virales: Se desconoce de trabajos específicos con *A. ventricosus*.

Enfermedades bacterianas: Los géneros más patógenos para las larvas de los moluscos bivalvos son los *Vibrio* y *Pseudomonas*. Las *Pseudomonas* son bacilos rectos o ligeramente curvados, gram negativos, y quimiorganotróficos aeróbicos, mientras los *Vibrio* son bacilos rectos o curvados, aeróbicos facultativos y gram negativos y ha causado mortalidades en cultivos larvarios de *A. ventricosus*. El género *Vibrio* también ha sido reportado de haber causado mortalidades en los cultivos de engorda en el mar en *Argopecten irradians* en China. También se considera los géneros *Chlamydia* y *Rickettsia* potencialmente patogénicos.

Parásitos: Se ha reportado la presencia de un nematodo (*Echinocephalus pseudouncintus*), de planarias, de larvas de cestodos, y de crustáceos (*Tumidotheres margarita* y *Pseudomycola spinosus*) en México.

Medidas sanitarias preventivas y correctivas.

En el cultivo larvario se cambiará el agua cada dos días con agua de mar por filtros de arena y de cartuchos de 15, 10, 5 y 1 μm , tratado con UV y carbón activado. Esto prevendrá el crecimiento microbiano en los tanques de cultivo larvario.

En el cultivo en el mar no se tomará medidas específicas, se considera que la cantidad pequeña

de la semilla y las corrientes que favorecen el intercambio de agua prevendrán el desarrollo de enfermedades. Se privilegiara el manejo adecuado de la salud de los organismos, teniendo como prioridad las medidas preventivas en vez de la aplicación de tratamientos de enfermedades. El uso de densidades apropiadas, uso de larva y semilla de buena calidad y libre de patógenos certificables, buena calidad de agua para el cultivo, la selección de la especie idónea de acuerdo a las condiciones ambientales y una buena nutrición, disminuyen el estrés de los organismos y con ello bajan las probabilidades de aparición de enfermedades infecciosas y el uso de antibióticos y otros compuestos químicos. En el caso extremo de presentarse algún tipo de enfermedad no controlable la medida será sacrificar a toda la población y se destinará a una fosa sanitaria para su entierro, además de informar a la autoridad sanitaria y acuícola correspondiente.

Las medidas de bioseguridad que tienen como objetivo salvaguardar la salud de los moluscos bivalvos. Éstas se dividen en dos: medidas de protección, que tienen como objeto evitar la entrada de patógenos al sistema y medidas de prevención, que se encargan de proporcionar a los organismos, condiciones óptimas para evitar factores estresantes que mantengan su sistema inmune bajo las mejores condiciones y de esta forma, resistir la presencia de patógenos que hayan penetrado, a pesar de las medidas de protección implementadas.

Control y monitoreo de parámetros físico-químicos, biometrías.

Muestreo semestral.

- a) Salinidad: se medirá con un refractómetro tomando una muestra de agua a un metro de profundidad.
- b) Clorofila: se tomará una muestra de 1,000 ml. De agua de 1 M. de profundidad. La muestra se pasará por un filtro de fibra de vidrio, se extraerá la clorofila con metanol y se determinará la concentración de clorofila con un espectrofotómetro.
- c) Materia orgánica particulada: se tomará una muestra de 1000 ml. de agua del mar de un metro de profundidad. La muestra se filtrará en cilindros de fibra de vidrio presecados y prepesados. Se secará el filtro a 100°C. en un

horno secador por 48 horas, se pesará y después se quemará el filtro a 500°C. por seis horas y se pasará de nuevo. La diferencia del peso húmedo y seco sin cenizas representa a cantidad de materia orgánica particulada.

- d) Oxígeno disuelto: se tomará una muestra de agua de 1, 000 ml. De un metro de profundidad y se medirá la cantidad de oxígeno disuelto en g/L a través del método Winkler. Se tomará una muestra en la mañana y otra en la tarde.
- e) Temperatura: se medirá la temperatura cada hora a través de termógrafos en algunos sitios de la superficie y del fondo. Los datos se guardarán mensualmente en una computadora, equipada con el software necesario.

Biometrías y mediciones de crecimiento y sobrevivencia:

Se mantendrán al menos tres réplicas para la medición de crecimiento y sobrevivencia. El crecimiento se medirá mensualmente a través de la altura, el ancho y el espesor de la concha con un vernier en 30 individuos en cada réplica. La supervivencia se determinará mensualmente a través de conteos de organismo vivos y muertos en cada réplica de los diferentes métodos de cultivo. En la etapa de pre-engorda, se establecerá una relación entre tamaño y peso para determinar el factor de condición gonadal y de rendimiento muscular y el tiempo apropiado para la venta del producto.

Medidas preventivas, de diagnóstico y de control sanitario

El control sanitario en toda actividad acuícola se hace necesario y obligatorio en primera instancia para proteger la inversión realizada y para evitar la diseminación de patógenos en el cultivo. Entre los factores de riesgos identificados que afectan a los proyectos acuícolas de moluscos bivalvos se pueden mencionar los siguientes: la presencia de enfermedades infecciosas, certificables y de notificación obligatoria de acuerdo con la OIE y la NOM-010-PESC-1993 y la introducción de semilla o reproductores sin certificado sanitario.

Para la mitigación de estos factores de riesgos se pueden mencionar las siguientes medidas sanitarias:

- **Control de origen de la semilla.** El control del origen de la semilla se debe realizar en

coordinación con el Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California Sur, encargado de dar seguimiento a los laboratorios de producción de semillas en el estado y vigilar que la semilla provenga de laboratorios donde se aplican medidas de bioseguridad para garantizar la calidad y la ausencia de patógenos y análisis que avalen esta ausencia de patógenos de acuerdo a la OIE y la NOM-010-PESC-1993. Como requisito obligatorio, el proveedor deberá entregar junto con la semilla certificados sanitarios vigentes de que la semilla está libre de estos patógenos. La vigencia de estos certificados los determina el CESAIBCS.

- **La aplicación de Buenas Prácticas de Producción de Moluscos Bivalvos.** Estos lineamientos están establecidos en el Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la Inocuidad Alimentaria editado por el Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria (SENASICA), de la SAGARPA (**Ver anexo 3**).

Principios generales de la depuración

Los principios generales para llevar a cabo la depuración son:

1. Reanudar la actividad de filtración para que se eliminen los contaminantes.

Será necesario evitar el estrés innecesario en los organismos antes de la depuración, por lo tanto se deberán mantener, hasta donde sea posible, las condiciones fisiológicas de los organismos en las etapas de recolección y de manejo posterior. En este sentido, se sugiere emplear una salinidad que no varíe más de 20% respecto al lugar de recolección (**Tabla II.10**).

Para el oxígeno disuelto se manejan valores del 50 al 60%, aunque la cantidad absoluta de oxígeno disuelto en el agua varía con la temperatura (se alcanza una concentración más baja con temperaturas más elevadas, mientras que las necesidades de oxígeno de los moluscos bivalvos aumentan con la temperatura). En general, y con un ejemplo en mejillón, los sistemas de depuración mantienen concentraciones de oxígeno de al menos 5 mg/L, que puede variar para otras especies. Hay que cuidar que el método de aireación sea el adecuado, para no comprometer la sedimentación de las heces y pseudo-heces expulsadas.

Para el caso de la temperatura, existen límites superiores e inferiores, fuera de los cuales los moluscos no realizan adecuadamente sus funciones. En la Tabla se muestran valores ilustrativos.

Tabla II.10. Límites mínimos de salinidad recomendados para la depuración

Nombre científico	Nombre común	Salinidad mínima (ppt)
<i>Crassostrea gigas</i>	Ostra japonesa	20.5 ¹ (Reino Unido)
<i>Ostrea edulis</i>	Ostra europea	25.0 ¹ (Reino Unido)
<i>Mytilus edulis</i>	Mejillón	19.0 ¹ (Reino Unido)
<i>Cerastoderma edule</i>	Berberecho común	20.0 ¹ (Reino Unido)
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	20.5 ¹ (Reino Unido)
<i>Tapes decussatus</i>	Almeja fina	20.5 ¹ (Reino Unido)
<i>Tapes philippinarum</i>	Almeja manila	20.5 ¹ (Reino Unido)
<i>Ensis spp.</i>	Navaja	30 ¹ (Reino Unido)
<i>Crassostrea iredalei</i>	Ostra rayada	17.5 ² (Filipinas)
	Ostra	20 ³ (Japón)

Fuente Lee et al., 2010.

1 Especificaciones del Reino Unido, por CEFAS.

2 Palpal-Latoc et al., 1986.

3 Reglamentos de la Prefectura de Hiroshima.

Tabla II.11. Límites de temperatura recomendados para la depuración.

Nombre científico	Nombre común	Temperatura (° C)	
		Inferior	superior
<i>Crassostrea gigas</i>	Ostra japonesa	8 ¹	18 ²
<i>Ostrea edulis</i>	Ostra europea	5 ¹	15 ²
<i>Mytilus edulis</i>	Mejillón	5 ¹	15 ²
<i>Cerastoderma edule</i>	Berberecho común	7 ¹	16 ²
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	12 ¹	20 ²
<i>Tapes decussatus</i>	Almeja fina	12 ¹	20 ²
<i>Tapes philippinarum</i>	Almeja manila	5 ¹	20 ²
<i>Ensis spp.</i>	Navaja	10 ¹	
<i>Mya arenaria</i>	Almeja babosa	2 ³	20 ³
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Chirla mercenaria	10 ³	20 ³

Fuente: Lee et al., 2010.

¹ Especificación del Reino Unido por CEFAS en nombre de la agencia británica Food Standards Agency.

² Recomendación de Seafish Industry Authority.

³ NSSP de los Estados Unidos – valores recomendados salvo que se muestre lo contrario con estudios de verificación de procesos.

2. Eliminar contaminantes

La eliminación de contaminantes microbianos se consigue principalmente cuando se proporcionan las condiciones fisiológicas adecuadas para que el organismo tenga actividad filtradora y se mantiene un flujo de agua ininterrumpido que pueda extraer del molusco el contaminante. Sin embargo, la eliminación de los virus, no necesariamente puede ser efectiva.

3. Prevenir re-contaminación

Para evitar la re-contaminación durante el proceso de depuración se requiere trabajar bajo un sistema de lotes por tandas completas (todo dentro/todo fuera), donde no se añaden más organismos al sistema cuando se inicia el ciclo de depuración. De esta manera se evita que los moluscos que están parcialmente depurados se re-contaminen con el material excretado por los moluscos recién introducidos o que el material fecal depositado se resuspenda por esta introducción.

Hay que recordar que en la planta de depuración se deben de tomar las medidas de bioseguridad que incluyen el lavado de los utensilios, equipamiento, la desinfección y el secado, en caso de que aplique.

En los países con climas templados, son necesarias temperaturas muy por encima del mínimo al que se produce la filtración para poder eliminar a los virus. Por otro lado, existe preocupación de que al aumentar la temperatura proliferen los vibrios marinos dentro del sistema de depuración.

4. Mantener viabilidad

La viabilidad y la calidad se mantienen de la siguiente manera:

- Manejando y almacenando apropiadamente los moluscos antes y después de la depuración
- Proporcionando el flujo de agua y el oxígeno disuelto adecuados durante el proceso de depuración

- Evitando temperaturas muy altas o muy bajas
- Manteniendo al mínimo la acumulación de productos finales, como el amoníaco

Los organismos recién desovados no deben ser depurados ya que se encuentran muy debilitados. Cuando éstos desovan en los tanques de depuración, deben ser retirados y ser devueltos a la zona de recolección.

Métodos de esterilización en la depuración.

Para esterilizar el agua que se utiliza en la depuración, el primer paso es obtener agua filtrada del ambiente y garantizar que cuente con el nivel apropiado de sólidos suspendidos para poder ingresar al sistema. Se usan tres sistemas de depuración: de cloro, luz ultravioleta y ozono.

1. En el caso de utilización de cloro, éste se mezcla con el agua. El cloro mata a todo organismo vivo, incluyendo organismos patógenos y se utiliza una concentración de 2 a 3 mg/L en un tiempo de una hora

La cantidad de cloro a utilizar se determina de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VA \text{ (L)} = \frac{CFR \text{ (mg/L)} \times VT}{CSM \text{ (mg/L)}}$$

Donde:

VA = Volumen a añadir

CFR = Concentración final requerida

VT= Volumen del tanque

CSM = Concentración de la solución madre

Antes de suministrar el agua en los tanques de depuración, se extrae el cloro o se disminuyen sus valores hasta menos de 0.1 mg/L. Esta reducción se consigue agregando Tiosulfato de sodio, con aireación o conduciendo el agua clorada por cascadas en las cuales se desprende el cloro en forma gaseosa.

2. En el caso de la depuración con luz ultravioleta, con frecuencia se utilizan lámparas de baja presión. La unidad de lámpara UV está compuesta por un tubo en el que la lámpara está contenida en una funda de cuarzo y el agua de mar pasa por el espacio entre la funda y el tubo. La eficacia de producción de UV se reduce con el uso; en este sentido, el fabricante suele

especificar su vida útil y hay que reemplazarlas una vez que se alcanza esa vida media. Es necesario que se lleve un registro, ya sea manual o automático, de los cambios de lámpara, con el objeto de garantizar que se aplica la dosis correcta al proceso de depuración. Por otro lado, la efectividad de la esterilización dependerá de la calidad del agua a utilizar, en este caso, de la turbidez, presencia de sales inorgánicas o material orgánico. La cantidad de luz UV que se aplique al agua de mar dependerá de la limpieza de la funda de cuarzo que contiene a la lámpara, por lo que será necesario tener un calendario de limpieza, con productos aprobados para ese proceso. Para corroborar la eficiencia del sistema se recomiendan cultivos bacteriológicos del agua antes y después del proceso

3. El ozono es efectivo para inactivar a bacterias y a virus, aunque es un proceso de desinfección con costos muy elevados. Se puede comprar en forma gaseosa, en cilindros, o se puede producir en el sitio, mediante luz UV (longitud de onda máxima a 185 nm).

Capacitación y verificación sanitaria

Uno de los factores más importantes para la realización exitosa de cualquier producción animal, incluyendo a la acuicultura de moluscos bivalvos, es la capacitación en materia sanitaria. Como consumidores de productos cultivados o criados, estamos acostumbrados a la existencia de controles y supervisión sanitaria. Nadie cuestiona la aplicación obligatoria de buenas prácticas para la producción, sacrificio y comercialización de cualquier producto de origen animal o vegetal destinados al consumo humano; lo mismo aplica a los productos obtenidos por la acuicultura. La base de esto, es la capacitación de todos los actores involucrados, desde los propios productores hasta los consumidores pasando por los comercializadores y autoridades gubernamentales involucradas en esta cadena productiva.

La capacitación es un proceso constante que debe ser considerado como parte integral de las buenas prácticas de cultivo. Los conocimientos se van enriqueciendo conforme aumenta la experiencia y la investigación científica aplicada en el sector. En este sentido es indispensable la continua actualización de conocimientos de los actores involucrados en esta cadena productiva como se ha mencionado antes. La capacitación debe estar a cargo de personal calificado y, en los casos que corresponda, por personal certificado por la Autoridad

Competente para tal efecto. No se puede escatimar en el valor del conocimiento y este debe llevarse a los rincones de producción en donde se asientan las propias empresas dedicadas al cultivo de moluscos bivalvos. Es necesario reconocer que en México el sector pesquero-acuícola está conformado en gran parte, por un perfil académico básico que requiere de diseñar una estrategia de capacitación específica para atender a este grupo productivo.

Se debe aspirar, como región, a generar una industria no de subsistencia, como tradicionalmente se ha etiquetado a la acuicultura en América Latina, sino una industria competitiva utilizando las mejores tecnologías y los mejores procesos administrativos y de comercialización que compita a nivel internacional. La capacitación debe ser integral. La vinculación de la investigación científica con las necesidades de producción es indispensable como una vía para la optimización del proceso tecnológico, pero también para participar activamente en la capacitación y formación de recursos humanos de alto nivel.

- **Disposición en lugares adecuados de los organismos muertos.** Los organismos muertos se retirarán del cultivo y depositados en un lugar predeterminado en tierra. La susceptibilidad a enfermedades está relacionada con el adecuado manejo y las condiciones de cultivo.

Como otras medidas de control del cultivo, se realizarán diversos monitoreos de parámetros ambientales, biológicos, y seguimiento al cultivo entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- **Monitoreo ambiental.** Se llevará a cabo la medición de parámetros ambientales, como temperatura del agua de mar, salinidad, oxígeno y PH, además de otro aspecto importante como **Fitoplancton**: identificación de la composición y abundancia en la zona del cultivo, esto para la oportuna detección de posibles apariciones de florecimientos algales nocivos que pudieran afectar al cultivo por medio bajas de oxígenos y taponamiento de branquias de las semillas. Esta actividad se realizará una vez por semana.
- **Bacteriológicos.** Determinar si en el área de influencia del cultivo existe la presencia de

patógenos bacterianos, como bacterias del género *Vibrio* que se ha reportado son altamente patógenos a larvas y juveniles de ostión Japonés y otros bivalvos; determinar si en sus aguas circundantes, se encuentran libres de bacterias coliformes fecales y totales por cualquier asentamiento o actividad humana. Se considera de suma importancia llevar el monitoreo de estas bacterias para evitar cualquier contaminación del producto sujeto a cultivo. La periodicidad del monitoreo será mensual.

Biometrías. Dar seguimiento al cultivo, midiendo su tasa de mortalidad y de ser posible las biometrías de la mortalidad, así como el monitoreo periódico de la biometría y estado de salud general del cultivo. La periodicidad será mensual

En caso de encontrarse organismos enfermos se colectaran se colocaran en hieleras y se enviaran al Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California Sur para que los examine y determine las medidas de bioseguridad y control que considere adecuadas en los casos que llegaran a presentarse.

Empleo de organismos triploides en el Proyecto

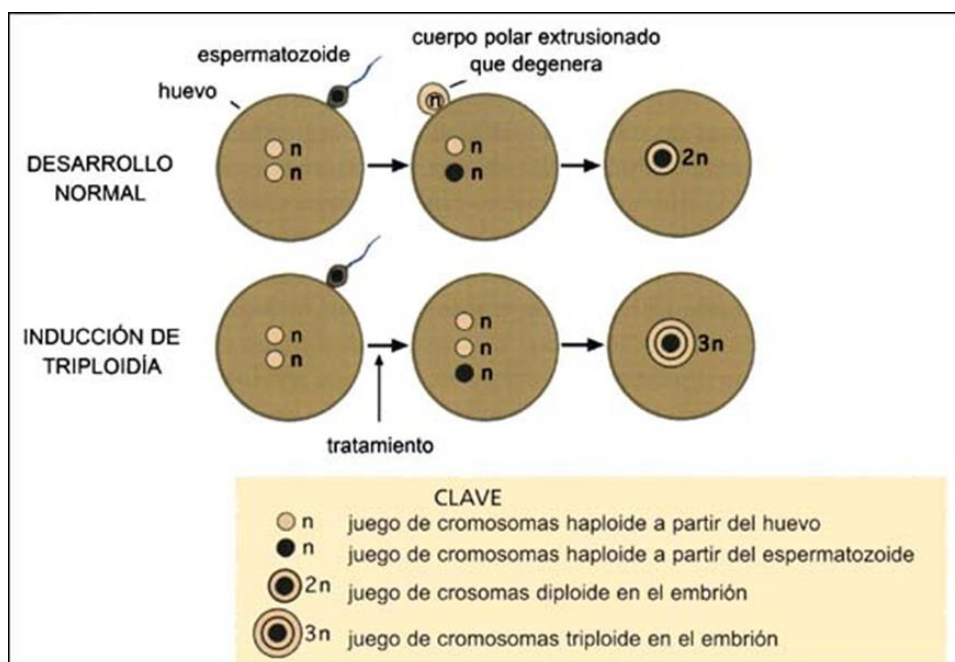
La poliploidía es uno de los campos de investigación en la genética de bivalvos que ahora se ha convertido en práctica común, sobre todo la producción de animales triploides (3n). Aunque se hayan producido vieiras, almejas y mejillones triploides, la mayoría de los trabajos se han centrado en la producción de ostras triploides, en particular el ostión japonés triploide.

El interés en desarrollar la tecnología para producir ostras triploides en la costa Pacífica de Norteamérica surgió por dos motivos. En primer lugar la industria quería disponer de ostras de buena calidad para el consumo durante todo el año para mantener y prolongar la campaña de comercialización. Las gónadas del ostión japonés pueden ocupar hasta el 50% del peso de las partes blandas del cuerpo. Cuando en la primavera el glucógeno se convierte en gametos, el ostión desarrolla un sabor desagradable y después del desove las partes blandas pierden volumen y se vuelven acuosas, convirtiéndose entonces en un producto no apto para la comercialización. En segundo lugar, al evitar el desove se pueden evitar las muertes por la llamada «enfermedad del verano», en parte debida al estrés fisiológico sufrido durante la época de reproducción. Si al cultivar ostras triploides se pudiera evitar la transformación de

glucógeno en gametos, podría reducirse significativamente la tasa de mortalidad.

Los triploides se producen al impedir la meiosis del huevo para que éste permanezca en estado diploide (2n). Cuando los espermatozoides en fase haploide (1n) fecundan un huevo diploide el resultado es un animal triploide (Ilustración 109).

Se puede evitar que los huevos de los bivalvos pasen por la meiosis y alcancen la fase haploide sometiéndolos a un tratamiento térmico o químico. Con el tiempo se ha conseguido perfeccionar la técnica con un nivel de éxito en la producción de triploides del 90%.



Ahora algunos criaderos prefieren el método del choque térmico. Los huevos fecundados normalmente se mantienen a 25 °C, pero se les somete a un cambio brusco de temperatura a 32 °C durante dos minutos y luego se restaura la temperatura a 25 °C. El choque térmico se aplica después de la emisión del primer cuerpo polar, unos veinte minutos después de la fecundación. Este método también se ha perfeccionado y el nivel de éxito en la producción de triploides es el mismo que con el tratamiento químico, es decir un promedio de éxito del 90%.

Tanto el método químico como el térmico son efectivos, pero la mayor desventaja es que raramente se consiguen triploides en el 100% de los casos. Se necesitaba un método que pudiera producir triploides constantemente con cada selección en el 100% de los casos.

Las investigaciones realizadas en Europa y los Estados Unidos han ayudado al desarrollo de métodos para producir ostras tetraploides (4n). Hasta la fecha sólo se han producido machos tetraploides en el 100% de los casos y esta misma tecnología es la que se emplea tanto en el Laboratorios del CIBNOR como en la empresa Cultivos Robles, principales proveedores de semilla contemplados para este Proyecto. Cuando los organismos tetraploides se cruzan con ostras diploides siempre producen triploides en el 100% de los casos. El método es efectivo y probablemente llegará a emplearse de manera extensiva por los criaderos y la industria de engorde conforme aumente la disponibilidad de tetraploides.

El futuro

En el futuro, la creciente demanda de productos del mar, entre ellos, los bivalvos, indudablemente continuará ascendiendo y habrá que incrementar la producción para satisfacer esta demanda. Es bastante improbable que la oferta de las pesquerías tradicionales de bivalvos aumente significativamente, dado que la mayoría de los stocks naturales se están recolectando a, o cerca de, los niveles máximos, por lo que cualquier incremento productivo importante tiene que venir de la acuicultura. De hecho, la meta actual de muchas actividades de cultivo de bivalvos es restaurar las poblaciones a los niveles anteriores a la sobreexplotación. Las actividades de cultivo en el futuro tendrán que ser lo más eficientes posible, no sólo por motivos de viabilidad económica, sino para aprovechar al máximo las zonas de producción que serán objeto de una creciente presión por parte de las actividades humanas, y que incluso podrán llegar a reducirse por la presión demográfica.

Cualquier aumento de la producción de bivalvos en el futuro implicará un incremento del abastecimiento de semilla fiable, abundante y económica. La recolección de juveniles en las poblaciones naturales seguirá siendo importante pero ésta es un área limitada, y una parte muy importante del abastecimiento de semilla provendrá de los criaderos. Existen ventajas añadidas en la producción de semilla en los criaderos si lo comparamos con la recolección de semilla natural, entre ellas la fiabilidad, la capacidad de satisfacer la demanda, y la capacidad de proporcionar semilla de cepas seleccionadas, en vez de importar semilla de especies

exóticas.

Beneficios ambientales del cultivo de bivalvos en la Laguna Ojo de Liebre (LOL).

- En 2015 se publicó los resultados de una investigación realizada por Suzanne Bricker y Julie Rose, científicas de los Centros Nacionales de Ciencia Oceánica Costera de la NOAA, el Servicio Nacional de Pesca Marina y la Nueva Universidad de Lisboa con el objetivo de enfrentar el aporte excesivo de nutrientes en los ambientes estuarinos y costeros, (Como el de la LOL) también conocido como eutrofización, que puede provocar floraciones de algas, agotamiento de oxígeno, muerte de peces y una pérdida general de hábitats clave. Esta nueva investigación de NOAA apoya el uso de la acuicultura de bivalvos para la eliminación de nutrientes y la reducción de la eutrofización.

Para incluir la acuicultura de bivalvos como parte de un enfoque integral para el manejo de nutrientes, los científicos midieron la cantidad de nitrógeno eliminado del ambiente local por una granja de mariscos aplicando el modelo de Manejo de Recursos de Acuicultura Agrícola (FARM en sus siglas en ingles), que estima el impacto de la eliminación de nutrientes de los mariscos a través del crecimiento y la cosecha, como bien la producción de mariscos. Aplicado a 14 ubicaciones en nueve países y cuatro continentes, considerando siete especies de mariscos, el modelo estimó un rango general de eliminación anual de nitrógeno de 105 lb ($12 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$) a 1,356 libras por acre ($152 \text{ g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$). Estos resultados se comparan favorablemente con la efectividad reportada de eliminación de nitrógeno de las mejores prácticas agrícolas de manejo y las medidas de control de aguas pluviales, lo que indica que la acuicultura de bivalvos como un candidato efectivo para su inclusión en los programas de comercio de nutrientes. Determinar un rango potencial de tasas de eliminación de nitrógeno por parte de las granjas de mariscos es valioso para los planificadores y reguladores costeros que buscan desarrollar planes de reducción de nitrógeno a escala de cuenca. Estos resultados apoyan la discusión mundial en curso entre los productores y reguladores sobre el papel de la acuicultura de mariscos en los problemas relacionados con la reducción de la nutrición y al mismo tiempo proporcionan una fuente de

productos pesqueros sostenibles. (NCCOS, 2015).

- Con el cultivo semi-intensivo de moluscos bivalvos nativos de la LOL se espera un repoblamiento natural de los bancos.

En los últimos años las capturas de especies de callo de hacha en Baja California Sur han presentado disminuciones importantes, entre 2009 y 2011 se tuvo un descenso de más de doscientas toneladas (DOF, 2018). Lo mismo se ha observado en otros bancos naturales de bivalvos de importancia pesquera como la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*) y la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) en la Laguna Ojo de Liebre; donde se tuvo que declarar un cierre temporal a la pesquería para su recuperación (Comisión de Pesca, 2014). El drástico decaimiento de este recurso ha generado un mayor interés de explotación en otras especies de igual importancia comercial en esta laguna, como son *Atrina maura* y *Pinna rugosa*, especies que hoy en día continúan siendo reguladas bajo la misma estrategia de manejo.

De acuerdo a las experiencias en los cultivos emprendidos dentro de la LOL y en otras localidades se ha observado que estas cuatro especies presentan la madurez gonadal y desoves masivos antes de alcanzar su talla comercial en el caso particular de *N. subnodosu* se dan hasta 4 desoves al medio ambiente antes de su cosecha, por lo que corresponde a *P. rugosa* y *A. maura* se alcanza la madurez gonadal a los 10 cm de longitud de concha por lo que se pueden presentar al menos dos desoves masivos antes de ser extraído para su venta. Quienes estudiaron su ciclo reproductivo reportaron que el momento de su máxima maduración y liberación de gametos ocurrió desde mediados de primavera hasta finales de verano.

Estos reclutamientos conducirán a repoblar los bancos naturales en el área, los que actualmente se encuentran en su límite y además el hecho de que se obtenga una importante producción por la acuicultura favorecerá para que se creen las condiciones que permitan a la autoridad proponer medidas de manejo pesquero para cada especie, necesarias para la sostenibilidad de sus poblaciones.

Por lo que aunado a los beneficios ambientales se agregan los beneficios económicos para el sector de la población que se dedica a la pesca, especialmente para los que no

forman parte de esta Unión.

Calendarización o fecha de cosecha.

Las cosechas se llevarán a cabo de manera anual, llegando a tener dos cosechas anuales en primavera y en otoño después del primer año. Para la almeja generosa y almeja mano de león se hará seguimiento del crecimiento y supervivencia.

Técnicas de cosecha.

La cosecha de los individuos cultivados se llevará a cabo mediante la recolección directa de las linternas. Se desconcharán las almejas de manera adecuada, considerando el aprovechamiento de vísceras para la elaboración de embutidos para consumo humano y la concha para elaboración de artesanías.

La cosecha de los individuos cultivados en el fondo se llevará a cabo mediante buceo con compresor en el caso de la almeja. La cosecha de los organismos suspendidos en long-line se hará usando una lancha con motor fuera de borda. La almeja generosa se comercializará viva.

- a) Diseño y distribución de los núcleos o agregados de artefactos de cultivo. Implicaciones del diseño seleccionado en las estrategias de mitigación del impacto ambiental del proyecto. Número y dimensión de los artefactos que integran a la unidad de producción.

En otras secciones del manifiesto se dio cumplimiento a esta información.

- b) Acotaciones relativas al sitio donde se pretende establecer la unidad de producción (distancia de la unidad a la rivera o límite del cuerpo de agua; profundidad del sitio seleccionado y altura de la fracción de la columna no ocupada por los artefactos de cultivo, sistema de sujeción y anclaje).

Por la variedad de especies y las distintas técnicas de cultivo que se pretenden emplear se utilizara toda la columna de agua, desde la zona intermareal donde se ubicaran las camas y racks hasta los 11 m de profundidad donde se colocaran cercos para la almeja mano de león y generosa. En la figura II-31 se muestra que se contemplan zonas aptas para cultivo, en la zona intermareal ostión y almaja Catarina, en la zona media, almeja chocolate, callo de hacha, mano

de león y en la zona profunda almeja mano de león y almeja generosa, en el caso de los cultivos en suspensión, para la colocación de líneas madres se empleara la zona profunda y las líneas ajustables se colocaran en la zona media.

c) De acuerdo al patrón de hidrodinámica de las masas de agua en el sitio seleccionado, estimar:

1. Tiempo requerido para lograr el recambio total de agua en el interior del recinto de cultivo

Por las características del cuerpo de agua utilizado, el margen de un canal, se esperan velocidades de corriente de entre 0.25 m/s a 0.50 m/s dependiendo de la fase de la marea, por lo que el tiempo de recambio total de agua en el polígono del proyecto sería entre 35 y 15 minutos lo que impediría la acumulación de residuos fecales y permitiría un flujo constante de agua con una buena saturación de O₂ por lo que este factor no sería una limitante o un factor de riesgo para la viabilidad ambiental del proyecto.

2. Acumulación de materia orgánica en el fondo del sitio seleccionado como consecuencia de la generación de excretas, residuos y alimentos no consumidos.

Como se mencionó en el párrafo anterior de acuerdo al comportamiento hidrodinámico de esta zona contigua a una de las redes de canales del complejo lagunar no se espera que ocurra una acumulación activa de excretas y por la naturaleza del proyecto no existirán restos de alimento sin consumir ya que no se empleara la alimentación de piensos o alimentos balanceados, ya que los organismos filtradores no requieren este tipo de alimento, por lo que no se espera que este factor sea un problema en este sistema semi-intensivo.

Con base al análisis de la hidrodinámica, señalar las medidas que se adoptarán para permitir el adecuado flujo de agua a través de los artefactos de cultivo y la dispersión de los nutrientes y residuos en las áreas a ocupar.

Las líneas madres se colocaran de manera perpendicular al flujo de corrientes, que en el sitio del proyecto se presentan en dirección noreste-suroeste cuando se presenta la pleamar y suroeste-noroeste en el ciclo de bajamar, esto favorece que las artes se encuentren expuestas

de manera individual al mayor flujo de agua presente, para permitir el aporte de oxígeno y plancton por un lado y el arrastre de los residuos compuesto principalmente por las heces de los organismos.

En otras secciones del manifiesto se describen el diseño de los artefactos de cultivos que esencialmente son líneas madres que se ubicaran en la zona profunda y que se utilizaran básicamente para la pre-engorda de todos los organismos y en el caso de la mano de león en la fase intermedia. En esta etapa es cuando los organismos son más vulnerables a las infecciones virales y bacteriológicas.

Se designara un responsable del seguimiento de los lotes de semilla recibidos, de tal forma que atienda en forma inmediata la preparación de la semilla en bolsa mosquitera o en costales según sea la talla y el método a utilizar; de tal forma que la densidad de los organismos en las bolsas mosquiteras o pochos sea la adecuada, así como la distancia entre las artes de cultivo, llámense canastas, bastidores, etc., además de la utilización de bitácoras, que permitan la trazabilidad y rastreabilidad de los organismos, y en base a estas, se establecerá la programación de rutinas de clareo.

La utilización de bitácoras para control y registro de parámetros físico químicos, tipo de epibiontes; así como de eventos especiales que se den en el medio, durante el seguimiento del cultivo.

El uso del material adecuado para las bolsas mosquiteras o pochos, cuidando que se encuentre en óptimas condiciones; es decir limpias que no se encuentren rotas o con rasgaduras, de tal forma que no haya pérdida ni contaminación de los organismos a cultivar; la distancia entre módulos es de suma importancia, para que se permita la circulación de agua entre ellos y se evite el golpeteo por acción de las mareas, entre módulos que puede provocar la pérdida y/o daño de la semilla.

En este Proyecto su diseño se ha considerado colocarlas por núcleos o unidades de cuatro a tres líneas separadas por dos metros cada una y se colocara otra unidad de cuatro o tres líneas a una separación de nueve metros de distancia, esto permite la circulación del agua así como la libre navegación para labores de mantenimiento y vigilancia sanitaria.

Cada unidad de producción tiene una separación espacial de 70 metros entre unidades de producción para evitar una transmisión de una posible enfermedad infecciosa y la acumulación de materia orgánica.

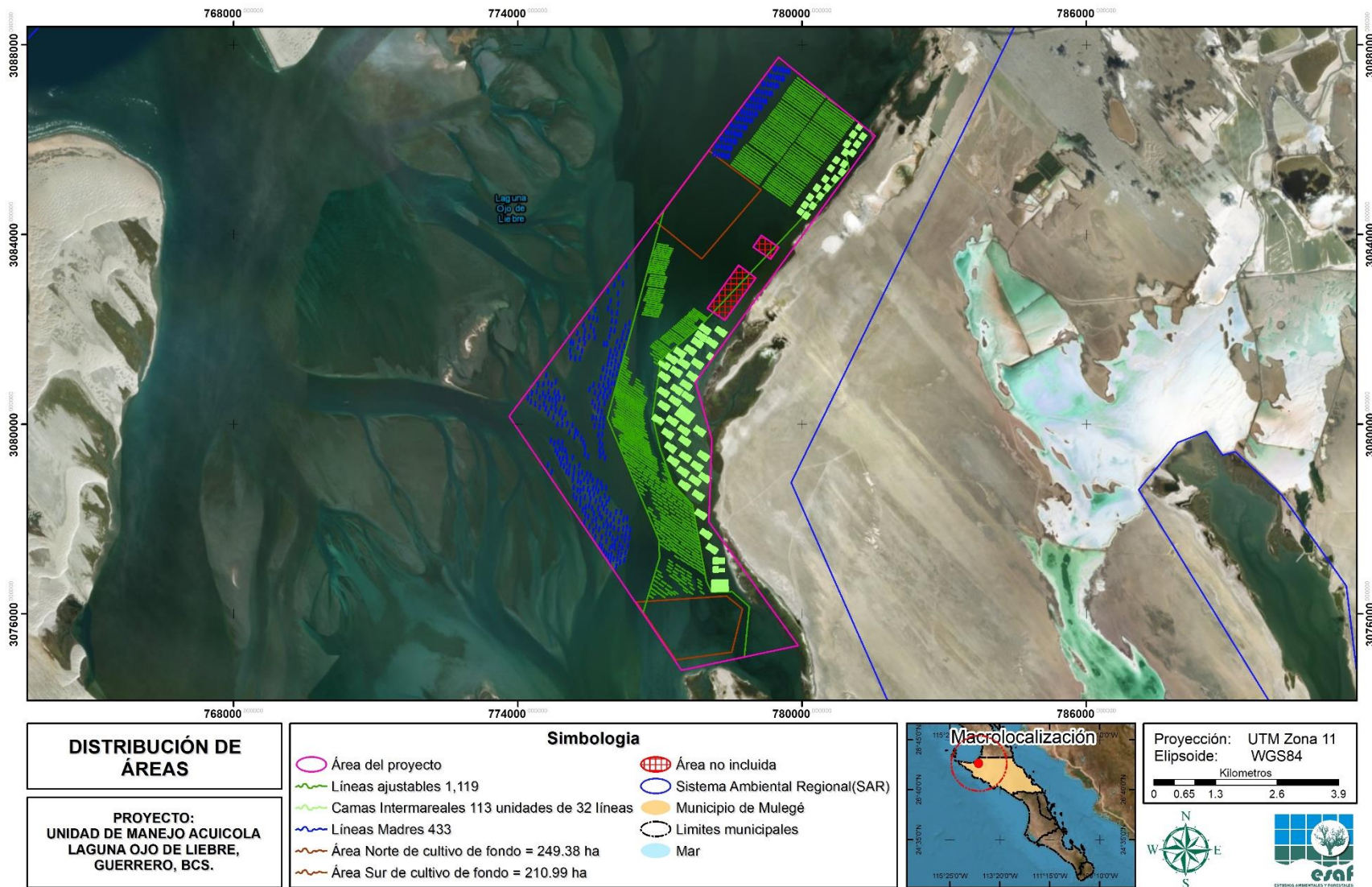


Figura II 39. Diseño y distribución general de los núcleos o agregados de artefactos de cultivo dentro del polígono del proyecto.

II.2.2 Programa de trabajo

Ver apartado II.1.4

ETAPAS	ACTIVIDAD	BIMESTRES				
		1	2	3	4	5
GESTIÓN DE TRAMITES	Gestión ante las diferentes instancias federales, estatales y municipales para la obtención de las respectivas licencias permisos y autorizaciones.	■				
PREPARACIÓN DEL SITIO	Preparación del sitio			■		
	Levantamiento topo batimétrico y trazo de las zonas de cultivo			■		
	Colecta de reproductores.			■		
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	Construcción de artes de cultivo				■	
	Instalación de artes de cultivo				■	
ETAPA DE OPERACIÓN	Limpieza de artes de cultivo				■	
	Desdobles y reubicación de organismos				■	
	Cosecha					
	Aplicación de medidas sanitarias				■	
	Vigilancia sanitaria				■	
	Mantenimiento				■	
ABANDONO DEL SITIO	Abandono del sitio, aplicación del programa de abandono del sitio					

II.2.3 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

Las actividades que se realizaran en el presente proyecto son:

II.2.4. Preparación del sitio

La preparación consistirá en recorridos por los buzos para elegir las zonas más apropiadas, libres de rocas y obstáculos, con pendientes suaves y con sustrato homogéneo,

preferentemente constituido por una mezcla de fango y arena.

Para la disposición de residuos sólidos se emplearan contenedores con tapa en el campo pesquero Las Casitas, cada día se llevaran los residuos al relleno sanitario de Guerrero Negro.

Para la disposición de residuos sanitarios se utilizaran letrinas portátiles a razón de una por cada 10 trabajadores, estas estarán localizadas en el campo pesquero Las Casitas se contratara una empresa especializada para que de mantenimiento a los sanitarios.

No se contempla dar mantenimiento a vehículos o embarcaciones en el sitio del proyecto, no se utilizara pintura en ninguna estructura de cultivo por lo que no se prevé la generación de residuos peligrosos.

II.2.5. Construcción e instalación.

Las artes de cultivo se describieron en las sección “artes de cultivo” cabe mencionar que en el caso del sembrado de la Panopea en el fondo los refugios serán construidas con tubo de PVC de $\frac{1}{2}$ " \varnothing y forrada con malla plástica cuadrada con una luz de malla de 1 cm² dichas estructuras serán construidas en las instalaciones en tierra ubicadas en la localidad de Guerrero Negro por los mismos miembros de la Unión con herramientas menores como pinzas, tijeras, arcos con segueta, etc. Estos domos serán transportados apilados en embarcaciones menores al área del proyecto ahí serán colocadas por buzos con equipo autónomo. Una vez fijado el domo en el fondo, los organismos son sembrados por buzos a una densidad de 40 a 50 organismos por metro cuadrado.



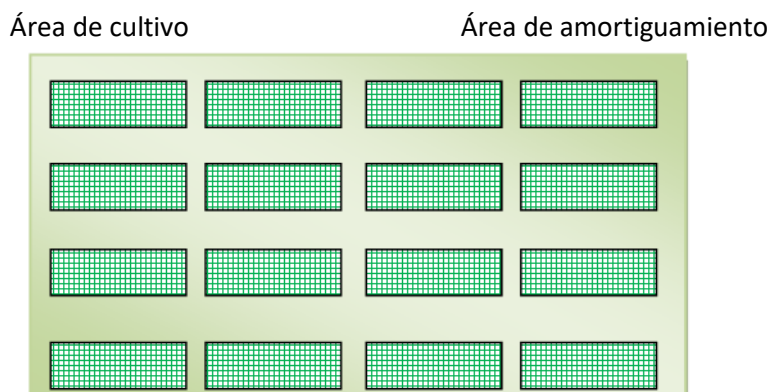


Figura II-40. Arriba Domo de protección para el cultivo de almeja generosa. Abajo Esquema de distribución de los artes de cultivo indicando el área de amortiguamiento.

Las Líneas Madres se construyen a base de cuerda de nylon de ½" de diámetro con dos flotadores en los extremos y de ahí se fijan al fondo con un sistema de anclaje de concreto. La longitud útil de las líneas será de 100 m y en cada extremo 20 m sumergido y tensado por el sistema de anclaje.

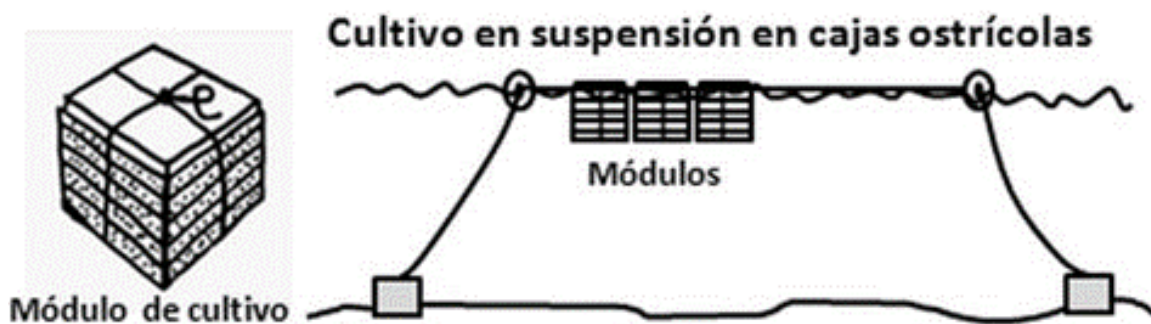


Figura II-41. Diagrama esquemático de una línea madre.

Las Líneas Ajustables consisten cada unidad de tres cables de acero forrado de PVC fijados por poste de madera o PVC, en estos postes se colocan tres espaciadores de línea a diferentes alturas con el propósito de colocar los módulos dentro o fuera del agua, esto para permitir la limpieza de los módulos y el "endurecimiento" de la concha de los organismos

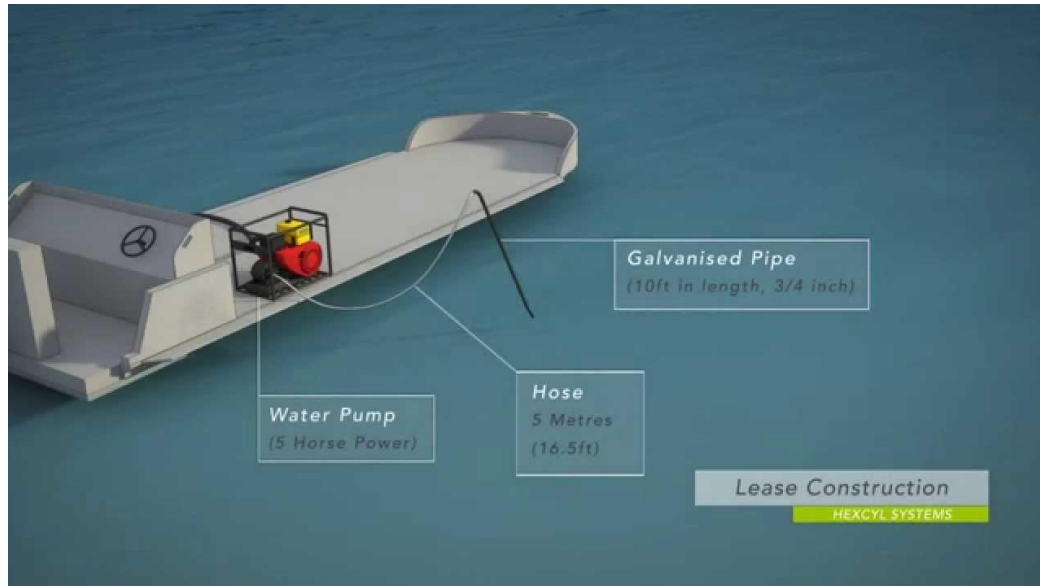


Figura II-42. Lancha con superficie de trabajo plana con una bomba de agua para por medio de un tubo hacer los orificios en la arena y colocar los postes.

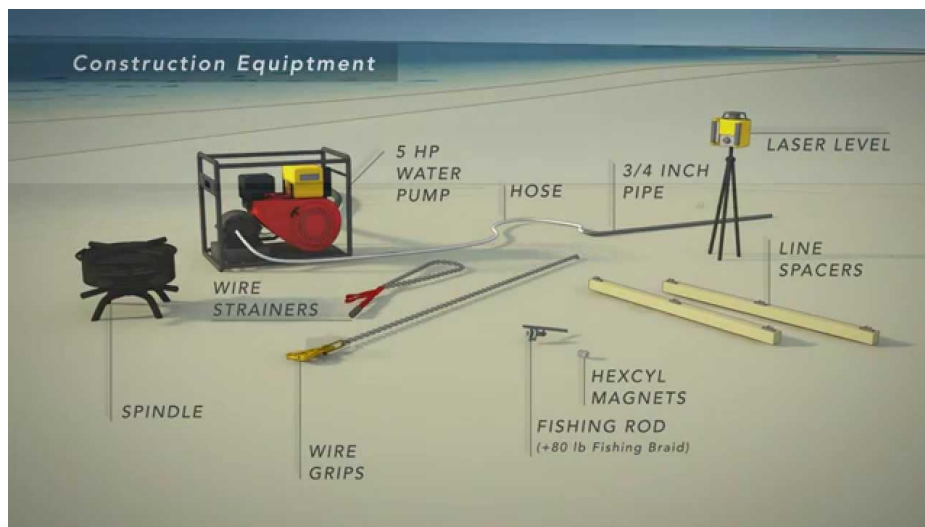


Figura II-43. Material empleado en la colocación de las líneas ajustables, motobomba para perforar con inyección de agua a presión para el hincado de postes, nivel de láser, huso para restirar el cable, postes y cable restirador.

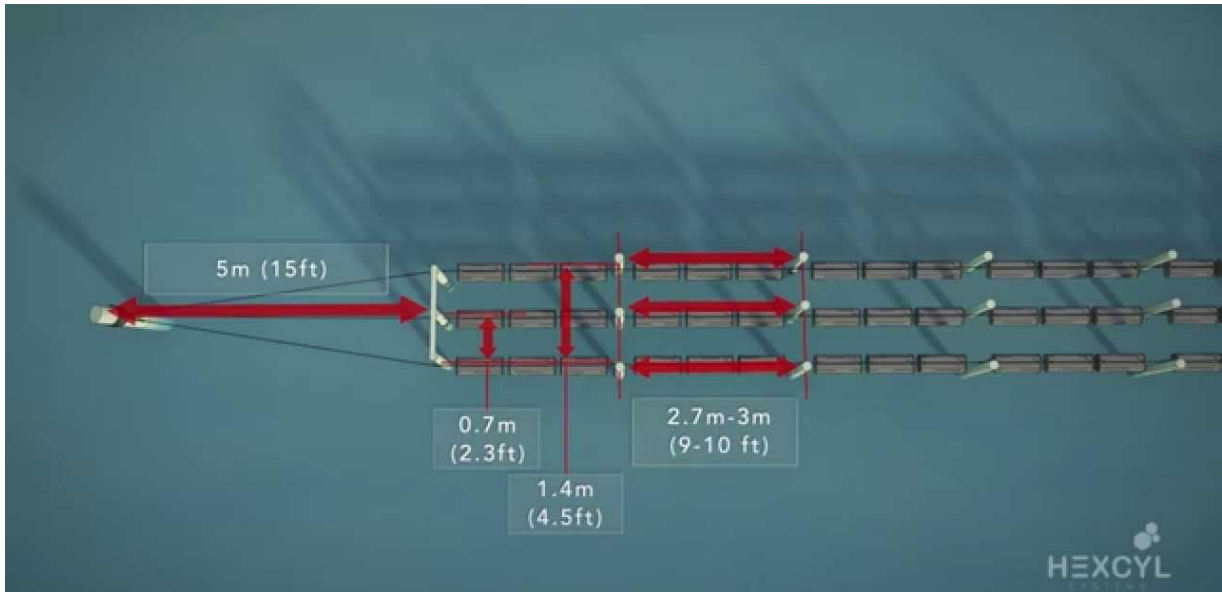


Figura II-44. Diagrama mostrando la configuración de una línea ajustable con las dimensiones principales

Cada unidad tiene 91 m de longitud con una separación entre líneas de 80 cm y de 2.4 m (Ver fig. II-45) entre postes donde se acomodan tres canastas o bolsas ostrícolas para acomodar un total de 270 canastas por unidad. La separación entre unidades es de 9 m y cada módulo de líneas ajustables tiene 4 unidades. (Ver video anexo).

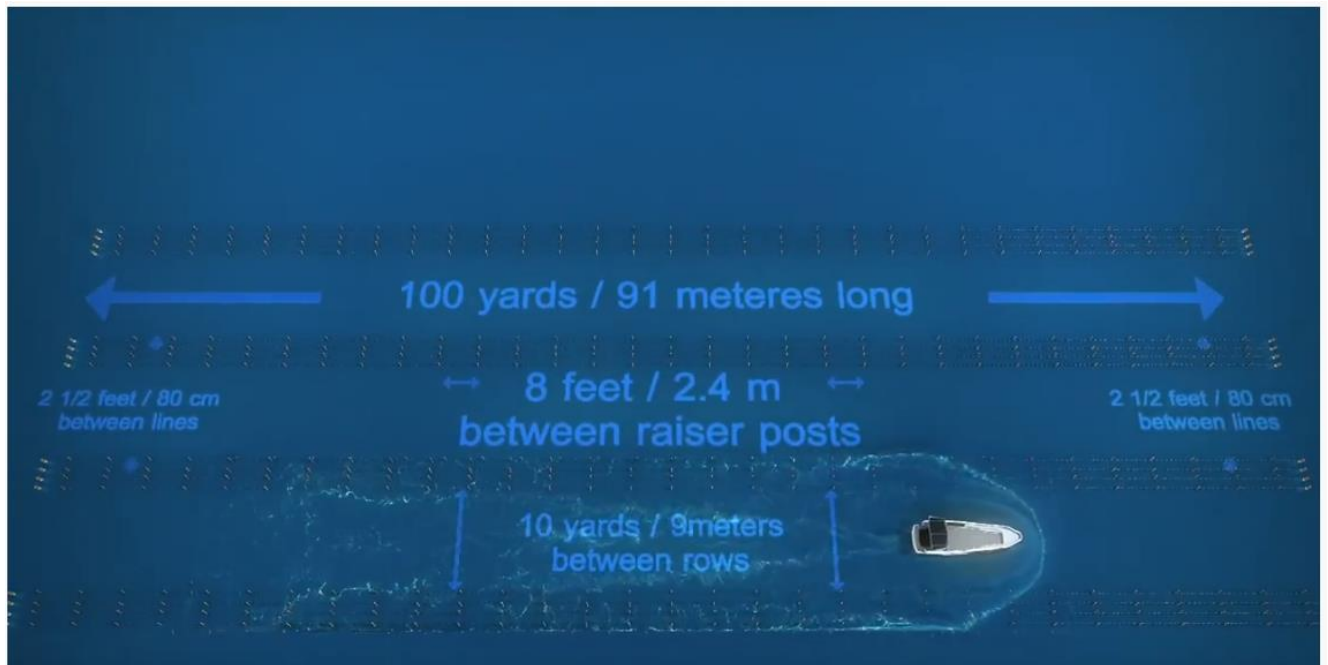


Figura II-45. Dimensiones principales de un módulo de líneas ajustables.



Figura II-46. Aspecto de la línea ajustable

Para la disposición de residuos sólidos se emplearan contenedores con tapa en el campo pesquero Las Casitas, cada día se llevaran los residuos al relleno sanitario de Guerreo Negro.

Para la disposición de residuos sanitarios se utilizaran letrinas portátiles a razón de una por cada 10 trabajadores, estas estarán localizadas en el campo pesquero Las Casitas se contratara una empresa especializada para que de mantenimiento a los sanitarios.

No se contempla dar mantenimiento a vehículos o embarcaciones en el sitio del proyecto, no se utilizara pintura en ninguna estructura de cultivo por lo que no se prevé la generación de residuos peligrosos.

II.2.5. Operación y mantenimiento

Estas actividades están descritas anteriormente y consisten en siembra de semilla en módulos flotantes con malla mosquitera, clareos periódicos, cambio de artes de cultivo limpias en cada clareo en las etapas de preengorda, cambio del método en suspensión a camas o directamente en el fondo para la etapa de engorda.

Cosecha cuando el organismo alcanza su talla comercial.

Las labores de mantenimiento y limpieza de artes de cultivo se realizan fuera del agua, para eso se transportan los módulos, canastas y pochos con todo y organismos a las instalaciones

de la unión situados en el poblado de Guerrero Negro situadas en la coordenada.

Para la disposición de residuos sólidos se emplearan contenedores con tapa en el campo pesquero Las Casitas, cada día se llevaran los residuos al relleno sanitario de Guerrero Negro.

Para la disposición de residuos sanitarios se utilizaran letrinas portátiles a razón de una por cada 10 trabajadores, estas estarán localizadas en el campo pesquero Las Casitas se contratara una empresa especializada para que de mantenimiento a los sanitarios.

No se contempla dar mantenimiento a vehículos o embarcaciones en el sitio del proyecto, no se utilizara pintura en ninguna estructura de cultivo por lo que no se prevé la generación de residuos peligrosos.

Actividades en tierra

Para la infraestructura destinada al cultivo se contará con una base de operación de pequeña escala en tierra, cuya intención es tener a disposición de los operadores los equipos de operación, mantenimiento y seguridad necesarios para las actividades; así como material de cultivo, empaque y maquinaria para los trabajos de selección por tallas. La superficie requerida para esto es mínima y no se realizarán obras o instalaciones de infraestructura permanente, ya que todo el equipo a utilizar en tierra es desmontable y móvil. Este se encuentra fuera del área operativa y del sistema ecológico de la Laguna Ojo de Liebre.

Todas las actividades de limpieza y clareos en artes de cultivo se contempla realizarlos en las instalaciones de la UMA situados en la Calle y Número: Gral. Lázaro Cárdenas S/N Colonia Fundo Legal C.P. 23940, en la localidad de Guerrero Negro.

Los residuos sólidos y orgánicos, la mayoría deshidratados por acción del sol, producto de la limpieza de las artes de cultivo, se dispondrán en el relleno sanitario de la localidad.

Zona operativa

En la zona operativa se contará con dos plataformas flotantes de 24 m² (6 X 4 m) como infraestructura de apoyo, su uso es primordialmente para facilitar el traslado de material para la instalación y mantenimiento de los materiales de cultivo, al igual que el transporte de producto de cosecha y semilla para la siembra. Estas plataformas no cuentan con motor para

desplazarse, por lo que son remolcadas mediante embarcaciones menores que cuentan con motores de alta eficiencia, fuera de borda, de bajo caballaje y a gasolina. Estas plataformas no fijas serán operadas durante tareas de siembra de semilla y desdobles aproximadamente cada 15 días. Para las tareas de limpieza se utilizarán las embarcaciones para transporte de material sobrante y deshecho, los cuales se llevarán a tierra para su posterior manejo.

II.2.6 Desmantelamiento y de abandono del sitio

En el remoto caso de llegar a un abandono del sitio, no habría ningún problema pues lo único que habría que retirar en caso necesario serían las estructuras de sostén y/o protección que pudiesen estar colocadas en ese momento.

II.2.7 Residuos

Se elaborará un reporte de los residuos generados durante las diferentes fases proyectando el volumen que pudiera generarse.

La mayoría de los residuos serían malla vexar, que es el componente principal de las artes de cultivo, así mismo cabos de nylon, piezas de tubería de PVC, PAD y varillas de acero. Ninguno de los anteriores se considera peligroso por lo que se donarían a una empresa o institución que se dedique a reciclar este tipo de materiales, para su manejo, reciclamiento o disposición, los que no sean aceptados se dispondrán en el relleno sanitario de la localidad de Guerrero negro.

En este nivel, se incluirán los residuos en cualquier estado de la materia, anotando tanto aquellos que son peligrosos como los que no lo son, así como una estimación de la cantidad de generación de los mismos.

II.2.8 Generación de gases de efecto invernadero

Por la naturaleza del proyecto la utilización de maquinaria o vehículos en las diferentes etapas del proyecto se considera únicamente para acarrear materiales y productos del y hacia el área del proyecto, no se requiere el uso intensivo de maquinaria ya que la alimentación y crecimiento de los organismos se da por un proceso natural de filtración, por lo que no se

procesa alimento ni se acude todos los días a proveer de algún insumo a los moluscos bivalvos, por lo que disminuye la producción de gases de efecto invernadero si lo comparamos con la acuicultura de peces o crustáceos.

Otros insumos

Malla vexar de diferentes mallas de luz para la construcción de bolsas o pochos, domos

Canastas nestier,

Canastas tipo australiana

Lámparas japonesas de diferentes mallas de luz,

Tubos de PVC de diferentes diámetros

Cuerdas de nylon

Varillas de 3/8" para la construcción de "camas"

Cemento y pétreos

Equipo de protección (Guantes, gorras etc.)

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

Para este Capítulo, en función de las características del Proyecto, se consultó la página web <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-04-003-a>, en la que de acuerdo a la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, señala que deberán de revisarse la información sectorial; analizarse los instrumentos jurídicos-normativos a los cuales el proyecto esté vinculados; y los usos de suelo en el sitio del proyecto.

En esa tesitura, en la elaboración de este capítulo del proyecto **“Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur”**, se revisaron los siguientes instrumentos:

III.1. Información Sectorial.

- **Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.**

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, un documento que rige la programación y presupuesto de toda la Administración Pública Federal; La incapacidad de generar crecimiento económico sostenido, equilibrado y equitativo impidió que el Estado garantizara los derechos económicos y sociales de la población, destruyendo, en este proceso, una parte fundamental del pacto social que le corresponde. En este tenor, los distintos sectores de la sociedad mexicana necesitan una ruta distinta a la seguida por el neoliberalismo, nuevos objetivos nacionales y estrategias para alcanzarlos y la reconfiguración del pacto social con nuevas reglas de convivencia. Así, el crecimiento económico, el incremento de la productividad y la competitividad no tienen sentido como fines en sí mismos sino como medios para lograr un objetivo superior: el bienestar general de la población.

El Estado debe responder al interés público y no a intereses privados y el cumplimiento de la ley se debe complementar con una nueva ética social. Es por ello que un plan nacional de desarrollo debe expresar la parte del pacto social que le corresponde cumplir al gobierno. En este sentido, el documento correspondiente al periodo 2019-2024 marca el fin de los planes neoliberales y el inicio de una reorientación profunda y general del rumbo nacional y de las reglas de convivencia entre los ciudadanos y los grupos sociales que conforman al país. La elaboración del nuevo

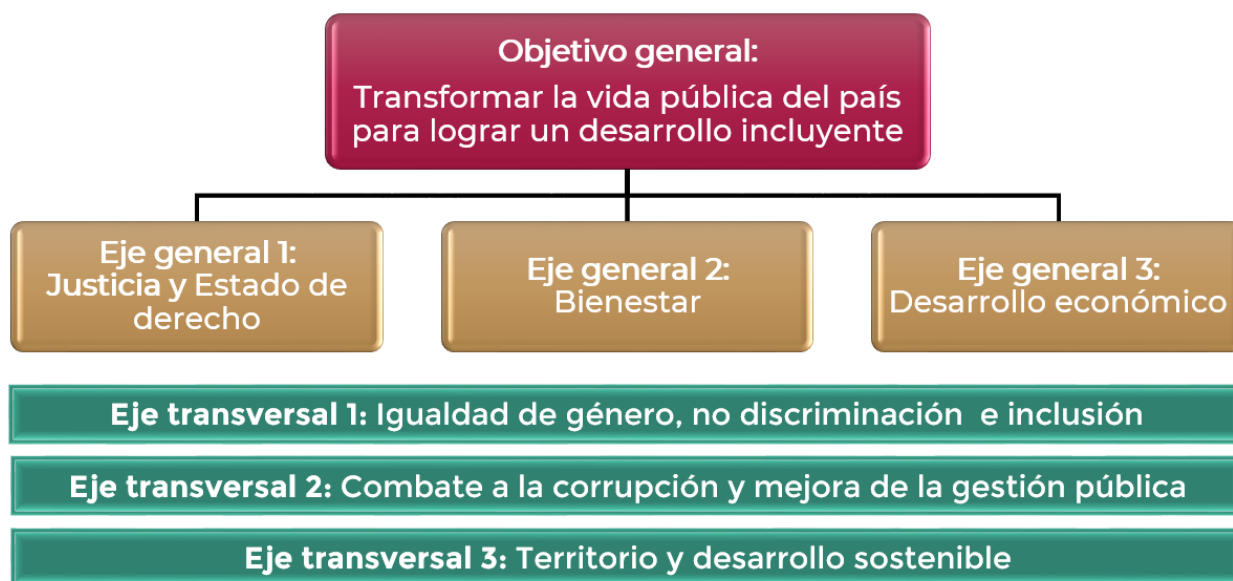
documento recoge la voluntad de cambio de paradigma aprobado en las urnas el 1º de julio de 2018 y redefine el concepto mismo de desarrollo, uno donde el poder económico esté claramente separado del poder político.

México goza actualmente de ciertas ventajas que podrían generar un mayor crecimiento como son la disponibilidad de una fuerza laboral joven, un mercado interno grande y con potencial de desarrollo, una de las mayores riquezas de biodiversidad en el mundo, una localización geográfica privilegiada y un atractivo turístico, entre otras.

El adecuado aprovechamiento de dichas ventajas es posible a través de transitar hacia un nuevo esquema de desarrollo en el que el gobierno retome su papel de fomentar el desarrollo económico y social de todas las regiones, priorizando aquellas que se han rezagado. El gobierno debe detonar proyectos y programas productivos en las distintas regiones, asegurar condiciones de competencia y flexibilizar la economía para que el país pueda adaptarse a las necesidades del crecimiento y la adopción tecnológica.

El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

Estos objetivos atienden a los principales problemas públicos identificados en cada eje general, que son descritos en el diagnóstico correspondiente. Asimismo, se plantean las estrategias de cada objetivo, que corresponden a los medios que se requieren para alcanzar la solución a cada una de las causas que generan el problema público y que son detalladas en el diagnóstico. De esta forma, las estrategias del PND son el instrumento que articula de manera lógica y consistente cada conjunto de líneas de acción que serán implementadas por las diferentes dependencias de la APF en sus programas derivados. Finalmente, se presentan los indicadores y metas que permitirán medir los avances en el logro de los objetivos que el Gobierno de México se ha propuesto alcanzar.



El Plan contempla como Metas Nacionales: un México con justicia y estado de derecho y un México con bienestar, un México con desarrollo económico; en el tema específico del Sector Pesquero y Acuícola, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, destaca lo siguiente:

Objetivo 3.8 Desarrollar de manera sostenible e incluyente los sectores agropecuario y acuícola-pesquero en los territorios rurales, y en los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas.

El aumento creciente en la demanda de alimentos, productos forestales y servicios eco-sistémicos se refleja en una mayor presión sobre los recursos naturales.

“Se promoverá la inversión y vocación productiva en los pueblos y comunidades indígenas mediante la creación y el fortalecimiento de cadenas de valor regionales, esquemas de comercio justo y el desarrollo de capacidades regionales y locales” En este sentido la actividad acuícola que se propone en este proyecto por medio del esfuerzo conjunto de un número importante de organizaciones económicas reunidas bajo el esquema de una Unión de Productores Acuicolas es congruente con este objetivo.

En otra parte de este apartado señala: “Se implementarán políticas regionales para lograr un desarrollo equilibrado de zonas y territorios agropecuarios y pesqueros, considerando las diferencias en potencial agropecuario y requerimientos de impulso a la producción, empleo e ingresos. Esto permitirá aumentar la base de productores capaces de atender la demanda local.”

Uno de los objetivos más importantes de la Unión es convertirse en una unidad productiva capaz de atender la demanda local y regional de estos productos en primera instancia para luego concurrir en el mercado internacional.

Finalmente, el documento señala en este Objetivo que se fomentará el uso sostenible de los recursos naturales, suelos y agua, y se considerarán los efectos del cambio climático en la producción agrícola, acuícola y pesquera.

Este último aspecto es la directriz básica de este esfuerzo productivo donde se pretende incrementar la oferta de productos marinos haciendo un uso sostenible de los recursos naturales e incrementar la producción en el largo plazo sin afectar las poblaciones silvestres que se encuentran menguadas por años de explotación pesquera en la laguna Ojo de Liebre.

- **Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2019**

El Programa establece que el gran desafío global es el incremento de la producción alimentaria a través de mayor productividad; Señala que en los últimos años la producción pesquera se ha mantenido bajo y su sustentabilidad presenta deficiencias de ordenamiento e ilegalidad. Esto ha ocasionado que las principales especies pesqueras comerciales se encuentren en máximo aprovechamiento y algunas sobreexplotadas. No obstante, se cuenta con un alto potencial de crecimiento y amplias posibilidades de desarrollo de la acuicultura por su capacidad de incrementar la oferta pesquera tanto en aguas marinas como interiores.

Dentro de los programas de fomento y componentes, el Programa considera el Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola, considera la Integración Productiva y Comercial Pesquera y Acuícola y el Desarrollo Estratégico de la Acuicultura.

Artículo 2. El objetivo general es lograr que el sector pesquero y acuícola incremente su productividad en un marco de sustentabilidad, buscando reducir las brechas de desigualdad social.

Artículo 3. El objetivo específico es mejorar la productividad de las Unidades Económicas Pesqueras y Acuícolas, otorgando incentivos a la producción para agregar valor a la comercialización y fomento al consumo; así como para el aprovechamiento sustentable de los

recursos pesqueros y acuícolas.

El presente proyecto se ajusta al objetivo principal de este Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuicola de la SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL.

- **Plan Estatal de Desarrollo, Baja California Sur.**

El PED de Baja California Sur, señala que dentro de los sectores potenciales de la entidad, existen actividades en particular que apenas comienzan a surgir, pero que cuentan con grandes oportunidades para detonarse como la acuicultura.

En el apartado de Pesca y Acuicultura, Aprovechamiento Responsable y Competitivo, el PED, menciona que Baja California Sur se distingue en el contexto pesquero mexicano, por disponer de los más amplios litorales, cuenta con una línea de costa de 2,705 kms incluyendo las islas, lo que corresponde al 23 por ciento del total nacional, esta ubicación ha propiciado la creación de diversos ambientes, por un lado en la costa occidental se ubica la zona de transición entre el clima templado y tropical, mientras que en la costa oriental el ambiente del Golfo de California es característico de una cuenca de evaporación con temperaturas cálidas. En específico para el Sector Acuícola, señala que la acuicultura, en los últimos años, se ha convertido en una alternativa real e importante para ampliar la oferta alimentaria del estado y crear fuentes permanentes de empleo, así como un medio para disminuir la presión sobre los recursos pesqueros, en particular los de las riberas.

La ubicación geográfica de la entidad, le confiere la condición de un estado libre de plagas y enfermedades propias de la acuicultura. Esto permite el cultivo de especies de elevado valor comercial entre los que destacan el camarón y el ostión, entre otras.

Haciendo énfasis en que “El Gobierno Estatal está empeñado en fortalecer estas actividades económicas, a fin de incidir en la conservación y uso sostenible de los recursos marinos y acuícolas, lo cual sin lugar a duda requiere de reforzar los vínculos de coordinación y concurrencia de los actores involucrados en este importante sector, incluso entre aquellos que dependen de la pesca para su alimento, empleo e ingreso, de manera que el aprovechamiento responsable y competitivo de la pesca y la acuicultura se haga realidad en la entidad.”

Tabla III-1. Grado de compatibilidad del proyecto con las políticas y estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de Baja California Sur.

CAPÍTULO	POLÍTICA / ESTRATEGIA	CUMPLIMIENTO
Desarrollo Social y Calidad de Vida	Establecer esquemas de fomento que permitan la consolidación de la acuicultura rural, la cual se encontrará orientada a incrementar su eficiencia productiva, reducir posibles impactos e incrementar la rentabilidad económica y social.	El proyecto tiene como objetivo el cultivo de especies bivalvos lo cual contribuirá en el mejoramiento de la calidad de vida de la región.
Desarrollo Económico Sustentable	Impulsar las alternativas de desarrollo dentro de las Áreas Naturales Protegidas atendiendo a la vocación de la región y valorando la viabilidad del proyecto en términos de sustentabilidad tanto de conservación del medio como del desarrollo económico.	La construcción y operación del proyecto en esta zona, solo es posible por sus características y vocación natural, lo que permitirá ampliar la oferta de empleos y contribuirá en el desarrollo regional.

- **Plan de Desarrollo Municipal, 2018-2021.**

El Plan de Desarrollo Municipal, 2018-2021, en el rubro de desarrollo económico sostenible pesca y acuicultura, señala que los litorales del municipio gozan de grandes recursos pesqueros, añade que la pesca en el Municipio se encuentra dividida en 4 zonas productivas a saber: Pacífico Norte, Guerrero Negro, La Laguna de San Ignacio y la zona Sur del Golfo, cada una con sus particularidades y con problemática en común.

Menciona que con el fin de no depender exclusivamente del desarrollo del abulón y la langosta, las sociedades Cooperativas, permisionarios y pescadores libres de la región, comenzaron el desarrollo de actividades acuícolas y a diversificar la actividad pesquera hacia el aprovechamiento de otras pesquerías como el caracol, el pescado de escama, tiburón, pepino de mar, erizo, algas y pulpo entre otras.

Dentro de las líneas de acción de la Estrategia Desarrollo de la pesca y acuicultura responsable, el PMD establece las siguientes:

- 1) Promover el desarrollo económico en las comunidades pesqueras con un enfoque integral y sustentable.

- 2) Gestionar apoyos de financiamiento a los pescadores y acuicultores de nuestro municipio.
- 3) Fomentar y apoyar la acuicultura rural a pequeña escala misma que representa menor impacto ambiental y social para las comunidades.
- 4) Identificar las zonas potencialmente aptas para implementar la actividad acuícola.

En esa tesitura, el **Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur**, se encuentra vinculado y es congruente con el Plan, dado que las actividades acuícola vendrá a apoyar al desarrollo económico de la región.

III.2. Análisis de los instrumentos jurídico-normativos.

Las principales leyes y reglamentos, en materia ambiental, que están vinculados de manera directa y a los cuales queda sujeto el desarrollo del proyecto denominado **Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur**, con pretendida ubicación en el área ya descrita, están los siguientes:

En primer término la Ley Suprema, que es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y de este arreglo jurídico supremo, se desprenden o sustentan diversos instrumentos jurídicos, así como las leyes reglamentarias, de las cuales se vinculan al proyecto las siguientes:

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.**

Sin lugar a duda, La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente representa el principal precepto jurídico para someter la manifestación de impacto ambiental a las autoridades de la Federación para evaluar en materia ambiental las actividades que se pretenden desarrollar en el proyecto, ya que por su carácter y propias características, la actividad del sector acuícola corresponde, en cuanto a competencia en materia ambiental, al ámbito de la Federación; en ese sentido, es claro lo que dispone la Ley en el Artículo 51, en el sentido que para los fines señalados Capítulo de Áreas Naturales Protegidas, que en estas áreas se permitirán y, en su caso, se restringirán o prohibirán las actividades o aprovechamientos que procedan, de conformidad con lo que disponen esta Ley, **la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, la Ley General de Vida Silvestre**, la Ley Federal del Mar, las convenciones internacionales de las que México sea parte y las demás disposiciones jurídicas aplicables. Señala que las autorizaciones, concesiones o

permisos para el aprovechamiento de los recursos naturales en estas áreas, así como el tránsito de embarcaciones en la zona o la construcción o utilización de infraestructura dentro de la misma, **quedarán sujetas a lo que dispongan los Programas de Manejo y las declaratorias correspondientes**, instrumentos ya analizados anteriormente.

Por otro lado, los capítulos y secciones de la LEGEEPA que se vinculan y en consecuencia tienen injerencia en el proyecto son los siguientes:

Evaluación del Impacto Ambiental.

Lo establecido en este capítulo de la Ley General en cuanto a la obligatoriedad y el vínculo que guarda con el proyecto, así como el cumplimiento de sus términos ya fueron descritos al inicio de este Capítulo;

Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos

En el Capítulo II de esta manifestación se describe, el proceso que el promovente utilizará en el proyecto.

Protección al Ambiente.

Como lo establecen los artículos de este rubro el Promovente del Proyecto como responsable de las fuentes contaminantes, proporcionará la información, datos y documentos necesarios para la integración del registro de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos, así como de aquellas sustancias que pudiese en base a la normatividad aplicable determinar la autoridad.

Disposición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Proyecto
<i>ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al</i>	Al ser la SEMARNAT la autoridad competente para hacer cumplir estas disposiciones, para la construcción y operación del proyecto, el promovente gestionará ante ella la autorización en materia de impacto ambiental, mediante el

<p><i>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:</i></p> <p>XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;</p>	<p>ingreso de la MIA para su evaluación a la DGIRA en la Ciudad de México.</p>
---	--

- **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.**

En diversos capítulos de esta manifestación se describe el manejo de manera segura y ambientalmente adecuada, que se le dará en su caso a los residuos peligrosos, no peligrosos y especiales, esto es, que se sujetarán a los dispuesto a la Ley, su Reglamento, a las Normas Oficiales Mexicanas, así como a las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven, así como los que emitan las autoridades locales.

Este manejo y disposición lo hará el promovente del proyecto por si solo o a través de la contratación de los servicios de empresas o gestores autorizados para tales efectos, o bien en su caso transferirlos a industrias para su utilización como insumos, como lo establece el artículo 42 de la Ley.

- **Ley de Aguas Nacionales.**

Uno de los recursos de mayor importancia para el desarrollo en general de una región, lo representa el recurso agua; para Baja California Sur, indiscutiblemente no solo le es importante, le es indispensable, en razón de depender 100 % de sus acuíferos subterráneos, su baja disponibilidad, escasa captación y casi nula posibilidad de almacenamiento de forma natural en la superficie, aunado a que en el área está declarada como zona de veda para la extracción de agua subterránea y el acuífero de la región está sobreexplotado, el promovente no pretende en principio utilizar agua dulce subterránea para el funcionamiento del proyecto.

- **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.** (DOF 07-06-2013).

Esta Ley aplica a toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente. El responsable queda obligado a reparar el daño o, cuando no sea posible, deberá cubrir la compensación ambiental que proceda conforme a la misma. Asimismo, queda obligado a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente. Establece que cuando el daño se ocasione por un acto u omisión ilícita dolosa, el responsable estará obligado, además, a pagar la sanción, tomando en cuenta su capacidad económica, la gravedad del daño y el carácter intencional o negligente de la violación. Así mismo, la Ley determina la responsabilidad de las personas morales de los daños ocasionados por sus representantes, administradores, etc., así como de las personas que se valgan de un tercero para realizar la conducta causante del daño. No obstante, cuando el daño al ambiente se cause exclusivamente por un caso fortuito o fuerza mayor, no existirá responsabilidad alguna.

También establece los mecanismos alternativos de solución de controversias (mediación, la conciliación, etc.) que permitan a las personas prevenir conflictos, o en su caso, solucionarlos, sin necesidad de intervención de los órganos jurisdiccionales, salvo para garantizar la legalidad y eficacia del convenio adoptado por los participantes y el cumplimiento del mismo.

Disposiciones de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	Vinculación y observancia del Proyecto
<p>Artículo 10.- <i>Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</i></p> <p>Artículo 11. <i>Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.</i></p>	<p>El promovente, a través de la presentación de la MIA, está asumiendo el cumplimiento a lo establecido en las leyes ambientales, así como aquellos ordenamientos cuyo objeto o disposiciones se refieran a la preservación o restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente o sus elementos. Así mismo, cumplirá con las condicionantes del resolutivo emanado de la evaluación de impacto ambiental para evitar incurrir en daños medioambientales y violación de los supuestos establecidos por esta Ley.</p>

- **Ley de Vertimiento en las Zonas Marinas Mexicanas.** (DOF 17-01-2014).

Como se establece en el Artículo 1 de esta Ley tiene por objeto *“el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas”*. Considerando que el proyecto se revisó y analizó lo dispuesto por esta Ley para determinar su posible vinculación con el proyecto.

De acuerdo a lo anterior y tomando en cuenta lo dispuesto en el Artículo 3 de la Ley en comento, que indica: " Es vertimiento en las zonas marinas mexicanas, cualquiera de los supuestos siguientes:

- I. *Toda evacuación, eliminación, introducción o liberación en las zonas marinas mexicanas, deliberada o accidental, de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas, provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones;*
- II. *El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, así*

como las que se deriven de éste;

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

IV. El abandono de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones, u otros objetos, incluyendo las artes de pesca, con el único objeto de deshacerse deliberadamente de ellas;

V. La descarga de cualquier tipo de materia orgánica como atrayente de especies biológicas, cuyo fin no sea su pesca;

VI. La colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura, y

VII. La resuspensión de sedimento, consistente en el regreso del sedimento depositado, a un estado de suspensión en el cuerpo de agua, por cualquier método o procedimiento, que traiga como consecuencia su sedimentación."

Dado que en principio se encuentran elementos que vinculan al proyecto con lo dispuesto en esta Ley, el promovente solicitará a la SEMAR el permiso respectivo en los términos y condiciones que establece el Artículo 19 de la Ley; mismo que dispone los requisitos que deben presentarse para tal fin (mediante el ingreso del formato correspondiente, ante la autoridad competente).

- **Análisis de los Reglamentos de las Leyes Federales (Vía Administrativa).**

Un reglamento es una norma jurídica de carácter general dictada por la Administración Pública y con valor subordinado a la Ley; son la consecuencia de las competencias propias que el ordenamiento jurídico concede a la Administración Pública.

- 1. Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente:**

- a) En Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.**

Reglamento que determina los requerimientos e información que se debe presentar para las evaluaciones de impacto ambiental de proyectos de jurisdicción federal; en ese sentido el proyecto se encuentra totalmente vinculado con este mandato y en consecuencia cumple con lo dispuesto en el mismo en virtud de cómo lo establece, el proyecto se elaboró considerando los

requerimientos que solicita, los estudios de línea base necesarios tanto para el diagnóstico, identificación de los impactos, como para la implementación de acciones para mitigar o evitar esos impactos, además de que se someterá para su aprobación en materia ambiental a la autoridad ambiental competente, en este caso de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 4º del Reglamento a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de su Delegación en el estado de Baja California Sur, por tratarse de una actividad de competencia de la Federación, como lo determina puntualmente el Artículo 5º de este Reglamento, en el sentido de: “Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:”

Obras en áreas naturales protegidas:

Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación.

- **Normas Oficiales Mexicanas.**

De acuerdo con las características del proyecto, las Normas Oficiales Mexicanas que están vigentes y que regularán el proyecto serán las que se muestran en la **Tabla III-2**.

- **Programas de Recuperación y Restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica.**

El sitio del proyecto no se ubica en una zona para la cual apliquen programas de restauración y restablecimiento ecológico.

Tabla III-2. Normas oficiales Mexicanas vinculadas con el proyecto (PC = Preparación del sitio y Construcción, OM = Operación y mantenimiento, AB = Abandono).

Norma	Etapa de aplicación			Cumplimiento por el Proyecto
	PC	OM	AB	
<u>En Materia de Contaminación de Suelo</u>				
NOM-138-SEMARNAT-SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	X	X	X	No obstante que el promovente del proyecto a través de sus responsables en la materia estarán supervisando que las medidas preventivas se lleven conforme lo programado para evitar tirar; en el fortuito caso de que ello ocurriera se apegará a lo dispuesto por esta norma
NOM-080-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	X	X	X	Su cumplimiento estará en función de los programas preventivos y correctivos para que los límites máximos permisibles de la tabla 1 de esta norma no sean rebasados. Establecer los requisitos mínimos para que el responsable del proyecto seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.
NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	X	X	X	Se instrumentaran los mecanismos necesarios para que todo el personal utilice los equipos e instrumentos necesarios para su protección personal de acuerdo con lo que establezca la Comisión de Seguridad e Higiene.
<u>Para el control, manejo y transportación de residuos</u>				
NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	X	X	X	Tanto en el capítulo II, como en las medidas de mitigación se describe con detalle los residuos que se generaran durante las etapas del proyecto y en consecuencia el manejo que se le dará de acuerdo a lo dispuesto por estas normas.
<u>Flora y fauna</u>				
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre terrestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	X			El promovente dispondrá e implementará las acciones y actividades para el debido cumplimiento no solo de esta norma, sino de las que se enuncian en las medidas de mitigación de este manifiesto y de las que en su momento determine el resolutive.

- **Bandos y reglamentos municipales.**

a) Bando de Buen Gobierno para el Ayuntamiento de Mulegé:

Este ordenamiento no menciona ninguna política a seguir fuera de la mancha urbana de la cabecera municipal del municipio de Mulegé (Santa Rosalía).

III.3. Usos actual del sitio del Proyecto.

- **Decreto Presidencial de Establecimiento de la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno”, en el Municipio de Mulegé, B.C.S.**

El 30 de noviembre de 1988, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto Presidencial mediante el cual se estableció la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno”, en el Municipio de Mulegé, Baja California Sur.

El Decreto establece que dado el alto valor que para el patrimonio natural del país representa el Desierto de Vizcaíno, por su riqueza de vida silvestre, por las características únicas de su fauna, por los vestigios arqueológicos y por la naturalidad y belleza de sus ambientes, dicha área es de orden e interés público por lo que se le protege bajo la categoría de Reserva de la Biosfera dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) propuesto en el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988.

La superficie bajo protección definida por el decreto es de un total de 2'546 790.25 ha de terrenos ejidales, de propiedad privada y nacionales. Indica asimismo que la delimitación de la Reserva está prevista en el plano oficial de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (actualmente SEMARNAT). En el Decreto se proporciona la descripción topográfica-analítica de dicha delimitación.

En el Decreto se reconoce "que los propósitos principales de la Reserva de la Biosfera, son preservar la diversidad genética de las especies florísticas y faunísticas peninsulares, insulares y marinas, **así como propiciar el desarrollo socioeconómico regional mediante el aprovechamiento integral de sus recursos naturales**, a través del fomento de la investigación y tecnología aplicada, la educación ambiental e histórica-cultural y las actividades

recreacionales turísticas".

El Decreto señala la existencia de dos zonas:

- A)** Zonas núcleo, consideradas como las superficies mejor conservadas o no alteradas, que alojan, ecosistemas o fenómenos naturales de especial importancia o especies de flora y fauna que requieren de protección especial, en donde las únicas actividades permitidas son la preservación de los ecosistemas y sus elementos, así como la investigación científica.
- B)** Zona de amortiguamiento, como la superficie que se destina a proteger a las zonas núcleo del impacto exterior y en donde se pueden realizar actividades productivas, educativas, recreativas, de investigación aplicada y de capacitación, que deberán sujetarse a las normas técnicas ecológicas y a los usos del suelo. Localización del área de estudio respecto a las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno".

El Decreto señala que los ejidatarios y propietarios particulares dentro de la Reserva están obligados a su conservación conforme a las leyes vigentes en la materia. Asimismo, indica que la organización, administración, desarrollo, acondicionamiento, manejo, fomento, vigilancia y debido aprovechamiento de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno", quedan a cargo de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. A esta institución el Decreto asigna la responsabilidad de elaborar el Programa de Manejo de la Reserva, como instrumento para conducir su operación.

En cuanto a las obras públicas o privadas el Decreto especifica que no serán autorizadas dentro de las zonas núcleos, aquellas que causen desequilibrios ecológicos o rebasen los límites y condiciones señalados en los reglamentos y normas técnicas ecológicas. Asimismo señala que "todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del área considerada como zona de amortiguamiento, deberá contar con la autorización expresa de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en los términos de los artículos 28, 29 y 34 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Del mismo modo señala que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen acciones o ejerzan inversiones en el área de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno", lo harán en congruencia con los fines y propósitos del Decreto, solicitando para el efecto

autorización de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

De acuerdo a los términos del Decreto Presidencial de declaratoria de la Reserva, el sitio de ubicación del Proyecto **Unidad de Manejo Acuícola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur se localiza dentro del área de amortiguamiento, es decir, en aquella donde se pueden realizar actividades productivas bajo las Normas Técnicas Ecológicas y los usos del suelo apropiados**. Siendo congruentes con los objetivos de la Reserva, pues su propósito es el de apoyar el mejor aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

- **Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno”.**

Antecedentes.

Bajo los términos de los artículos noveno y segundo transitorio del Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 1988, mediante el cual se estableció la Reserva de la Biosfera “El Vizcaíno”, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología promovería la elaboración de El Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera en un plazo de 365 días naturales a partir de la fecha de entrada en vigor del decreto y en 60 días más debería lograr la instrumentación y puesta en operación del Programa de Manejo. Se establecía que dicho Programa debería contener amplia descripción de los rasgos ambientales del área, las acciones a corto, mediano y largo plazo a realizar, los objetivos específicos de la Reserva y las normas técnicas para el aprovechamiento de la flora, de la fauna, de cultivo y domésticas así como aquéllas destinadas a evitar la contaminación del suelo y de las aguas.

Los objetivos más generales del Programa de Manejo establecen la necesidad de armonizar el desarrollo socioeconómico del área con la preservación de sus recursos naturales:

- Preservar y conservar el patrimonio natural del país en apoyo al desarrollo socioeconómico,
- Desarrollar las actividades de protección, conservación, mejoramiento, restauración, fomento y manejo de los recursos naturales existentes en la Reserva,
- Promover la investigación, enseñanza, capacitación y participación de la población local en la Reserva, y

- Conservar áreas representativas biogeográficas relevantes en el ámbito nacional.

Para el Subcomponente Pesca y Acuicultura, el Programa de Manejo establece como objetivo general el Inducir el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas hacia prácticas que sean compatibles con su conservación de manera que se asegure el desarrollo socioeconómico regional en el sector.

En tanto, como objetivos, particulares establece para el mismo subcomponente los siguientes:

- Promover la regionalización de la pesca dentro de la Reserva para asegurar que el aprovechamiento de los recursos pesqueros sea para los residentes del área.
- Promover la normalización de la actividad pesquera, de manera que se asegure el aprovechamiento racional.
- Establecer, conjuntamente con instituciones de investigación y unidades de producción pesquera proyectos de recuperación de las especies sobreexplotadas y/o en peligro de extinción.

Como estrategias, dispone, que mediante el desarrollo de programas específicos, inducir la participación y la organización social del sector pesquero, a efecto de lograr prácticas de aprovechamiento sustentable de las diferentes especies, así como promover y gestionar la evaluación y monitoreo de especies clave, administración eficiente y eficaz de los recursos pesqueros, protección y combate a la pesca ilegal, el desarrollo de un marco normativo y regulatorio, así como mercados justos pre financiados.

Con esta visión, entre otros aspectos el Programa de Manejo señala de manera específica la necesidad de conservar los suelos y la productividad biológica de los ecosistemas del área, así como de fomentar el nivel del manejo de los recursos naturales y de promover las fuentes de ingresos de los habitantes del Desierto de El Vizcaíno.

El documento incluye una serie de procedimientos para alcanzar estos objetivos indicados arriba, que a grandes rasgos se agrupan en tres componentes: la zonificación de la reserva, los programas de manejo y las normas de uso de los recursos naturales.

Zonificación de la Reserva.

De acuerdo con el Decreto Presidencial de creación de la Reserva, ésta se dividió en 16 zonas núcleo que comprenden 363 478.87 ha y una zona de amortiguamiento con 2'183 351.37 ha, para un total de 2'546 790.25 ha bajo protección. Por zona de amortiguamiento se entiende como aquella que actúa como franja de amortiguamiento entre la zona núcleo y el exterior de la Reserva. En tal área quedan comprendidos todos los tipos de asentamientos humanos, se permite investigación que puede ser manipulativa y se pueden realizar actividades económicas productivas dentro de estrictas normas ecológicas y acorde con los resultados de investigaciones relativas al uso racional y sostenido de los recursos naturales.

En esta última categoría el documento considera tres niveles de uso: Uso restringido, uso moderado y uso intensivo. El primero permite el desarrollo de actividades educativas ambientales, científicas y un uso público moderado de actividades recreativas y turísticas, aunque no de modo concentrado. El segundo permite el desarrollo de actividades educativas ambientales, científicas, un uso público moderado con acciones recreativas y turísticas no concentradas y actividades productivas con apoyo de servicios. El tercero permite el desarrollo concentrado de actividades turísticas y recreativas así como el aprovechamiento de todo tipo de recursos naturales e incluso la modificación de ecosistemas presentes cuando técnica y legalmente sea la mejor opción de uso.

De acuerdo con los lineamientos de los tres niveles señalados arriba, el sitio de ubicación del proyecto de acuerdo a la zonificación primaria, queda dentro de la zona de Patrimonio Mundial y más específicamente dentro de la Laguna Ojo de Liebre (**Figura III-1**). La política de uso y manejo de estas zonas (SPM), está orientada al desarrollo de actividades de protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y sus elementos. En estas áreas se permitirá el desarrollo de actividades de educación ambiental, científicas, recreativas y turísticas de bajo impacto ambiental. La realización de las actividades productivas tendrán un uso restringido, para lo cual la SEMARNAT evaluará particularmente cada solicitud que se presente, en términos de lo establecido en la LGEEPA, sus reglamentos en materia de impacto ambiental y de áreas naturales protegidas, normas oficiales mexicanas, el Programa de Manejo y demás disposiciones legales aplicables. Las actividades que se realizan actualmente en ésta zona, podrán continuar desarrollándose siempre y cuando éstas se lleven

a cabo de conformidad con los términos de los instrumentos legales aplicables.

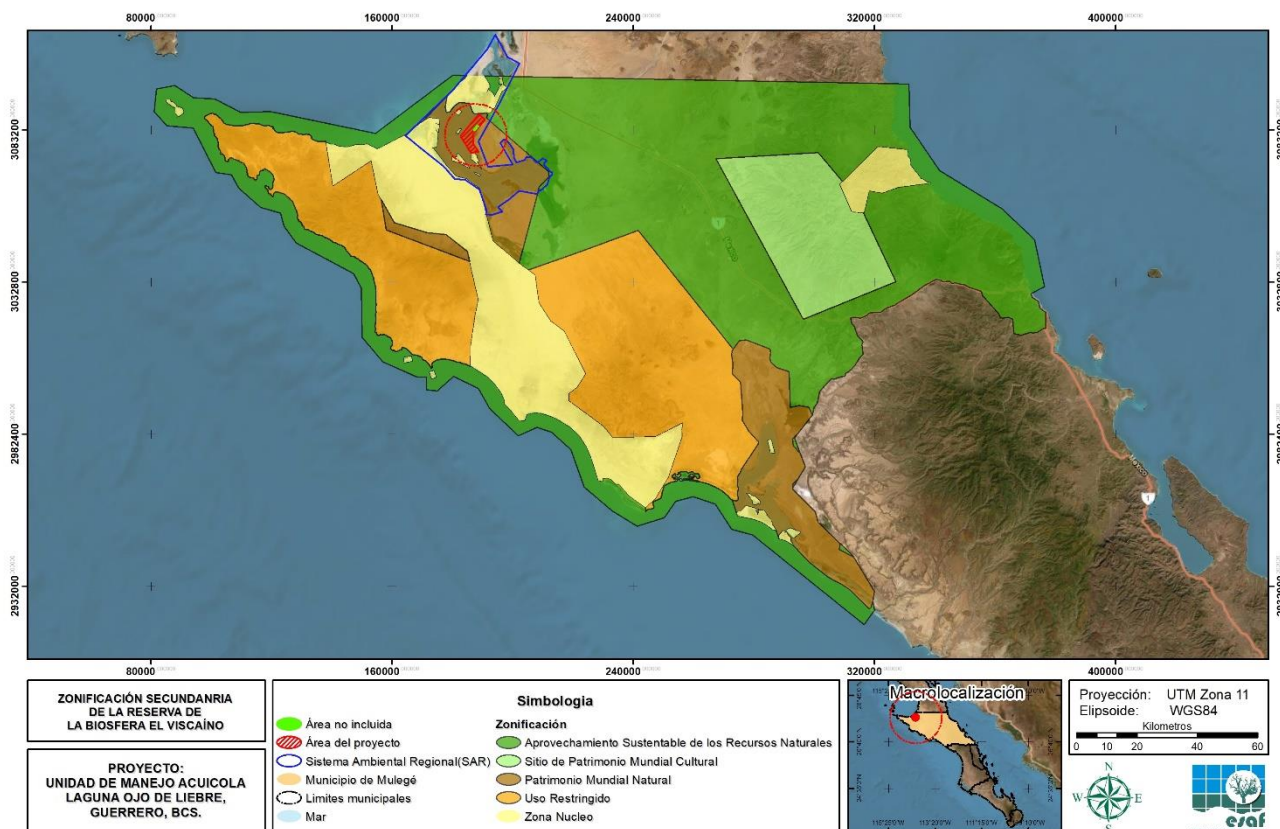


Figura III-1. Ubicación del Proyecto respecto a la zonificación primaria del PM.

Mientras que en la Zonificación Secundaria, se ubica en la zona donde se permite el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por su naturaleza, el proyecto es una obra de infraestructura mínima, de apoyo a la producción acuícola, y en tal sentido se integra con los propósitos del programa general de manejo de promoción del desarrollo rural. El proyecto no se contrapone a ninguna de las normas de uso de los recursos naturales señaladas en el Plan de Manejo.

Consideraciones Finales en relación a los instrumentos de planeación revisados y que tienen vinculación con el proyecto:

De acuerdo con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, el sitio de la obra se localiza dentro de un área natural protegida, específicamente dentro de la RB “El Vizcaíno”, en el municipio de Mulegé, Bajo el esquema de zonificación interna de la reserva señalada en el Decreto

Presidencial, la obra se ubica en el área de amortiguamiento, es decir en aquella donde se permite el desarrollo de actividades productivas. A su vez en el Plan de Manejo de la Reserva, el instrumento que permite conducir la operación de la misma, la obra se localiza en la zonificación primaria dentro del área marina de la zona de Patrimonio Mundial, mientras que en la zonificación secundaria se ubica dentro de la zona de aprovechamiento sustentables de los recursos naturales, es decir en aquella zona donde se permiten actividades productivas más concentradas.

La obra no se contrapone a los propósitos de la Reserva, pues en principio se pretende propiciar el desarrollo socioeconómico regional mediante el aprovechamiento integral de sus recursos.

Asimismo la obra se desarrolla en los términos previstos por el Programa Nacional de Protección al Medio Ambiente, al considerar en su planificación y ejecución los aspectos de ordenamiento ecológico (usos del suelo) y de impacto y riesgo ambiental. Este último aspecto es ampliamente cubierto con el desarrollo del estudio de impacto ambiental de la obra del cual esta sección forma parte y en el que se dan recomendaciones específicas para la protección del ambiente natural en el área del Proyecto.

La obra no reclama en principio el cambio de patrones de uso del suelo en el sitio de su construcción, la superficie requerida representa un mínimo porcentaje del área designada para zona de Patrimonio Mundial. Dentro de los patrones de uso del suelo recomendados en los instrumentos de planificación de nivel estatal y municipal, la zona donde se ubica el proyecto y en la cual se ejercerá su influencia ambiental inmediata, se le identifica como ecosistemas alterados y/o inducidos.

- **Regiones y Sitios Prioritarios Terrestres Para la Conservación de la Biodiversidad.**

En esta sección se analizaron otros instrumentos de regionalización para la conservación, los cuales, si bien no constituyen instrumentos formales de regulación ambiental, nos permite identificar las áreas de interés para la conservación.

Regiones Prioritarias:

De las Regiones Prioritarias establecidas por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) se encontró que el sitio del proyecto se encuentra incluido en la Región Terrestre Prioritaria No. 5 “El Vizcaíno – El Barril” (**Figura III-2**), que comprende ambientes muy diversos, destacando los costeros, dentro de los cuales el manglar, aunque muy fragmentado y pequeño, posee una importancia ecológica y biogeografía muy grande. Comprende el límite norte del manglar en la vertiente del Pacífico.

Región Marina Prioritaria Complejo Lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro-Manuela. La CONABIO establece que la importancia del sitio es como área de alimentación, refugio, reproducción y anidación, desarrollo y crecimiento para diferentes especies:

Alto: Algas, sargazo, fitoplancton (desarrollo y crecimiento)

Alto: Moluscos (refugio, reproducción, desarrollo)

Alto: Aves marinos (Branta negra (*Branta bernicla*) 35 000 individuos) (alimentación, refugio, reproducción, anidación, desarrollo, crecimiento, ruta migratoria, invernación)

Alto: Mamíferos marinos (reproducción, ruta migratoria)

Alto: Ballena gris (*Eschrichtius robustus*) (sitio principal de reproducción)

Constituye un hábitat de importancia para la población global de brantas negras del pacífico. Así como de gran importancia para la distribución de rálidos, particularmente el *Rallus longirostris* que encuentra un hábitat para su distribución en la vegetación emergente que se encuentra en las orillas de la Laguna y que corresponde a la *Spartina foliosa* por lo que se encuentra dentro del AICAS del Complejo Lagunar Ojo de Liebre.

Es de destacar que en el sitio propuesto para el desarrollo del Proyecto no se encuentra ninguno de los sitios de anidación o alimentación de las aves migratorias ni nativas, no afecta las praderas de pastos marinos que ofrecen sustento a estas aves así como a la mayoría de organismos marinos silvestres que se desarrollan dentro y alrededor del complejo lagunar.

La CONABIO establece la existencia de una serie de planes federales y estatales destinados

a impulsar el aprovechamiento de los recursos pesqueros, turísticos y mineros de la península. Cada programa debe analizarse en el contexto de su Manifestación de Impacto Ambiental respectiva con el propósito de contribuir a los objetivos centrales de conservación de la Reserva.

En este sentido, la actividad propuesta se llevará a cabo respetando la normalidad en materia de impacto ambiental minimizando o previniendo las interacciones negativas significativas con el entorno para evitar su degradación.

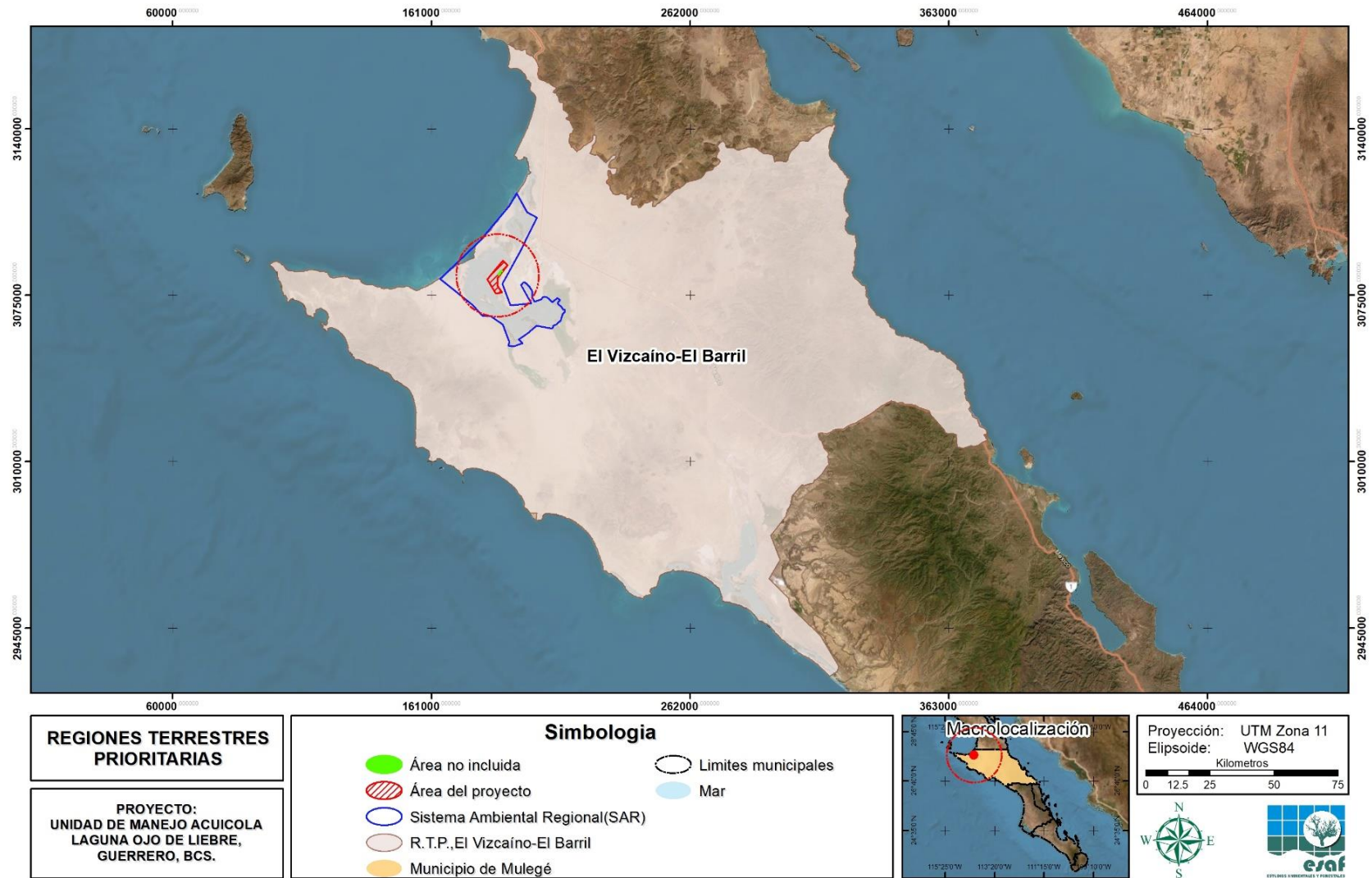


Figura III-2. Región Terrestre Prioritarias El Vizcaino-El Barril

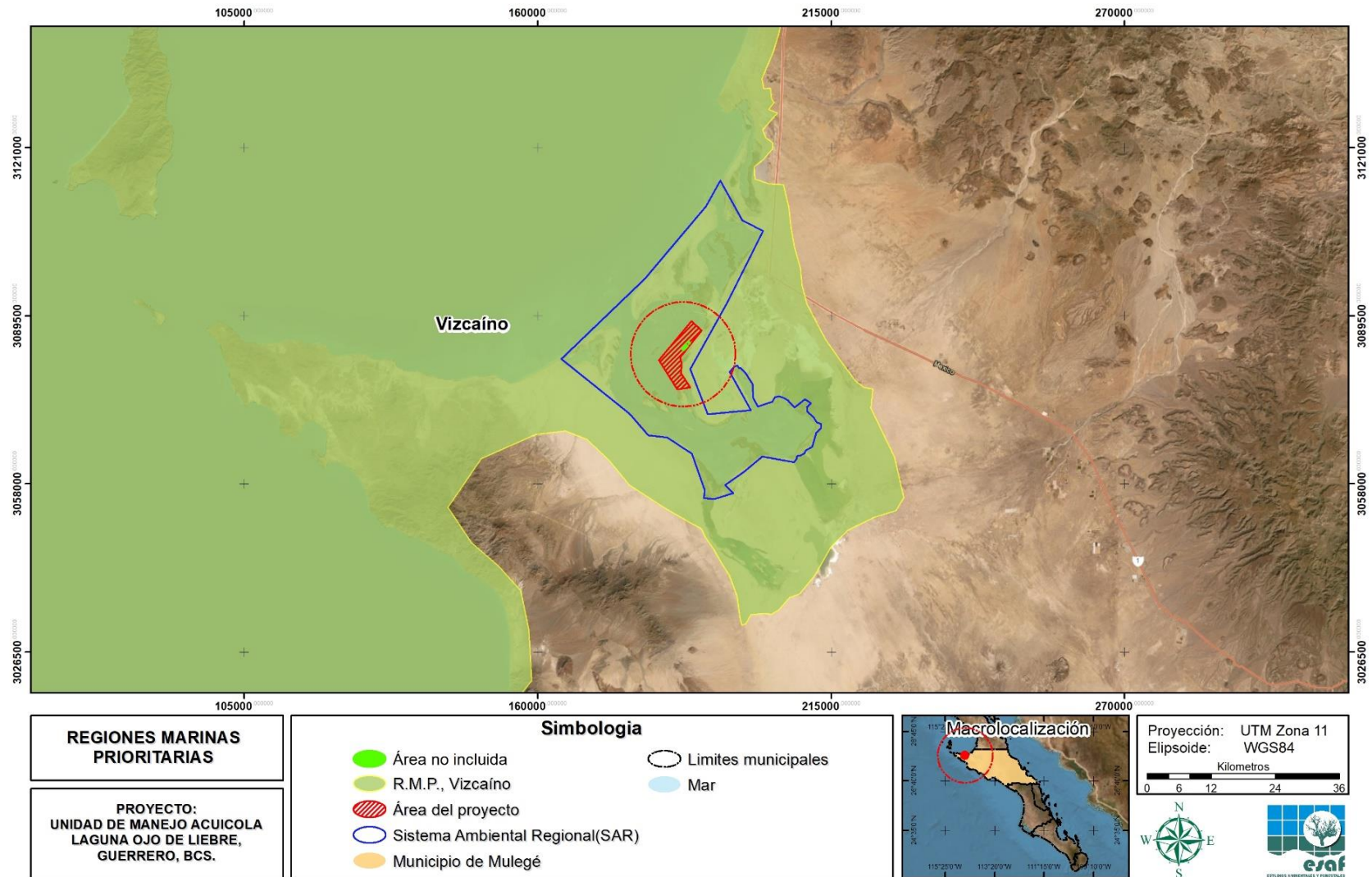


Figura III-3. Región Marina Prioritaria Complejo Lagunar Ojo de Liebre

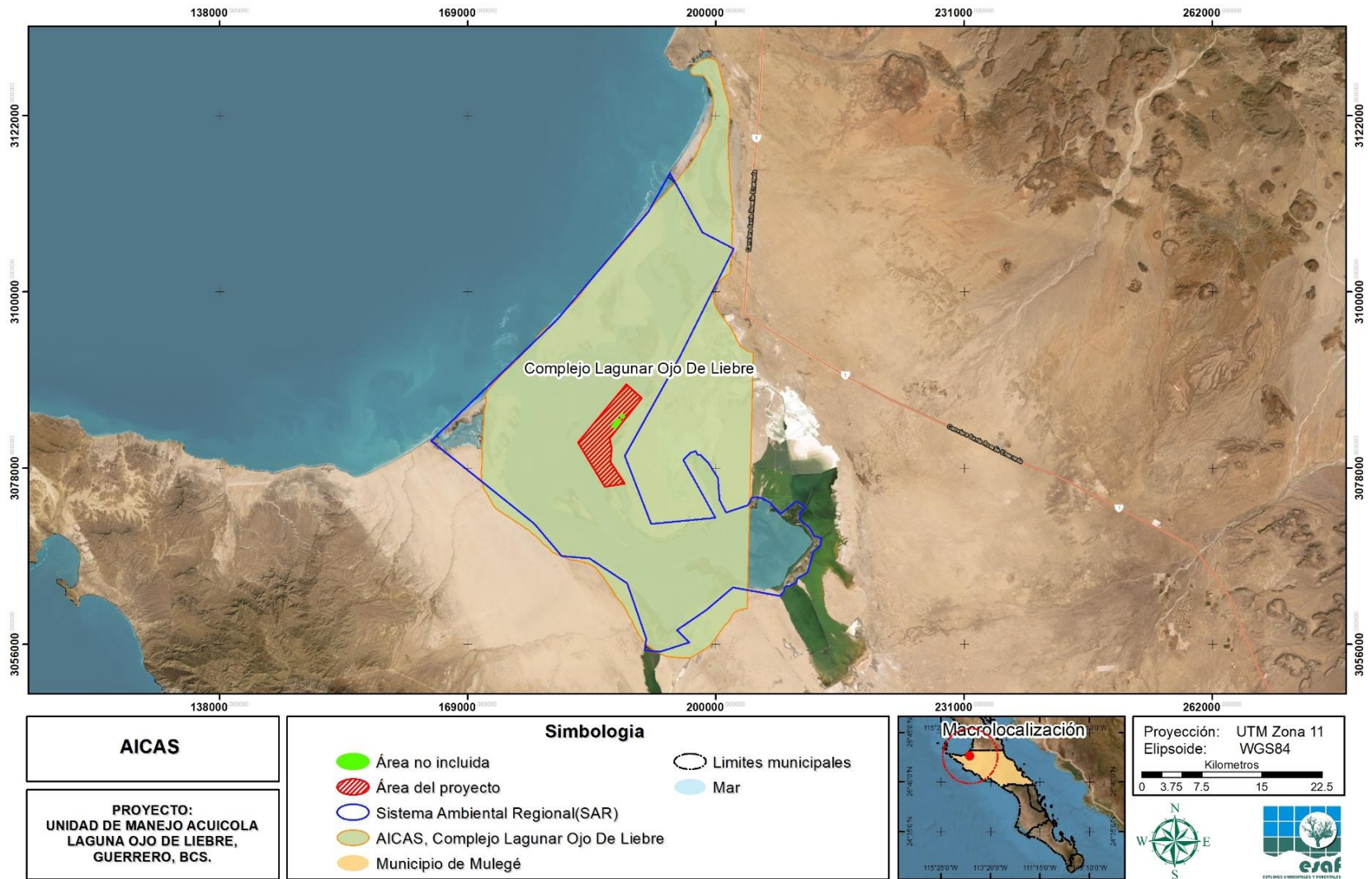


Figura III-4. Sitio AICAS Complejo Lagunar Ojo de Liebre.

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

IV.1. Inventario Ambiental.

IV.1.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

La Laguna Ojo de Liebre es una laguna costera localizada en la costa noroeste del estado de Baja California Sur entre los 27.60 y 27.92° de Latitud Norte y los 113.92 y los 114.32° de Longitud Oeste. La Laguna Ojo de Liebre se encuentra al sur de una serie de tres lagunas costeras (Manuela, Guerrero Negro, Ojo de Liebre) que se comunican con la Bahía Sebastián Vizcaíno. Tiene una longitud aproximada de 40 km y un ancho promedio de 6 km. Su batimetría presenta una serie intrincada de canales con profundidades máximas de 30 m surcando zonas de baja profundidad o "bajos" que cubren su extensión casi en su totalidad, existen además cinco islas en su interior (Figura 13)

Un sistema ambiental puede ser definido como un conjunto de elementos que interactúan y son interdependientes, de forma tal que las interrelaciones pueden modificar a uno o a todos los demás componentes del sistema dentro de la región en donde se va a desarrollar el Proyecto. Esto implica que la forma de actuar de un sistema no es predecible mediante el análisis de sus partes por separado, sino que la estructura del sistema es lo que determina los resultados (Rittler et al., 2007).

Con base en lo anterior y en la descripción empleada en la guía para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental publicada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002), donde se define al sistema ambiental como *“el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por uno o varios ecosistemas, y dentro del cual se aplicará un análisis para determinar los impactos, restricciones y potenciales medidas ambientales y de aprovechamiento”*, la delimitación del SAR se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios.

1. Ordenamientos Ecológicos Territoriales.

2. Usos de suelo y/o vegetación
3. Cuencas hidrográficas.

Ordenamientos Ecológicos Territoriales. Como primer criterio para la delimitación del SAR se consideró el instrumento en materia de regulación ambiental, sin embargo, este criterio fue desechado debido a que en el Municipio donde se ubica el proyecto no cuenta con un Ordenamiento Ecológico Territorial.

Usos de suelo y/o vegetación. Otro de los criterios utilizados para la delimitación del SAR fue el uso de suelo y/o vegetación, mediante el uso de la carta de Recursos Forestales del Estado de Baja California Sur (2014), escala 1:50,000, se realizó la sobreposición del proyecto con dicha carta, producto de esta sobreposición tenemos que en las áreas aledañas al proyecto se desarrollan los siguientes usos de suelo y/o vegetación: Matorral sarcocaulé, vegetación halófila xerófila y sin vegetación aparente; tomando en cuenta que la distribución de estos usos de suelo y/o vegetación no es de manera homogénea, este criterio no puede considerarse para la delimitación del SAR del proyecto.

Cuencas hidrográficas. El agua que escurre en un río es captada en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve; a esta área se le llama cuenca hidrológica (INEGI, 2005). La cuenca hidrográfica es un área fisiográfica delimitada por una línea divisoria conocida como "parteaguas" que une los puntos de mayor elevación del relieve, en donde fluyen corrientes superficiales de agua que desembocan en ríos, lagos, presas o al mar. Está definida por sistemas topográficos (CONAFOR, 2007).

De acuerdo con Jiménez F. y J. Faustino (2003), la cuenca como unidad hidrológica constituye un ámbito biofísico y socioeconómico lógico para caracterizar, diagnosticar, planificar y evaluar los impactos generados por las distintas actividades antropocéntricas, el manejo y uso de los recursos naturales, el análisis ambiental y el impacto global de las mismas actividades; en tanto que la unidad de producción o el sitio específico, puede ser el medio adecuado para implementar el manejo de los recursos; según la vocación de la cuenca y de acuerdo a los sistemas productivos en la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico.

Si bien es cierto, que la escala de una cuenca hidrológicas resulta en demasía grande para la

delimitación del SAR del proyecto, también es cierto que una cuenca hidrológica es una región donde el agua de lluvia, nieve o granizo escurre hacia las áreas con menor elevación en un espacio geográfico y llega a un cuerpo de agua como un río, un lago o el océano. La cuenca funciona como un embudo que recolecta el agua dentro de su superficie. Por lo que se considera que los procesos ecológicos sucedidos dentro de una cuenca, forman en sí unidades territoriales y; en función del tipo de proyecto que se evalúa es uno de los criterios que puede tener mayores justificaciones técnicas. Las justificaciones se fundamentan en que es más fácil identificar proyectos de interés común, hay posibilidad de manejo inmediato por el interés de los actores locales, las condiciones más homogéneas de la población y de los problemas biofísicos, menor costo relativo de los proyectos, más facilidad para la organización, concertación y coordinación (Jiménez F. y J. Faustino, 2003).

Tomando en cuenta lo anterior, se optó por realizar la delimitación del SAR tomando en cuenta el cuerpo de agua donde se desarrollaran las principales interacciones. La Laguna Ojo de Liebre es una laguna costera localizada en la costa noroeste del estado de Baja California Sur entre los 27.60 y 27.92° de Latitud Norte y los 113.92 y los 114.32° de Longitud Oeste. La Laguna Ojo de Liebre se encuentra al sur de una serie de tres lagunas costeras (Manuela, Guerrero Negro, Ojo de Liebre) que se comunican con la Bahía Sebastián Vizcaíno. Tiene una longitud aproximada de 40 *km* y un ancho promedio de 6 *km*. Su batimetría presenta una serie intrincada de canales con profundidades máximas de 30 *m* surcando zonas de baja profundidad o "bajos" que cubren su extensión casi en su totalidad, existen además cinco islas en su interior (Figura 13) este sistema forma parte de la Reserva de la Biosfera Complejo Lagunar Ojo de Liebre, este Complejo lagunar comparte características Hidrogeográficas que se comporta como una cuenca, la laguna Guerrero Negro que en conjunto con la Laguna Ojo de Liebre conforman un complejo lagunar que se interrelaciona a través de la Bahía Vizcaíno, conectadas mediante un canal de mareas. Si bien este canal es de poca profundidad, permite la comunicación de ballenas y embarcaciones. De acuerdo con la clasificación de Lankford (1977), ampliamente utilizada en la literatura mexicana, se puede categorizar a las lagunas Ojo de Liebre, Guerrero Negro y Manuela por su origen del tipo I erosión diferencial, que agrupa lagunas costeras, que son depresiones formadas por procesos no marinos durante el descenso

del nivel del mar, inundadas por la transgresión del Holoceno, modificadas leve o fuertemente a partir de la estabilización del nivel del mar durante los últimos cinco mil años. La batimetría y la forma son variables; la geomorfología es típicamente de un valle de río inundado; se presentan principalmente a lo largo de planicies costeras anchas y de bajo relieve. Parte de estas lagunas costeras se diferencian por constituir valles inundados con barrera, por la presencia de la barrera física presente; escurrimiento ausente o poco frecuente; forma y batimetría variada, modificada por procesos de la zona litoral (mareas, acción del viento, olas); energía propiciada principalmente por corrientes mareales, alta en los canales y ensenadas y baja en bajos arenosos; usualmente hay salinidades con gradientes hipersalinos y puede llegar a existir salinidad normal (Lankford, 1977). Por estas características comunes y por el hecho de que comparten especies y características físico-químicas, ya que ambas intercambian agua con la Bahía de Vizcaíno lo que les confiere características muy semejantes y se pudiera considerar este complejo lagunar como una unidad o cuenca hidrogeográfica, que sería el equivalente a una cuenca hidrográfica en el ambiente terrestre y se delimito un polígono de 105,800 hectáreas.

IV.2. Caracterización y Análisis Del Sistema Ambiental Regional.

IV.2.1. Aspectos Abióticos.

a) Clima.

El clima en la vecindad de la Laguna Ojo de Liebre varía entre dos patrones que son característicos de la región de latitudes medias del Pacífico Este, desde la frontera entre Canadá y Los Estados Unidos hasta el extremo sur de la Península de Baja California. Durante el fin del otoño y el invierno (Noviembre a Marzo), el clima es modulado por actividad sinóptica de las capas superiores de la atmósfera consistente en sistemas ciclónicos y anticiclónicos que se propagan hacia el Este. Laguna Ojo de Liebre queda generalmente al sur de las trayectorias de las tormentas de invierno y las perturbaciones atmosféricas son débiles. Durante la primavera y el verano el centro de alta presión estacionario del Pacífico Norte y el centro de baja presión sobre el desierto de Sonora se combinan para producir períodos extensos de vientos energéticos dirigidos hacia el sudeste. En esta época el clima es árido y de alta

temperatura, lo cual combinado con la intensidad de los vientos produce altos niveles de evaporación. A finales del verano se generan frecuentemente tormentas tropicales en la costa del Pacífico Mexicano, en los alrededores del Golfo de Tehuantepec. Si bien estas tormentas rara vez se propagan tan al norte, las lluvias asociadas generan un segundo período de lluvias en la región.

El análisis climatológico del Pacífico del Este por Nelson (1977) y Nelson y Husby (1983), basado en reportes meteorológicos hechos por barcos transitando por la región, muestran que la rapidez del viento alcanza valores máximos durante la primavera y principios del verano con valores mensuales promedio de 7 ms⁻¹ durante el mes de Mayo. La dirección del viento presenta muy poca variabilidad dirigiéndose consistentemente hacia el sudeste (150°) durante todo el año.

Existe en la región un flujo neto de calor de la atmósfera al océano, resultante del efecto combinado de la radiación solar, la reflexión, evaporación y la conducción. Los promedios mensuales de temperatura ambiente tienen valores mínimos de 17 °C durante el invierno y se incrementan hasta alcanzar valores superiores a los 25 °C en Septiembre. Los valores climatológicos de evaporación muestran que ésta varía estacionalmente de forma similar al patrón de radiación solar alcanzando razones máximas de evaporación durante los meses de Junio y Julio. La razón de evaporación promedio es alrededor de 3 mm día⁻¹ alcanzando los 5 mm día⁻¹ durante el verano y excede típicamente a la precipitación por un orden de magnitud. En la realización del análisis climático se utilizó la información de superficie de la estación climatológica denominada “Guerrero Negro”, ubicada en las coordenadas UTM 790619 E 3097183 N. En una elevación de 10 m sobre el nivel del mar. Los datos analizados comprenden el periodo de 1980 a 2005. La información fue obtenida a partir de los registros del Servicio Meteorológico Nacional.

Tipo de clima.

Guerrero Negro se encuentra en una región cuya precipitación es escasa debido a varios factores, como lo son la Celda Semipermanente de Alta Presión del Pacífico y a la presencia de la Corriente de California. Esta corriente fría también influye en la temperatura, ya que las

temperaturas que presenta son más bajas comparadas con sitios ubicados en la Península de Baja California en similar latitud pero en la vertiente del Golfo de California.

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García (1973,) para nuestro país por sus condiciones de temperatura y precipitación, el tipo de clima para Guerrero Negro es un clima BW_hs (x'), es decir, se trata de un clima muy seco o desértico, semicálido con una temperatura media anual mayor entre 18 y 22 °C, con inviernos frescos donde la temperatura del mes más frío es menor a 18 °C, con un régimen de lluvias predominantemente en invierno.

Para analizar la frecuencia de ocurrencia de eventos ciclónicos, se utilizaron las trayectorias de los meteoros de 1997 hasta el 2014, considerando aquellos que llegaron a acercarse al menos 200 km al área de estudio. Los datos de las trayectoria ciclónicas provienen de la página web de Unisys National Weather Service. (weather.unisys.com/hurricane/index.html).

Temperatura anual y temperaturas extremas.

Tabla IV-11. Temperaturas mínima y máxima por década – año.

Década/Año		Mín	Prom	Máx	Desvest
1980	1984	2.5	13.6	25.5	5.3
	1985	1.5	12.9	27.0	4.7
	1986	3.5	13.6	25.5	4.2
	1987	0.0	12.3	20.0	5.1
	1988	0.0	12.7	21.0	4.1
	1989	-5.0	11.0	22.0	5.1
	1990	-1.0	12.8	23.5	4.8
Total 1980		-5.0	12.8	27.0	4.8
1990	1991	4.5	12.6	20.0	2.9
	1992	3.0	13.0	24.0	4.3
	1993	2.0	13.0	20.5	3.9
	1994	3.0	12.7	22.0	4.2
	1995	0.0	13.4	23.0	4.0
	1996	1.0	13.2	23.5	5.2
	1997	0.0	14.2	24.0	5.2
	1998	1.0	13.3	24.0	4.7
	1999	2.0	12.8	21.5	4.1
	2000	3.0	13.6	23.5	4.5
Total 1990		0.0	13.2	24.0	4.4
2000	2001	0.1	13.2	21.5	4.9
	2002	1.0	13.3	24.0	4.5
	2003	0.1	14.1	23.5	4.6
	2004	1.5	13.8	23.5	4.9

Década/Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
2005	2.0	13.7	21.5	4.5
2006	1.0	14.2	24.0	5.5
2007	0.1	13.4	23.5	4.9
2008	0.0	14.5	22.0	4.4
2009	4.0	14.0	23.0	4.4
2010	2.0	12.9	20.5	3.6
Total 2000	0.0	13.7	24.0	4.7
Total general	-5.0	13.3	27.0	4.6

Década/Año	Mín	Prom	Máx	Desvest	
1980	1984	13.5	24.6	37.5	4.3
	1985	14.0	24.2	38.0	4.6
	1986	14.0	24.5	35.5	4.4
	1987	10.0	21.7	32.0	4.9
	1988	13.5	22.8	35.0	3.6
	1989	11.5	22.2	32.5	4.1
	1990	12.5	23.9	37.0	4.9
	Total 1980	10.0	23.6	38.0	4.5
1990	1991	14.5	22.5	34.5	3.5
	1992	16.0	24.1	38.5	3.8
	1993	16.5	23.9	36.5	3.2
	1994	16.5	23.3	37.5	3.4
	1995	17.0	23.4	38.0	3.3
	1996	16.5	26.1	37.0	4.5
	1997	15.0	27.1	41.0	5.7
	1998	15.0	27.1	42.0	4.3
	1999	21.0	27.6	39.5	3.3
	2000	21.5	28.8	42.5	3.9
	Total 1990	14.5	25.4	42.5	4.5
2000	2001	22.0	28.3	41.0	3.3
	2002	19.0	28.3	42.0	4.3
	2003	22.0	29.3	42.0	3.9
	2004	21.5	29.8	42.0	3.7
	2005	23.0	30.7	42.0	3.9
	2006	19.5	31.0	42.5	4.1
	2007	21.0	29.6	43.0	4.0
	2008	21.5	30.8	42.0	4.2
	2009	20.0	30.4	43.0	3.9
	2010	22.0	29.0	41.0	3.0
	Total 2000	19.0	29.7	43.0	3.9
Total general	10.0	26.7	43.0	5.0	

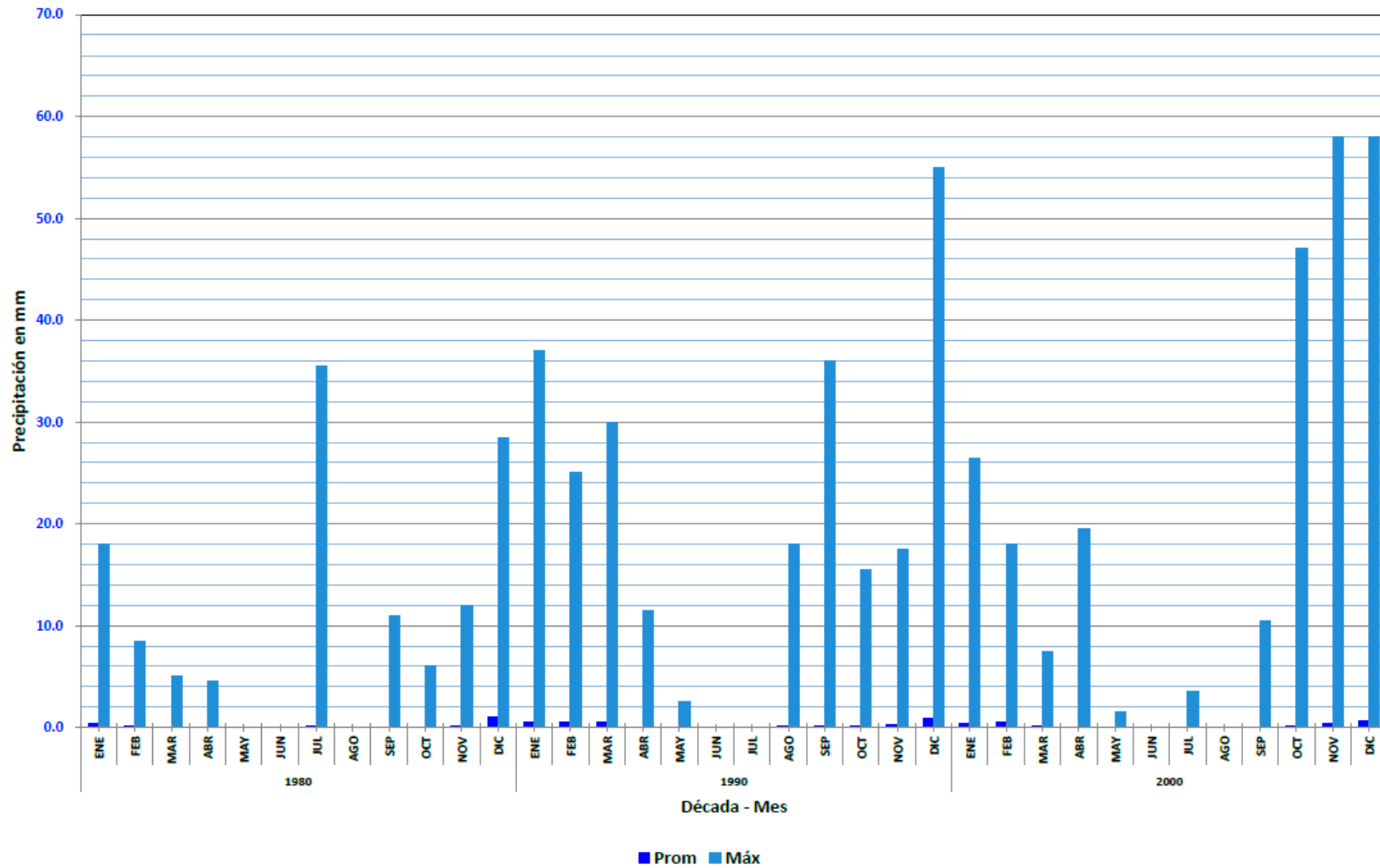


Figura IV-1. Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década - Mes.

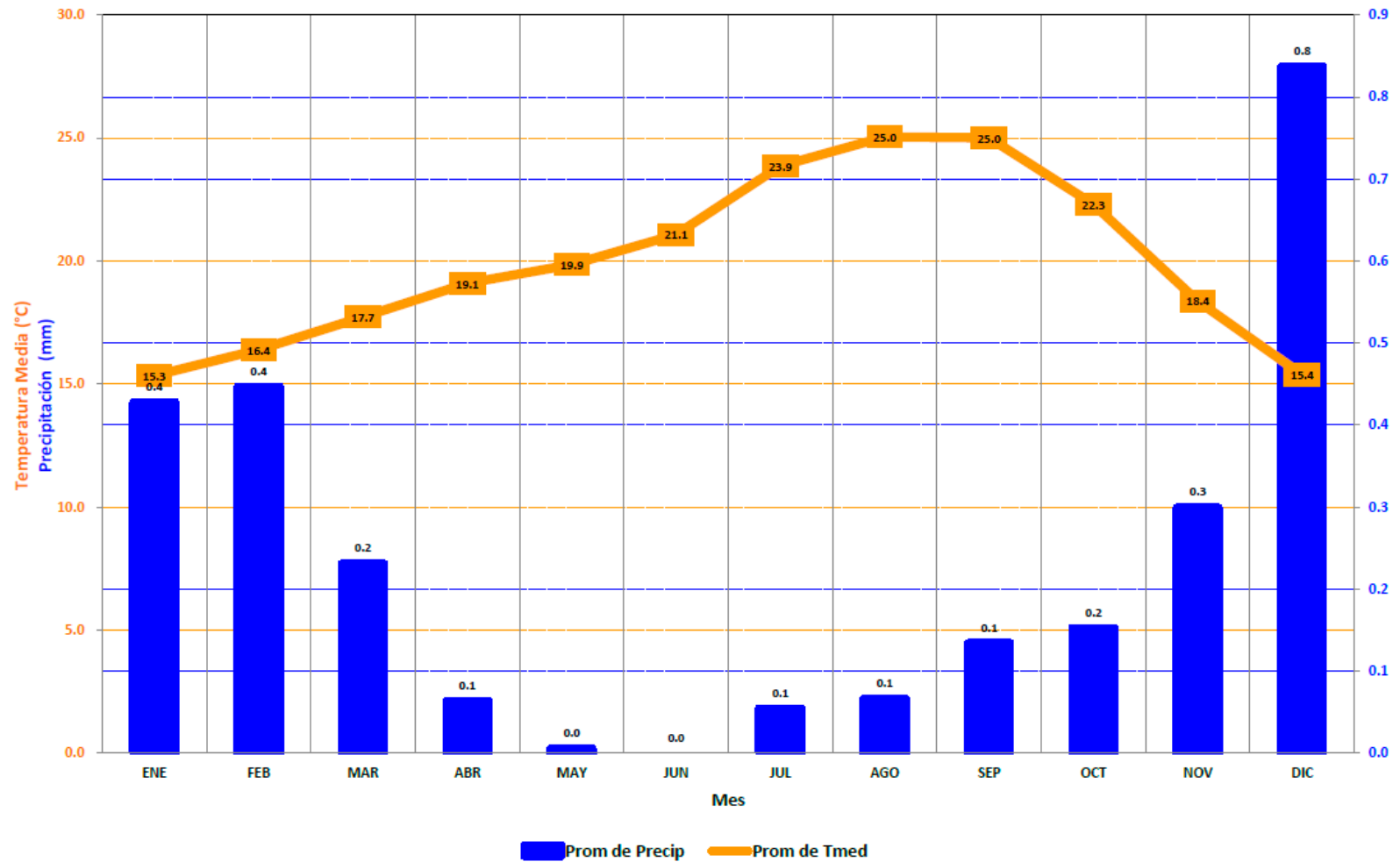


Figura IV-2. Promedio Diario de Precipitación y Temperatura Media por Mes para Guerrero Negro.

Proyecto Unidad de Manejo Acuicola en Laguna Ojo de Liebre, Estado de Baja California Sur.

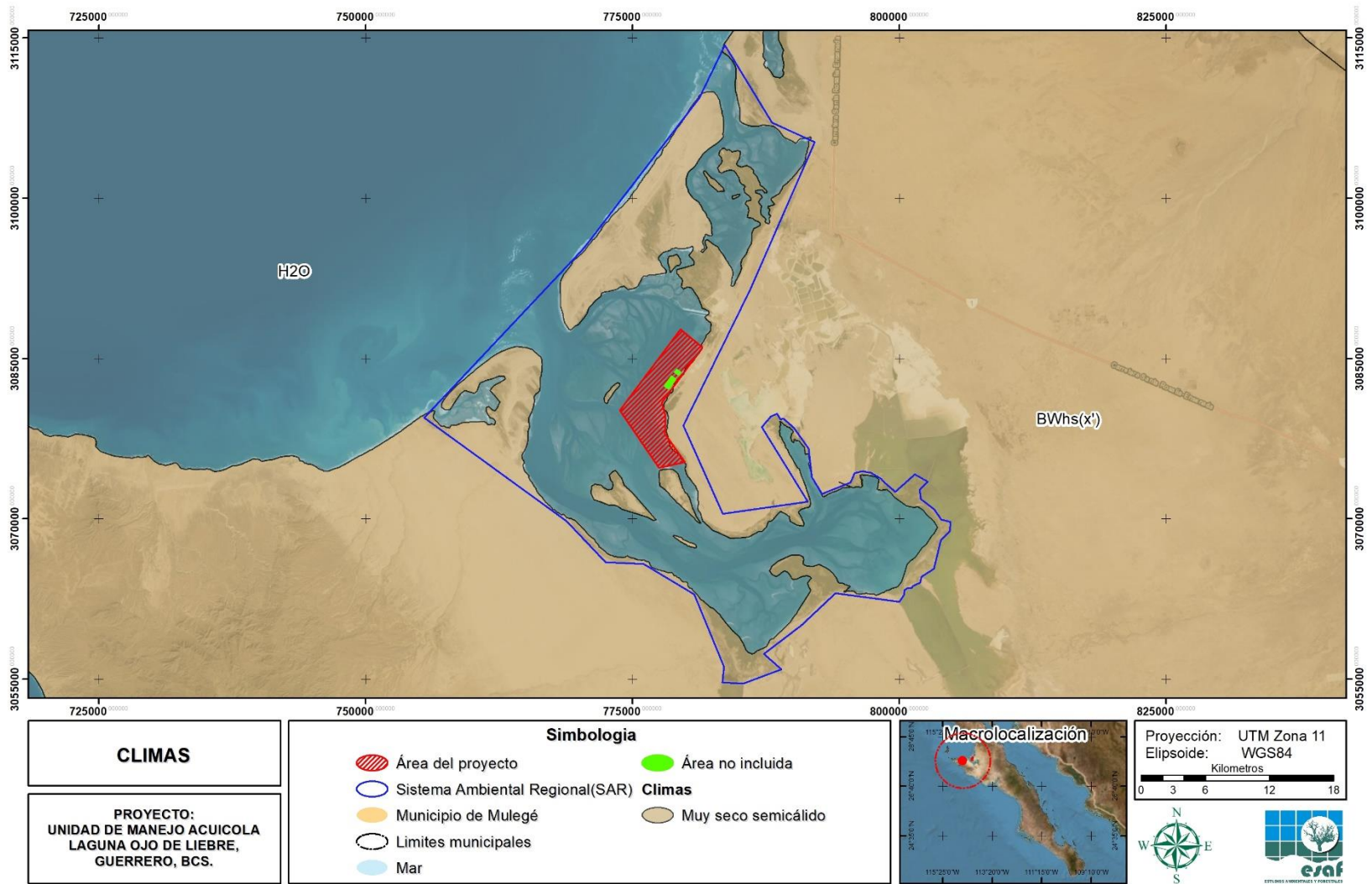


Figura IV-3. Tipos de climas presente en el área de estudio.

Tabla IV-2. Ciclones tropicales que han tenido influencia en el área de estudio del proyecto.

Año	Nombre	Categoría cercana al sitio	Fecha cercano al área
1997	Nora	Huracán	Sep. 03
1998	Frank	Tormenta tropical	Ago. 08
2001	Juliette	Depresión tropical	Sep. 29-30
2003	Ignacio	Tormenta tropical	Ago. 26-27
2004	Javier	Depresión tropical	Sep. 18-19
2006	Emilia	Tormenta tropical	Jul. 26
2006	John	Tormenta tropical	Sep. 03
2011	Dora	Tormenta tropical	Jul. 24
2012	Paul	Tormenta tropical	Oct. 17
2013	Juliette	Tormenta tropical	Ago. 29

En la **Figura IV-4** se muestran en línea de color las trayectorias que siguieron los ciclones tropicales que llegaron a tener influencia en el sitio del proyecto, el nombre y el año.

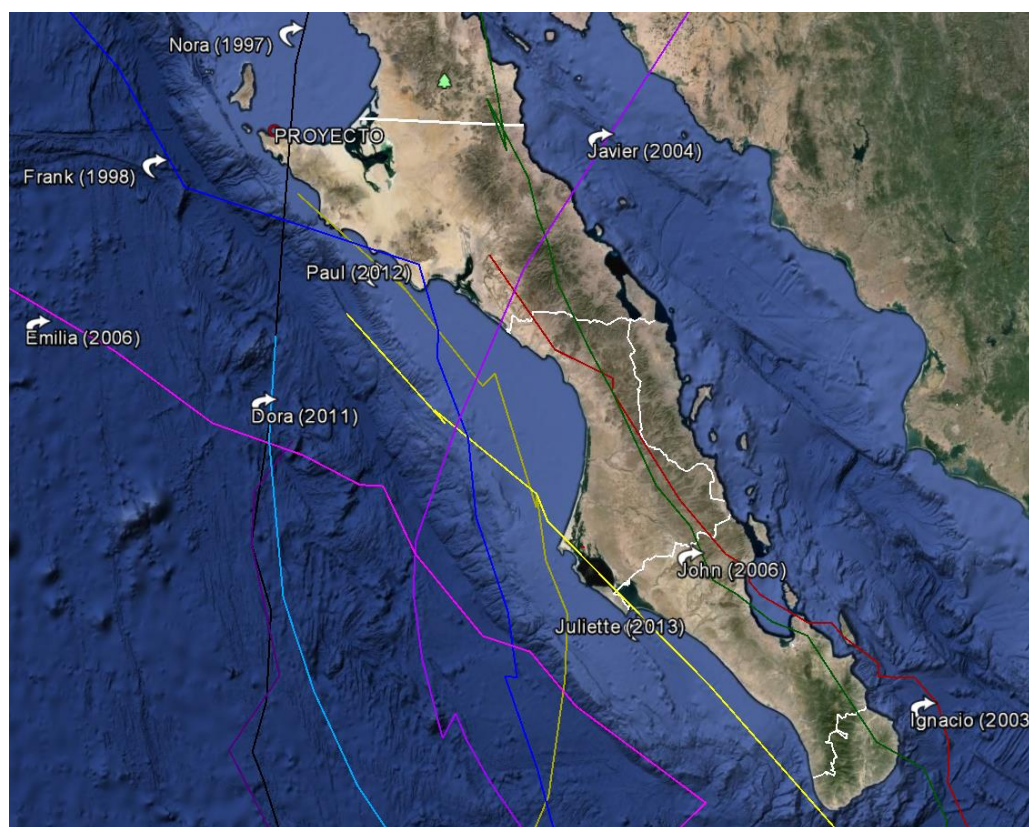


Figura IV-4. Trayectoria de huracanes que han llegado a influenciar en el sitio del Proyecto

Vientos dominantes:

Los vientos presentan para esta región, una dirección clara marcada del noroeste a sureste, dónde las calmas se presentan con frecuencia, lo que permite explicar las prolongadas sequías (SARH, 1977).

Los vientos de mayor violencia se observan asociados a los ciclones tropicales que se llegan a acercar, principalmente durante el otoño.

En esta región es frecuente observar neblinas y una nubosidad fuertemente estratificada asociada a una inversión térmica (Flores, 1998).

Eventos Meteorológicos Extremos.

Huracanes.

Los principales eventos climáticos extremos que llegan a afectar la zona son las perturbaciones ciclónicas de origen tropical que se originan en el Pacífico Nororiental. Estas pueden ser tormentas tropicales o llegar a la clasificación de huracán, sin embargo, debido a las aguas frías de la Corriente de California, que bañan la costa occidental de la Península, generalmente la trayectoria de tales perturbaciones sufre desviación hacia el oeste. Es por eso que sólo en raras ocasiones llegan a cruzar la Península. Analizando las trayectorias de los huracanes durante el periodo de 1997 a 2014 se registran 10 ciclones tropicales que tuvieron influencia en el área del proyecto (**Tabla IV-2**).

b) Geología y geomorfología

Provincias Fisiográficas, Geológicas y Tectónicas.

De acuerdo a la clasificación fisiográfica (INEGI, 1996), El Proyecto, se encuentra dentro en la subprovincia fisiográfica Discontinuidad Desierto de San Sebastián Vizcaíno. Esta discontinuidad se ubica en la parte noroeste de la entidad, limita hacia el este con la Sierra de la Giganta, al oeste y sur con el Océano Pacífico. Estructuralmente corresponde a una cuenca tectónica.

Por su parte López-Ramos (1979), diferencia dicha subprovincia fisiográfica, como subprovincia geológica San Sebastián Vizcaíno (**Figura IV-5**), en donde afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico. En la mayor parte desierto la composición litológica es de material clástico sedimentario marino y continental del Cuaternario, mientras que al sur de la discontinuidad hay rocas ígneas extrusivas básicas y rocas sedimentarias del Terciario Superior.

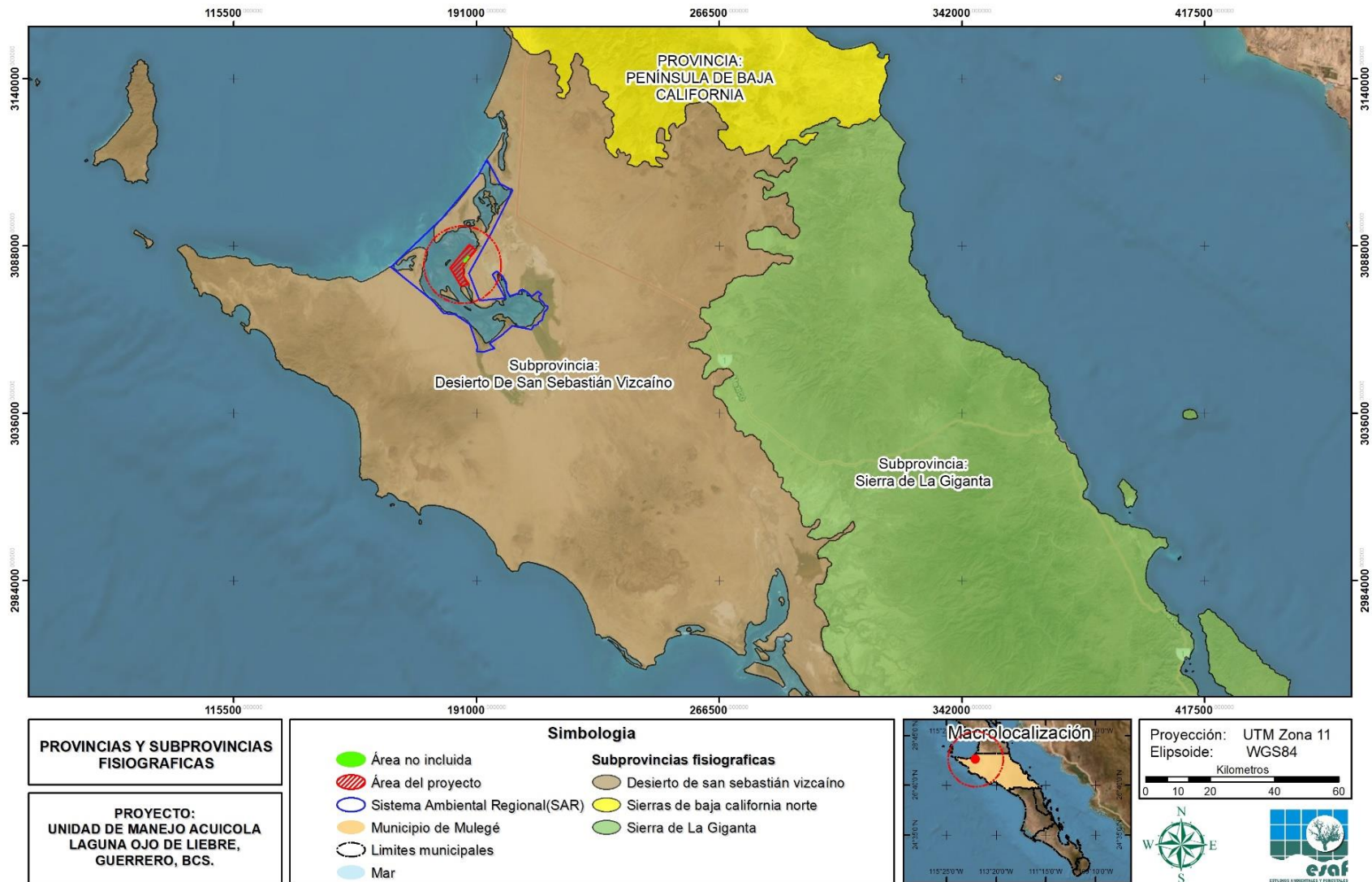


Figura IV-5. Ubicación del Proyecto, en las subprovincias fisiográficas (INEGI, 1996).

Susceptible a ser interpretada como continuación peninsular de la plataforma continental, esta discontinuidad fisiográfica se proyecta hacia el Oeste desde la cordillera bajacaliforniana, simulando un cuerno que finaliza en punta Eugenia y se continúa en la isla Cedros. De punta Eugenia a Guerrero Negro se extienden 120 Km. a través de la Bahía de San Sebastián Vizcaíno con su línea de costa cóncava. Las aguas de la bahía penetran en la laguna Ojo de Liebre, uno de varios criaderos balleneros que existen en la península. En línea recta desde punta Eugenia hasta el extremo sur de la discontinuidad se abarcan 280 Km. El Desierto del Vizcaíno, predominantemente arenoso, presenta una superficie ondulada con pocas colinas bajas y a menos de 100 m.s.n.m. Las dunas son de tipo semilunar (barján) y están orientadas Noroeste-Sureste, algunas son bastante activas en el Norte donde tienden a disponerse en franjas paralelas con esa orientación. Carece de un sistema de drenaje organizado ya que los arroyos que bajan desde el oriente se extinguen a poca distancia de la sierra. En el desierto, presenta un rasgo singular: la abundante caída de rocío en ciertos meses del año.

La llanura queda interrumpida en el oeste por la sierra de Vizcaíno y en el sur por la de Santa Clara. La primera, cuya extensión al Norte es la isla Cedros, es baja (sólo en tres áreas se eleva de 700 a 1 000 m snm.), escarpada y discontinua, con rocas sedimentarias de varios tipos y rocas metamórficas. La segunda, de contorno burdamente circular y laderas tendidas es de carácter volcánico con dominancia de basaltos. Esta sierra presenta varios cráteres y en su parte central sobrepasa los 600 msnm. La línea de costa de la discontinuidad invariablemente presenta terrazas marinas.

Existe predominio de llanuras; la más extensa es la llanura desértica con salinas y dunas que es muy plana por lo cual se aprovecha principalmente para agricultura de riego. En cuanto a suelos, se encuentran presentes el Solonchak órtico, yermosoles salinos, regosoles eútricos asociados a fluvisoles y yermosoles así como litosoles.

Según la distribución de terrenos tectonoestratigráficos propuesta por Campa y Coney (1983) y renombrados por Sedlock, *et. al.* (1993), Guerrero Negro se ubica en el Terreno Vizcaíno (Cochimí), con llanura costera inundable. El terreno Cochimí debido a su extensión, Sedlock, *et. al.* (1993), lo dividen en tres unidades estructurales, sin embargo el Proyecto se ubica en el Subterreno Vizcaíno Sur, incluye ofiolitas del Triásico Tardío cubiertas concordantemente por

pedernal, calizas, brechas y areniscas que contienen radiolarios y los megafósiles *Monotis* y *Halobia* del Triásico Tardío; Rocas vulcanoclásticas y volcánicas del pre-Jurásico Tardío, y Tonalitas del Jurásico Medio Cretácico Temprano. Los subterrenos Vizcaíno Norte y Sur, son fragmentos de arcos de islas que probablemente se formaron sobre corteza oceánica del Triásico Tardío y fueron acrecionados a Norteamérica a finales del Jurásico o durante el Cretácico Temprano, con base en el cambio de la procedencia a partir de sólo vulcanogénicos, total o parcialmente a siliciclásticas.

Durante el Cretácico Temprano los terrenos Vizcaíno Norte y Sur fueron colocados uno al otro a lo largo de una zona de falla que contiene la melange de la Sierra Placeres. Los tres subterrenos de ofiolitas Arco están cubiertos por la Formación Valle, la cual consiste de turbiditas siliciclásticas del Albiano Campaniano, que probablemente se acumularon en un ambiente de ante arco. La mayoría de la sección Cretácico fue depositada sintectónicamente basados en la presencia de grandes bloques de basamento dentro de los Olistromas, la subsidencia asimétrica de la cuenca y el deslizamiento de bloques tan grandes como 100 m. Estratos marinos someros del Mioceno y Plioceno, cubren en discordancia a las rocas de arco y ofiolita y a las turbiditas siliciclásticas en las Islas de Cedros y la península de Vizcaíno

Geología (Formaciones: Unidades de roca).

En el área aledaña al Proyecto afloran unidades litológicas con un rango estratigráfico del Mesozoico al Cuaternario. Estas unidades de roca se describen geocronológicamente a continuación:

Mesozoico.

Jurásico Superior, Arenisca, Js(ar). Secuencia detrítica variada en la que predominan areniscas, desde finas a conglomeráticas, que alternan con lutitas, limonitas y conglomerado, conocida en su conjunto como Formación Eugenia (Mina, 1957).

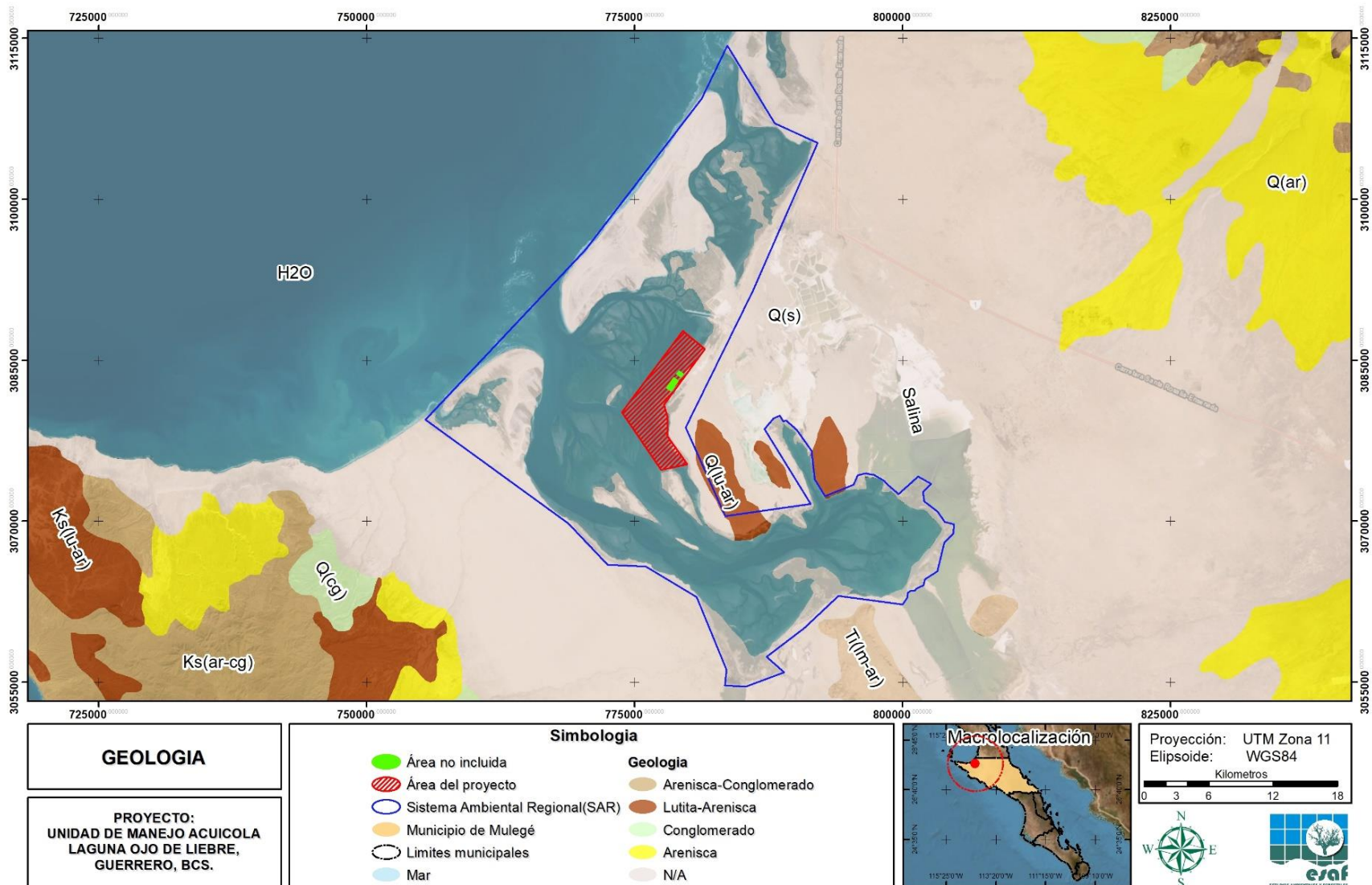


Figura IV-6. Mapa geológico de la zona del proyecto.

La parte baja de esta secuencia contiene sedimentos con fuerte influencia volcánica como son rocas vítreas, sedimentos argiláceos volcanogénicos, intercalaciones de lavas y tobas, areniscas tobaceas, grauvacas y limonitas silíceas con abundantes radiolarios. La unidad se encuentra fuertemente fallada tanto inversa como normalmente, de tal manera que no se aprecian estructuras plegadas.

Jurásico, Gabro J (ga). Unidad de gabro de plagioclasa cálcica y clinopiroxeno con textura holocristalina y estructura acumulativa. Se presenta en color claro con tono verdoso e intemperiza a café rojizo, sus minerales accesorios son anfíbol, serpentina sustituyendo al olivino, plagioclasa sódica, zircón, esfena y probablemente epidota.

Esta unidad se considera junto con la serpentinita sobre la cual se encuentran basaltos Jurásicos y la parte basal de las areniscas Jurásicas a las cuales infrayace el Complejo Ofiolítico.

Jurásico, Complejo Ofiolítico (J) Complejo Ofiolítico. Unidad en la que se agrupan rocas metamórficas e ígneas como: serpentinita, gabro y basalto, así como algunas rocas detriticas y vulcanogénicas asociados a estos últimos.

Las rocas descritas se encuentran dispuestas en forma caótica, fracturadas, deformadas, intrusionadas por diques tonalíticos y dioríticos y con contactos entre ellas poco claros.

Este complejo esta coronado por coladas y tobas andesíticas e intrusionado por cuerpos tonalíticos de composiciones similares, los que han sido fechados como de 154 +/- 5 millones de años (Troughton, 1975, citado en Rangún, 1979). Se ha considerado a este complejo como Jurásico Superior (Rangún, 1979).

Jurásico, Serpentinita (J). Unidad de serpentinita compuesta por rocas ultramáficas sumamente serpentinizadas y por una mezcla o melange de brecha de serpentinita con algunos bloques exóticos.

El melange que aflora sobre la costa del Proyecto consiste de cuerpos de brecha de serpentinita masiva y foliada con estructuras en "enjambre" y algunos bloques de esquistos verdes. Sus minerales esenciales son: plagioclasa cálcica, olivino y ortopiroxeno con serpentinita sustituyendo a los dos últimos.

Estas rocas contienen minerales accesorios de importancia económica, más abundantes mientras mayor sea la serpentinización, las que a veces están en grandes concentraciones, como la megnesita.

Cretácico Superior, Arenisca-Conglomerado Ks(ar-cg). Las rocas de esta unidad corresponden a la parte superior de la Formación Valle y consisten principalmente de areniscas con diferentes características que alternan con conglomerados y escasamente con lutitas.

Los conglomerados están constituidos por clastos redondeados de rocas volcánicas de composición intermedia y de pedernal, son de tamaño promedio de 1 a 30 centímetros.

Las areniscas son litarenitas y arcosa con cuarzo y plagioclasa. En estas rocas se observan algunos fósiles, se considera a estas rocas como facies intermedio-proximal de un abanico abisal con corrientes de turbidez.

Cenozoico

Terciario Mioceno, Limonita-Arenisca Tm(lm-ar). Unidad constituida esencialmente por limonita poco cementada, arenisca fina calcárea y lodolita, de color amarillento a gris, que alternan con algunas capas de yeso.

En casi toda la unidad ocurren lentes de diatomita desde laminares a masivos de hasta 3 metros de espesor de consistencia suave y color blanco a gris claro, en los que se identifican diatomeas.

Las rocas de esta unidad contienen detritos subangulosos o subredondeados de cuarzo y plagioclasa así como fósiles y fragmentos de ellos, entre estos destacan dientes de tiburón y cetáceos, fragmentos de madera, moluscos, foraminíferos, diatomeas y corales.

Los conjuntos fósiles reportados indican una edad Mioceno Medio a Superior y aunadamente a su litología, sugieren que el ambiente de depósito fue en aguas tropicales a subtropicales someras, localmente con poco oxígeno y con actividad volcánica cercana.

Cuaternario, Conglomerado Q(cg). Unidad de conglomerados continentales de origen aluvial de color café a blanquecino debido a un alto contenido de carbonatos, están medianamente compactados y ligeramente cementados con calcita. Sus clastos están redondeados y

subredondeados.

La permeabilidad de esta unidad es de media a alta. Su espesor es por lo general delgado, de 5 a 10 metros, pudiendo llegar hasta 30 metros. Aflora de manera dispersa en toda el área, su morfología es de mesas inclinadas hacia el sentido de la corriente que las originó y de lomeríos disectados.

Cuaternario, Aluvial Q(al). Son los materiales de edad más joven en la zona, se hallan en las planicies, como relleno en las partes bajas y coronando la secuencia estratigráfica en las Sierras. Su origen es sedimentario marino y continental e ígneo extrusivo. Integrado por arena, grava, limo y escasa arcilla. Estos materiales forman el suelo aluvial que se halla rellenando y coronando a toda la columna estratigráfica.

En el área se observan estructuras disyuntivas y plicativas dislocadas que conforman una malla con orientaciones perpendiculares entre sí, la más destacada con dirección noroeste-sureste. Las estructuras plicativas son pequeñas, numerosas, cerradas y dislocadas. Son notables también las fallas inversas cartografiadas por estar cortadas tanto por las fallas de corrimiento lateral, como por las normales. Estas últimas y la gran cantidad de fracturas se hallan dispuestas en una especie de red, con diferentes orientaciones en las que predominan las noroeste-sureste. Estas fallas son las que cortan el sistema de plegamiento al cual se asocian pequeñas fallas normales discontinuas, a veces no cartografiadas. De las estructuras descritas y del tipo de rocas cartografiadas en el área puede inferirse que, entre otros eventos, ocurrió un episodio fundamentalmente compresivo como lo es la convergencia de placas, con la subducción de la Paleopacífica bajo la Norteamericana. Este episodio se inicia con el emplazamiento, durante el Jurásico Medio y Superior, de un complejo ofiolítico sobre el cual se emplaza a su vez un arco volcánico-plutónico (Rangún, 1979), a fines del Jurásico e inicios del Cretácico, el cual migra hacia el este durante el Cretácico (Formación Alisitos).

En el área, este fenómeno se hace patente hasta el Cretácico Superior y se le atribuye el plegamiento y fallas inversas que afectan las rocas de esta edad.

- **Presencia de fallas y fracturamientos.**

No se aprecian fallas ni fracturamientos geológicos en la zona de estudio.

- **Susceptibilidad a riesgos geológicos.**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, estas zonas indican que tan frecuentemente se presentan sismos en las diversas regiones así como la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. El área de la Laguna Ojo de Liebre se localiza en la zona B, (**Figura IV-7**), la cual es una zona intermedia, donde se registran sismos de manera esporádica o que es afectada por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Según registros del Sistema Sismológico Nacional, en los últimos cien años, en el área no se han registrado eventos de considerable intensidad, es decir, de seis grados o más en la escala de Richter.



Figura IV-7. Ubicación del Proyecto, en la regionalización sísmica de la República Mexicana (Consulta en línea al Servicio Sismológico Nacional).

- **Deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca**

De acuerdo a las características topográficas y geomorfológicos, en el área de estudio no existe riesgo de derrumbes, otros movimientos de tierra o roca, se encuentran asociados a temporadas de lluvia a través de los causes de arroyos, o bien por el material arenoso transportado por el viento y que han originado los depósitos de duna.

- **Actividad volcánica.**

A este respecto en la actualidad no se presenta actividad volcánica, sin embargo es de hacer notar que en la periferia de 100 km de radio con centro en el área del Proyecto, se encuentran numerosos aparatos volcánicos de edad Terciario Superior, sin ningún tipo de actividad.

c) Suelos.

El suelo es la cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica. Para la descripción y clasificación de las unidades de suelo encontradas dentro del área, se consideró la clasificación FAO-UNESCO e INEGI, la cual reconoce para esta zona 11 unidades edáficas distribuidas espacialmente, las cuales se conforman por la interrelación de 9 tipos de suelo (**Figura IV-8**).

Tipo de suelo:

Regosol éútrico (*Re/1*). Unidad de más de 60 cm de profundidad, de textura gruesa, por lo que carece de láminas de arcilla, típico de ambientes costeros. Este tipo de suelo se caracteriza por presentar un solo horizonte, es de color claro y muy arenoso, muy drenado internamente con un bajo contenido de materia orgánica, rico en carbonato de calcio (CaCO_3). Se localiza en la mayor parte del área, en el litoral de las playas y en una zona de dunas principalmente. Esta unidad edáfica, sustenta una vegetación propia de desiertos arenosos. Debido a la inestabilidad que proporciona este tipo de suelo, se presenta una alta susceptibilidad a la erosión.

Regosol calcárico (*Rc/1*). Suelo muy similar al anterior, también de textura gruesa por el contenido de arenas y algo de cal o yeso en alguna parte entre los primeros 50 cm de profundidad, por lo que se encuentra mejor consolidado que los Regosoles éútricos, son pobres en materia orgánica.

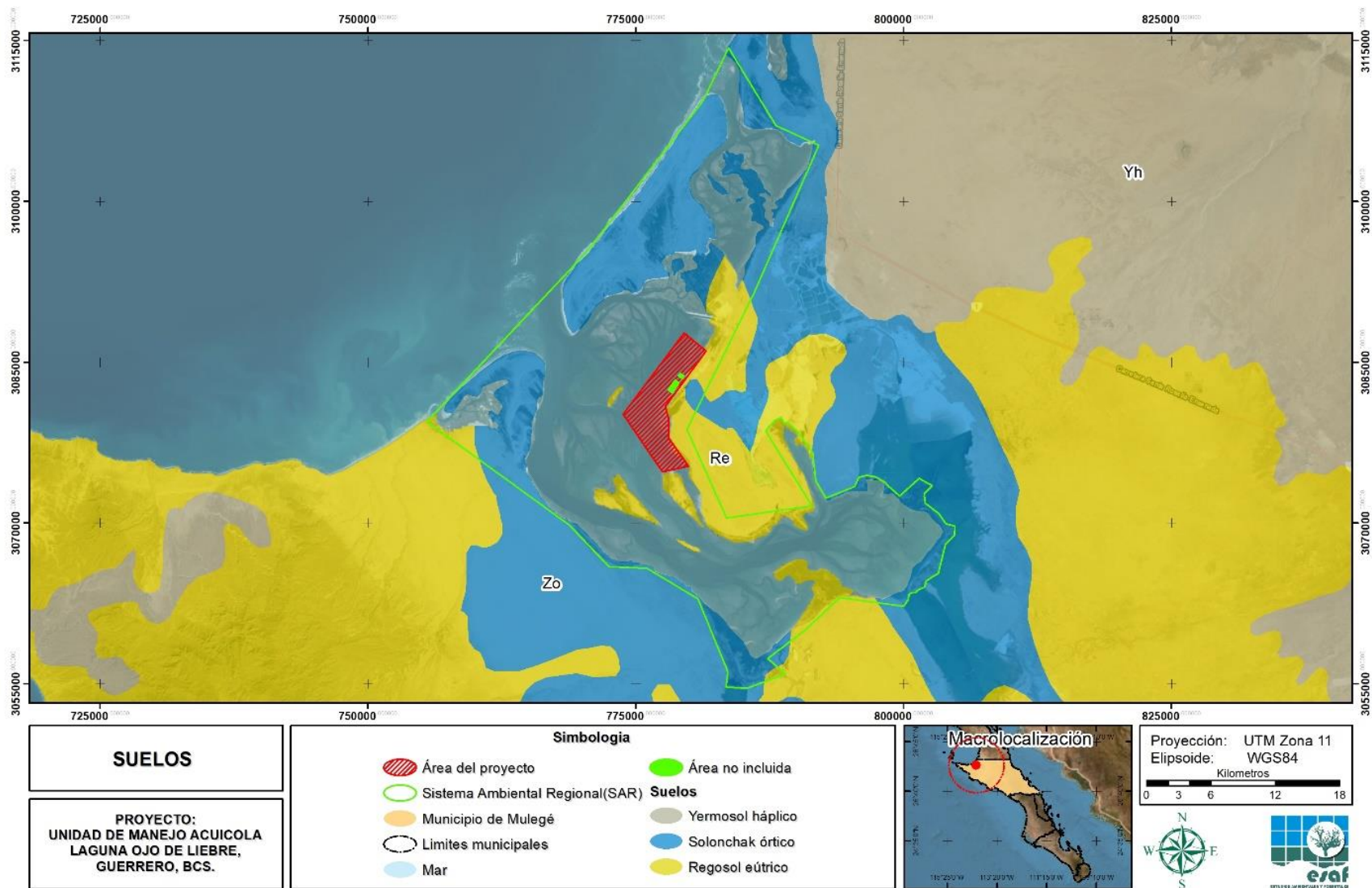


Figura IV-8. Tipos de suelo presentes en el área del proyecto.

Solonchak órtico (Zo/1). Se ubica justo en la zona sujeta a inundación, este se caracteriza por ser típico de intrusiones salinas. Presenta un horizonte sálico de gran importancia el cual se encuentra localizado en la superficie del terreno, resultado de la evaporación del agua de mar que ocupa esta zona durante inundaciones eventuales. Al cubrirse de agua, existe una mayor evaporación que percolación lo cual ocasiona que las sales marinas se precipiten y depositen. Esta unidad edáfica se encuentra en el estero La Bocana, sustenta una vegetación halófila que son plantas que toleran el exceso de sal ya que su ubicación es muy cercana al mar, es precisamente en esta estructura sobre la que se asentara el proyecto.

Fluvisoles (Suelos que contienen depósitos aluviales). Se encuentran en la porción sur de la Llanura Costera del Pacífico. Se han formado a partir de depósitos aluviales recientes, ocasionados por los arroyos que bajan desde la Sierra y desembocan en el Océano Pacífico, de tal modo que en su trayecto desarrollaron las llanuras, son de color gris oscuro (en húmedo), textura media, estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y débil desarrollo; además de saturación de bases mayor de 50% (Fluvisol eútrico), contenido variable de materia orgánica y nutrientes y, por lo tanto, de fertilidad. Algunos sitios manifiestan presencia de salinidad con una conductividad eléctrica del extracto de saturación de 4 a 8 mmhos/cm, y otros más presentan hidromorfismo (Fluvisol gléyico), lo que limita el desarrollo de cultivos; sin embargo, en general con un buen manejo, podrían obtenerse elevados rendimientos en su utilización agrícola.

d) Hidrología superficial y subterránea.

- **Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio:**

De acuerdo a la regionalización hidrológica reportada en INEGI, 1981, El área de estudio donde se pretende la construcción del proyecto, se encuentra colindante a la Región Hidrológica (RH) 2, Baja California Centro-Oeste (Vizcaíno) que abarca un área de 41 716 km² a lo largo de casi toda la parte central de la península de Baja California, en la vertiente del Pacífico, desde Punta Santo Domingo, en el estado de Baja California Sur, hasta Punta San Carlos en Baja California (Figura IV-9).

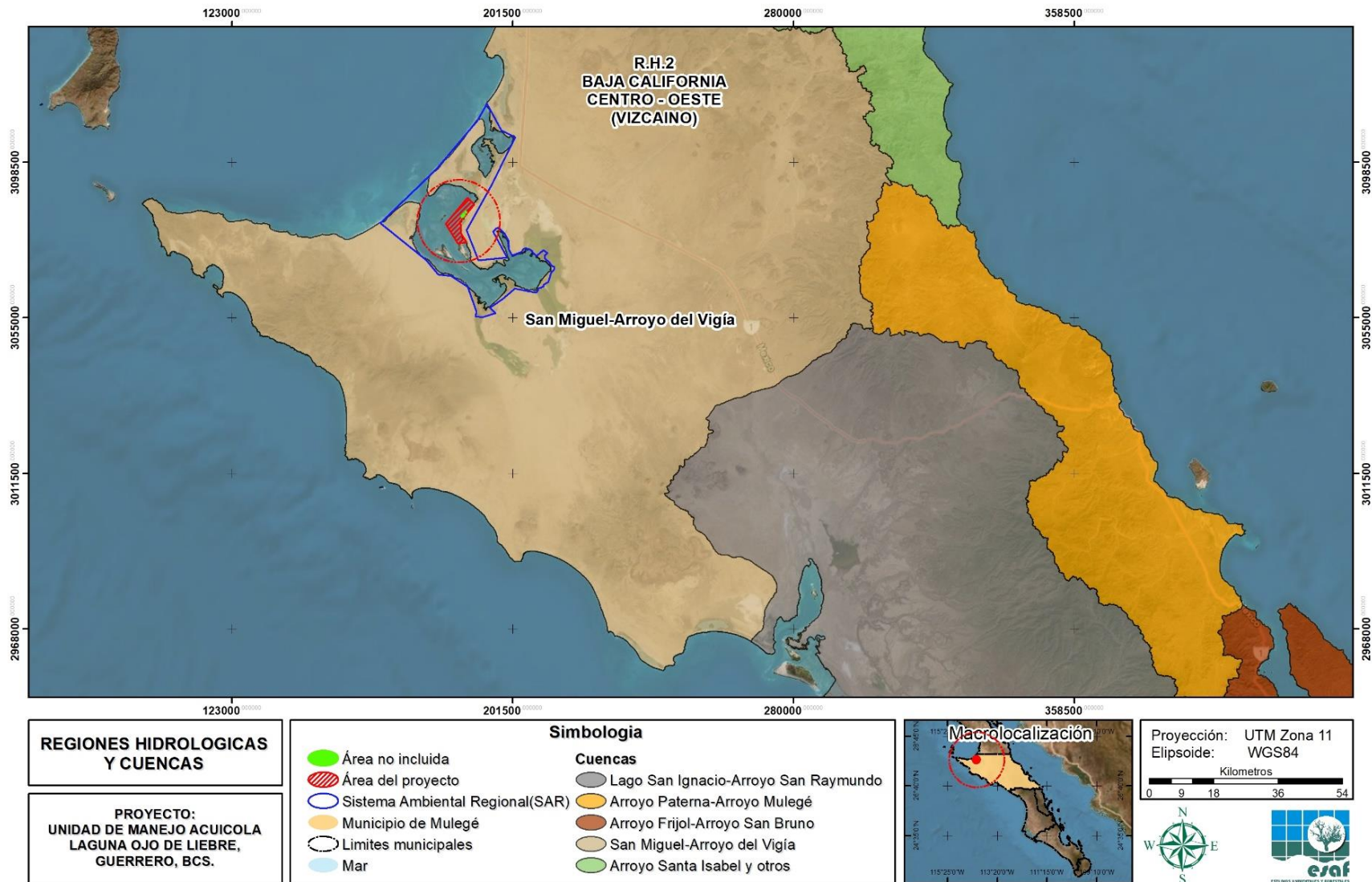


Figura IV-9. Regiones hidrológicas y cuencas.

Dicha RH está integrada por 2 cuencas hidrológicas, todas ellas de carácter exorreico. El área de estudio queda colindante a la cuenca hidrológica B (Arroyo San Miguel - Arroyo Del Vigía), ubicada en el centro de esta RH, al extremo norte del estado de Baja California Sur y engloba la mayoría de los escurrimientos superficiales que se generan en la región denominada “Desierto de El Vizcaíno”.

Esta cuenca hidrológica, a su vez, se divide en 8 subcuencas hidrológicas, de las cuales, e la zona intermareal colindante con la subcuenca H (San Bartolomé), es donde se encuentra el proyecto.

No existen embalses ni cuerpos de agua dulce cercanos al área del proyecto, solo escurrimientos superficiales de régimen efímero.

La escasa precipitación y su naturaleza torrencial, en función de las altas temperaturas son caracteres climáticos determinantes para que no haya suficiente agua para alimentar corrientes permanentes o perennes y que las lluvias, poco frecuentes, generen escurrimientos superiores a la capacidad de avenamiento de una red hidrográfica muy poco desarrollada. Esto hace que las pocas corrientes que forman la red de drenaje en el área de estudio del proyecto sean arroyos efímeros, es decir, que solo llevan aguas torrenciales cuando llueve e inmediatamente después, los más grandes desembocando en el océano Pacífico y los pequeños desapareciendo en las arenas del desierto, sin que se aprovechen sus aguas.

Hidrología Subterránea.

El sitio del Proyecto se encuentra sobre una unidad de material consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero constituido por material clástico. Su sedimentación dio origen a una secuencia de limonita - arenisca de grano fino a medio y caliza arenosa en bancos gruesos y masivos con horizontes esporádicos de moluscos; alternancia de arenisca arcósica con lutita y limonita en estratos delgados a masivos.

Existe otra unidad de material no consolidado en el área de estudio, conformado depósitos de arena reciente que también presenta posibilidades bajas de funcionar como acuífero. Por lo que se concluye que en el área de estudio no existe acuífero dulce o subterránea aprovechable.

e) Zona marina y costera.

- **Descripción del ambiente costero.**

La costa poniente del estado de Baja California Sur es clasificada dentro de la Unidad V (**Figura IV-10**). Se observa la descripción que se da para esta unidad, la cual está dada de acuerdo con la clasificación morfotectónica continental realizada por Carranza y colaboradores en 1975 para las costas mexicanas (presentada en Contreras, 1993), y las cuales pueden agruparse en nueve unidades.

Tectónicamente se clasifican como costas de colisión, subtipo costas de colisión continental. Éstas se presentan en los márgenes continentales cuando una placa continental gruesa choca con una oceánica delgada Geomorfológica y Genéticamente se pueden diferenciar tres tipos de costa: Primarias. Por depositación subaérea, por viento, costas con dunas. Secundarias. Por erosión del oleaje, promontorios cortados por olas, costas de línea de playa y costas de terrazas elevadas cortadas por oleaje. Secundarias. Costas por depositación marina y de barrera: playa, islas, ganchos y bahías de barrera. FUENTE: Contreras, 1993.

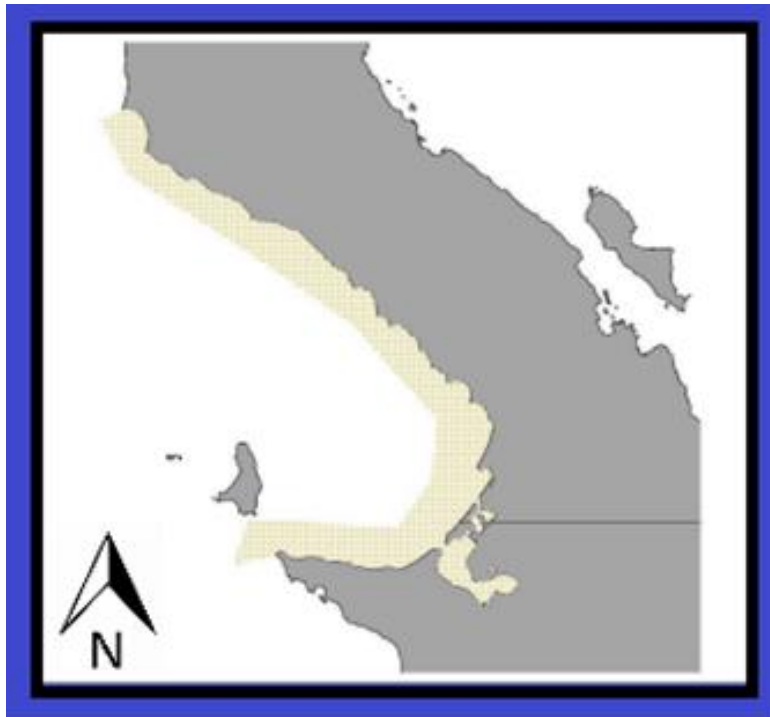


Figura IV-10. Tipo de costa en la Bahía de Vizcaíno.

La Clasificación de Inman and Nordstrom, la cual incorpora los efectos tectónicos sobre la morfología de segundo y tercer orden de características costeras, indica que la costa de La

Laguna Ojo de liebre, Baja California Sur, es de tipo *Costa de colisión*, la cual típicamente se alinea a lo largo de un margen de placa convergente, sin embargo, se hace una excepción a la costa occidental de California y Península de Baja California que está localizada a lo largo de un sistema de fallas transformacionales y presenta rasgos de este tipo de tectónica, pero que aún retiene las características morfológicas creadas durante el proceso de colisión entre la placa Americana con la placa Farallón el cual finalizó hace 20 millones de años aproximadamente (Inman y Nordstrom, 1971).

Las principales características de costas de colisión que están presentes en el área son las siguientes: a) La costa está asociada con actividad sísmica, b) La costa es relativamente recta con una plataforma continental estrecha y c) Las características costeras de segundo orden tales como deltas e Islas de barrera están presentes.

Con base en la clasificación Tectónica de Inman y Nordstrom (1971) y la clasificación genética de Shepard (1973), Carranza Edwards et al. (1975) clasifican al área de La Laguna Ojo de Liebre dentro de la unidad morfotectónica V que se caracteriza por presentar costas secundarias por erosión de oleaje y promontorios cortados por olas.

Con base en la clasificación genética de Shepard (1973) se presentan los siguientes tipos de costa: a) Costas primarias con presencia de depositación subaérea por viento; b) costas secundarias principalmente terrazas marinas cortadas por oleaje y c) costas secundarias por depositación marina tales como playa de barrera, islas de barrera y bahía de barrera.

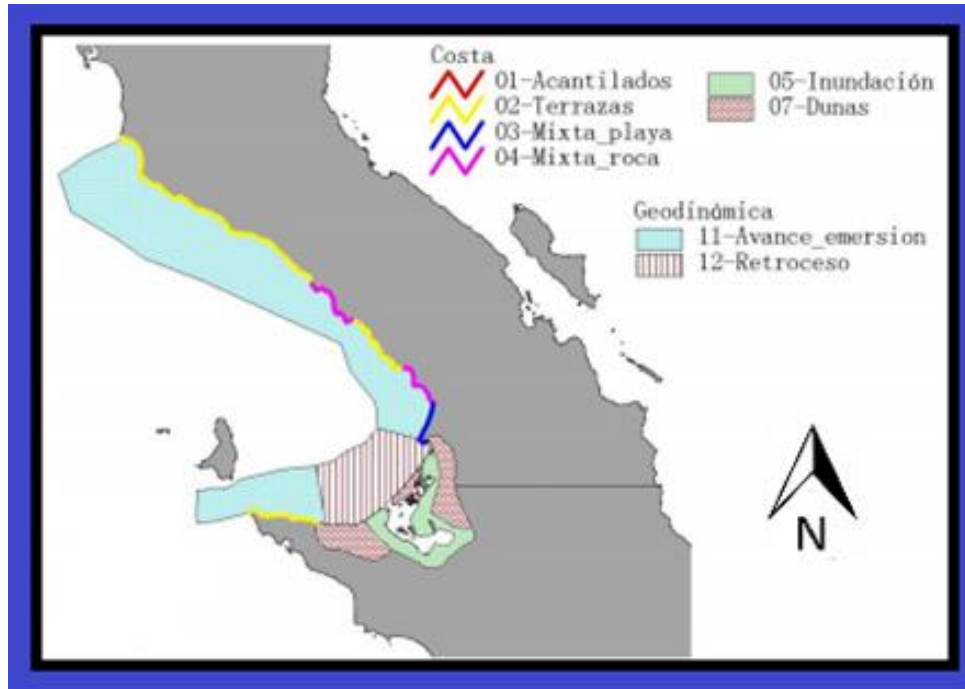


Figura IV-11. Tipo de costa en el complejo lagunar

El área de estudio presenta una geodinámica dominada por procesos de avance– emersión de la costa, con un área de retroceso frente al complejo lagunar Ojo de Liebre. Los tipos de costa que se presentan son del tipo erosivas (terrazas), aunque se encuentran algunas zonas del tipo mixtas:

- Costas mixtas o abrasivo-acumulativas, que presentan como subtipo las costas rocosas alternando con playas, conos detríticos y/o abanicos aluviales.
- Costas mixtas o abrasivo-acumulativas pero del subtipo con entrantes y con depósitos de playa, alternando con salientes o puntas rocosas.

En el complejo lagunar Ojo de Liebre predominan costas acumulativas del tipo Inundación y dunas.

Como se observa en la **Figura IV-12**, la geomorfología marina del área de estudio se caracteriza por una plataforma continental que se amplía significativamente de norte a sur dentro de la bahía Sebastián Vizcaíno.

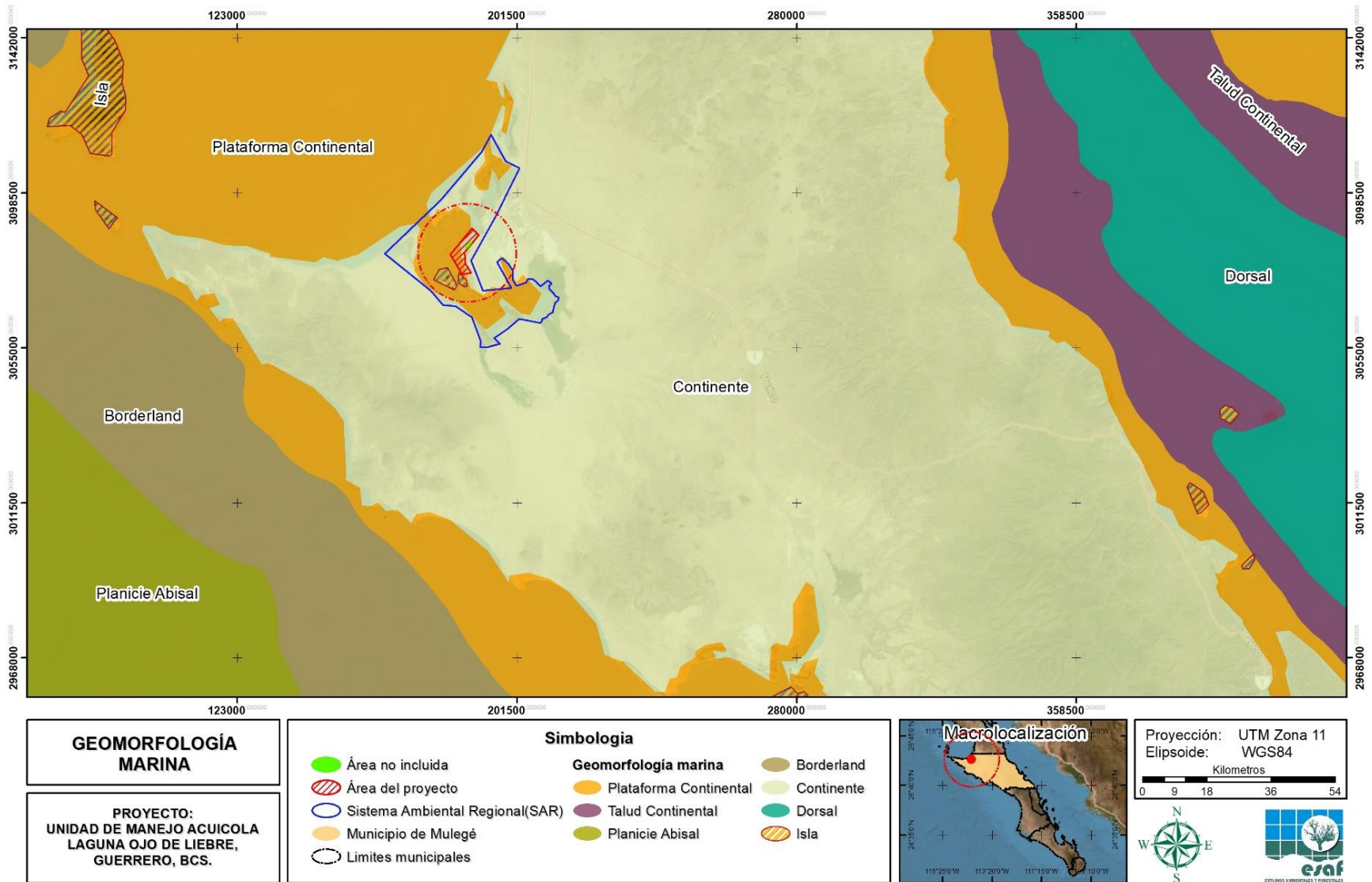


Figura IV-12. Mapa de la Geomorfología marina en el área de estudio

Sistema de Corrientes de California.

Este sistema de corrientes de California es la clásica corriente bordeante del Este y forma el segmento Oriental de giro Nor-Pacífico subtropical a lo largo de la costa de Norteamérica. Se encuentra influenciada por fuerzas de viento a gran escala. La fuerza y las surgencias características de esta corriente varían con la dominancia estacional de las altas presiones del Pacífico Norte en verano y las bajas presiones de las Aleutianas en invierno.

A saber este sistema se divide en tres corrientes:

- La Corriente de California,
- La Corriente Profunda de California y,
- La Corriente Davidson.

Corriente de California.

Es el flujo dominante del sistema, ancha (aproximadamente 1000 km), superficial (0 a 300 metros) y con sentido hacia el ecuador. Acarrea aguas frías y de baja salinidad provenientes del polo a lo largo del año a velocidades promedio generalmente inferiores a los 25 cm/s. De esta forma, esta corriente se caracteriza por baja salinidad y centro baja temperatura generalmente entre los 300 a 400 kilómetros fuera de la costa.

Corriente Profunda de California.

Localizada debajo de la anterior es estrecha (aproximadamente 10 a 40 km), relativamente débil (aproximadamente de 2 a 10 cm/s), con dirección al polo y de carácter subsuperficial que sigue la pendiente continental desde Baja California Norte hasta más al norte del río Columbia. Otros autores han señalado velocidades pico de entre 30 a 50 cm/s, siendo mayores a profundidades de 100 a 300 metros, pudiendo ser continuo a lo largo de 400 kilómetros.

Esta corriente es generada debido al gradiente de presión generado por la distribución natural de aguas cálidas y salinas del Sur y aguas frías y menos salinas del Norte originada en el Pacífico ecuatorial oriental, esta corriente lleva agua cálida, salina y pobre en oxígeno y nutrientes. Su fuerza, localización y profundidad varían estacionalmente debido a la variabilidad del viento. Una Corriente de California fuerte provoca una débil y profunda Corriente Profunda de

California.

Corriente Davidson.

Es la menos estudiada de las tres corrientes del Sistema. Su flujo es conocido como corriente costera. Es superficial y relativamente débil (aproximadamente 5 cm/s), con dirección al polo cerca de la costa norte de Punta Concepción. Algunos estudios sugieren que esta corriente es el resultado del acercamiento a la costa de la Corriente Profunda de California a finales del otoño, cuando la Corriente de California es débil. Otros autores creen que esta corriente es creada por la presencia de aguas cálidas y poco salinas a lo largo de la costa durante la temporada de no surgencias. La llegada de imágenes de satélite e investigaciones profundas han mostrado que el Sistema de Corrientes de California no es el sistema estable y bien definido que se creía. Más bien, está caracterizado por grandes fluctuaciones tanto en tiempo como en espacio. Meandros, vórtices y filamentos influyen el flujo a gran escala y afectan drásticamente las características físicas del Sistema (Miller, et al., 1999).

Estudios Oceanográficos en la Laguna Ojo de Liebre.

El confinamiento natural de la Laguna Ojo de Liebre acentúa los efectos de la gran evaporación que caracteriza toda la región y como un resultado de esto la salinidad dentro de la laguna excede los valores encontrados en la adyacente Bahía Sebastián Vizcaíno. Por esta razón la Laguna Ojo de Liebre cae dentro de la categoría de las lagunas y esteros hipersalinos. Potsma (1965) describe el exceso de salinidad en la Laguna Ojo de Liebre, y sus efectos resultantes sobre la circulación de la misma. Sus observaciones muestran que la salinidad en la laguna se incrementa hacia el interior de ésta presentando valores típicos de aguas oceánicas alrededor de 34 *psu* cerca de la boca y alcanzando valores de 50 *psu* en la zona de la cabeza. Las temperaturas por otro lado se incrementan solo unos grados desde la boca a la cabeza de la laguna. La densidad es por lo tanto controlada por la salinidad y se incrementa siguiendo el mismo patrón de ésta. Las observaciones de la distribución vertical de salinidad y de corrientes en dicho estudio indican que el agua más densa formada en el interior de la laguna es transportada parcialmente hacia la bahía a lo largo del fondo del canal principal.

Otros ejemplos de este tipo de sistemas pueden ser encontrados alrededor del mundo en

latitudes similares. En una escala mayor el Golfo de Spencer, localizado en el sur de Australia, es un ejemplo de una laguna hipersalina (Nuñez Vaz, et al., 1990). El Mar de Cortés, confinado entre la costa continental de México y la Península de Baja California, actúa también como una laguna hipersalina (Bray, 1988); y en una escala aún mayor el Mar Rojo (Phillips, 1966) y el Mar Mediterráneo son afectados por un balance de procesos similares.

Es útil entonces pensar en la circulación dentro de la laguna en términos de tres componentes que deben ser estudiadas y que nos permitan analizar el sistema de acuerdo a los objetivos planteados: una componente debida a la marea, que fluctúa con los períodos de ésta y aporta la masa requerida para elevar y bajar el nivel del mar dentro de la laguna en fase con el nivel en la bahía; una segunda componente estable, producida por la evaporación y la distribución de densidad asociada; y la tercera componente producida por el esfuerzo del viento sobre la superficie del mar, que produce un transporte neto en la capa superficial.

Características fisiográficas de algunas localidades en el área de estudio.

Por medio de la observación directa Acevedo (1996) realizó la caracterización fisiográfica de distintas localidades con el fin de distinguir las diferencias que se presenten entre ellas.

Las bombas (localidad 1)

Esta localidad se encuentra en las cercanías de la boca de la laguna, la cual forma parte de un conjunto de canales de poca pendiente que al subir la marea forma una área amplia de marisma con vegetación abundante, principalmente pastos del género *Spartina sp.* El fondo es principalmente fangoso con gran cantidad de materia orgánica. En esta localidad se observó una alta incidencia de peces como *Mugil cephalus* así como un gran número de aves.

La hielera (localidad 2)

El supralitoral se constituye principalmente de arenas consolidadas que contienen gran cantidad de conchas y guijarros, así como fanerógamas terrestres herbáceas que marcan el límite del supralitoral y el mesolitoral.

El meso litoral se integra de sustrato duro (arenisca) y sedimentos gruesos entre arena semifina. El infralitoral presenta extensas camas de pastos marinos sobre sedimentos finos y

arenosos en los que se presentan ocasionalmente grupos de macroalgas y moluscos principalmente gasterópodos.

El dátíl (localidad 3)

El supralitoral está constituido principalmente por arenas consolidadas y en menor proporción arenas libres, en este nivel se encuentra una gran cantidad de conchas de moluscos y abundantes herbáceas. La localidad es una playa extensa de estructura arenosa con reducidas áreas de fondo duro (arenisca) o fondo limoso; presenta una gran cantidad de conchas de gasteropodos, el infralitoral presenta características similares a las encontradas en la localidad de la hielera.

Isla brosa (localidad 4)

Esta localidad se ubica en la parte central de la laguna. El supralitoral está formado principalmente por sustrato firme de tipo rocoso, integrado por material consolidado de areniscas. La playa es arenosa con vegetación arbustiva escasa.

El mesolitoral y el infralitoral presentan una pendiente suave que en baja mar queda expuesta, existen grandes extensiones de pastos marinos del género *Zostera* con abundantes cantidades de macroalgas (principalmente algas verdes) y algunos gasterópodos.

Isla piedra (localidad 5)

Al igual que la localidad anterior se encuentra en la parte central de la laguna. En esta localidad se puede encontrar sustrato rocoso integrado por material consolidado de arenisca. La playa es arenosa con escasa vegetación arbustiva. El mesolitoral se caracteriza por presentar una pendiente poco suave aunque en marea baja presenta hasta 200 m de línea de marea, dejando grandes extensiones expuestas. El infralitoral no se diferencia de la localidad anterior.

La dunita (localidad 6)

El supralitoral está constituido principalmente por arena fina a media, de material no consolidado. El mesolitoral de esta localidad presenta como sustrato arenoso fangoso, playa arenosa y grandes áreas inundadas y humedecidas por la marea, tiene fondo fangoso cubierto de grandes áreas de pastos marinos del genero *Zostera*.

La ensenadita (localidad 7)

Presenta en el supralitoral material no consolidado constituido de arena fina, con amplias áreas de inundación donde se encuentran pastos que habitan en el intervalo de marea (*Spartina sp.*). El meso e infralitoral presenta fondo fangoso con amplias camas de pastos marinos en donde es posible encontrar macroalgas (algas verdes y rojas) y ocasionalmente moluscos (almejas del género *Chione* y algunos gasterópodos).

Canal de ballenas (localidad 8)

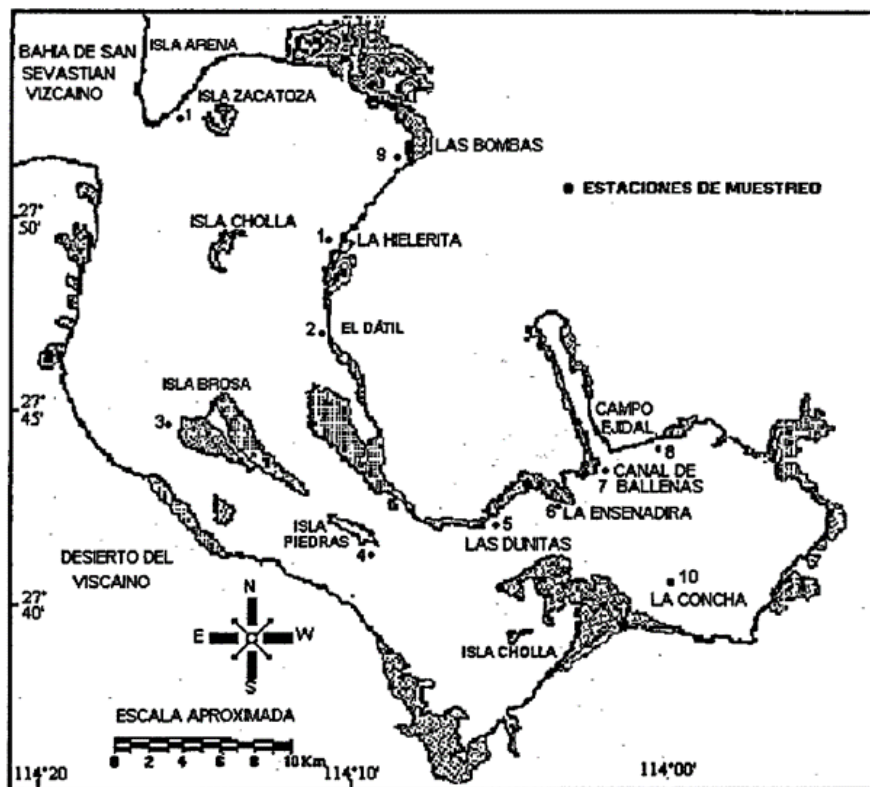
Esta localidad al igual que la anterior presenta una playa arenosa con grandes áreas de inundación. El meso e infralitoral presentan fondo fangoso y una amplia zonas de pastos marinos (*Zostera marina*), así como la presencia de macroalgas y algunos moluscos.

Campo ejidatario (localidad 9)

Presenta una pendiente muy suave de piso arenoso-fangoso, playa arenosa y grandes áreas inundadas y humedecidas por la marea, presenta fondo fangoso cubierto de amplias áreas de pastos y matorral bajo. El meso litoral, dada su consistencia fangosa alberga una gran cantidad de organismos cavadores como bivalvos del género *Tagelus Sp.* y *Chione sp.* El infralitoral conserva las características de las localidades anteriores.

La concha (localidad 10)

En el fondo se presenta principalmente sustrato arenoso fino y medio con zonas de pastos marinos y conjuntos de macroalgas.



Localidad	Tipo de sustrato	Localización
1.- Las Bombas	Fangoso	27°53'N-114°08'W
2.- La Hielera	Arenisca-Arenoso	27°50'N-114°11'W
3.- El Dátil	Arenisca-Arenoso	27°47'N-114°11'W
4.- Isla Broza	Arenisca-Rocoso-Arenoso	27°43'N-114°14'W
5.- Isla Piedra	Arenisca-Rocoso-Arenoso	27°41'N-114°10'W
6.- Las Dunitas	Arenoso-Fangoso	27°42'N-114°05'W
7.- La Ensenadita	Arenoso-Fangoso	27°43'N-114°03'W
8.- Canal de Ballenitas	Arenoso-Fangoso	27°44'N-114°01'W
9.- Campo Ejidatario	Arenoso-Fangoso	27°44'N-114°00'W
10.- la Concha	Coquina	27°41'N-114°00'W
II.- Zona de Canales	Arenoso-Rocoso	27°50'N-114°11'W
12.- Frente la Refinería	Arenoso-Fangoso	27°52'N-114°12'W

Figura IV-13. Tipos de fondo presente en la Laguna Ojo de Liebre.

Durante las campañas llevadas a cabo en septiembre y noviembre de 2019 se hicieron observaciones directas de los diferentes tipos de fondo encontrándose los siguientes:

- Zona cercana al canal.- Arenas grueso y fino no consolidado con abundantes restos de conchas de moluscos con zonas de fango soportando el crecimiento de pastos escasos, algas verdes y coralinas con presencia de algunas esponjas, erizos y pepino de mar.

Figura 14 y Figura 15.



Figura IV-14. Fondo cercano al canal concha, arenas mal graduadas tendiendo a gruesas.



Figura IV-15. Fauna presente en la misma zona.



Figura IV-16. Arenas finas con algunos fragmentos de conchas y fango con presencia de camarones y pepinos



Figura IV-17. Tepetate cubierto de una delgada capa de arena fina y fango con algas verdes y ejemplares de *Ruppia Sp*



Figura IV-18. Otra vista del tepetatec on algunos erizos, algas y esponjas



Figura IV-19. Arenas finas con fragmentos de conchas cubiertas de algas verdes, esponjas y corales blandos con presencia de moluscos como pata de mula y almeja chocolata.



Figura IV-20. Zona fangosa con pastos marinos abundantes moluscos, mantarrayas, cabrillas y pulpos



Figura IV-21. Zona de mayor abundancia de pasto marino a profundidades mayores de 4 m.

Batimetría.

La Laguna presenta una batimetría compleja formada de canales separados por zonas de baja profundidad. En la región norte existe una serie de canales con orientación general de noroeste a sudeste y profundidades promedio de 4 m, estos canales comunican un canal con profundidad promedio de 10 m que corre a lo largo de la costa norte desde la boca de la laguna hasta el canal de El Chaparrito, y un canal con profundidad promedio de 4 m que corre a lo largo de la costa este. El canal de mayor profundidad comunica la boca de la laguna con la zona del remate dirigiéndose a lo largo de la costa oeste de la laguna. Este canal tiene profundidad promedio de 10 m y alcanza profundidades máximas de 30 m al sur de Isla Piedra, su máxima extensión hacia el interior de la laguna se encuentra al sudoeste del Canal de Ballenitas, donde se divide en una serie de canales con profundidades promedio de 3 m que se extienden hacia el interior del Remate. Las islas de la región media de la laguna separan el canal profundo de un canal secundario con profundidad promedio de 5 m que se comunica con el canal en la costa este de la región norte (**Figura IV-22**).

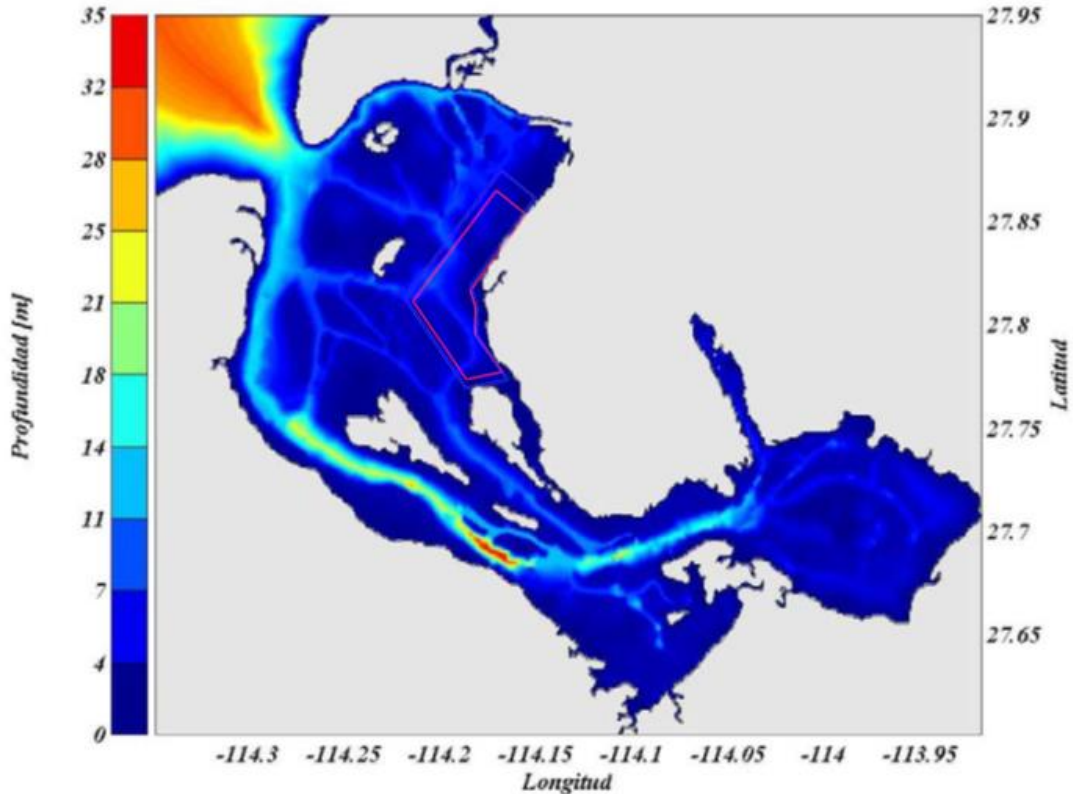


Figura IV-22: Batimetría de la Laguna Ojo de Liebre. (CICESE, Unidad La Paz, 2000)

En Noviembre de 2019 se realizó un levantamiento topobatimétrico en la zona del proyecto el sitio está dominado por zonas bajas de entre 0 a 2.5 m y en el borde del polígono se registraron profundidades de 2 a 4 m y algunos canales someros de 3 a 4 m y en la parte suroeste se encuentra un canal que cruza de noroeste a sureste con profundidades de hasta 8 m (**Figura IV-23**) Se observa en el polígono del proyecto que lo cruzan de noreste a suroeste una serie de canales muy ramificados que se derivan del canal que corre hacia el puerto El Chaparrito, en la parte noreste estos se unen formando una pequeña zona de 2 m de profundidad.

Esta configuración batimétrica es ideal para el desarrollo de los cultivos de bivalvos lo que permite que se aproveche la mayor parte del polígono en las zonas de mayor profundidad se puede colocar en la superficie las líneas madres para la pre engorda, en el fondo las últimas fases de engorda de las almejas y callos, en la zona intermedia las líneas ajustables para la engorda y la de menor profundidad se aprovechan para el cultivo en camas y líneas ajustables con canastas australianas para dar el acabado tipo gourmet a los bivalvos que lo requieran

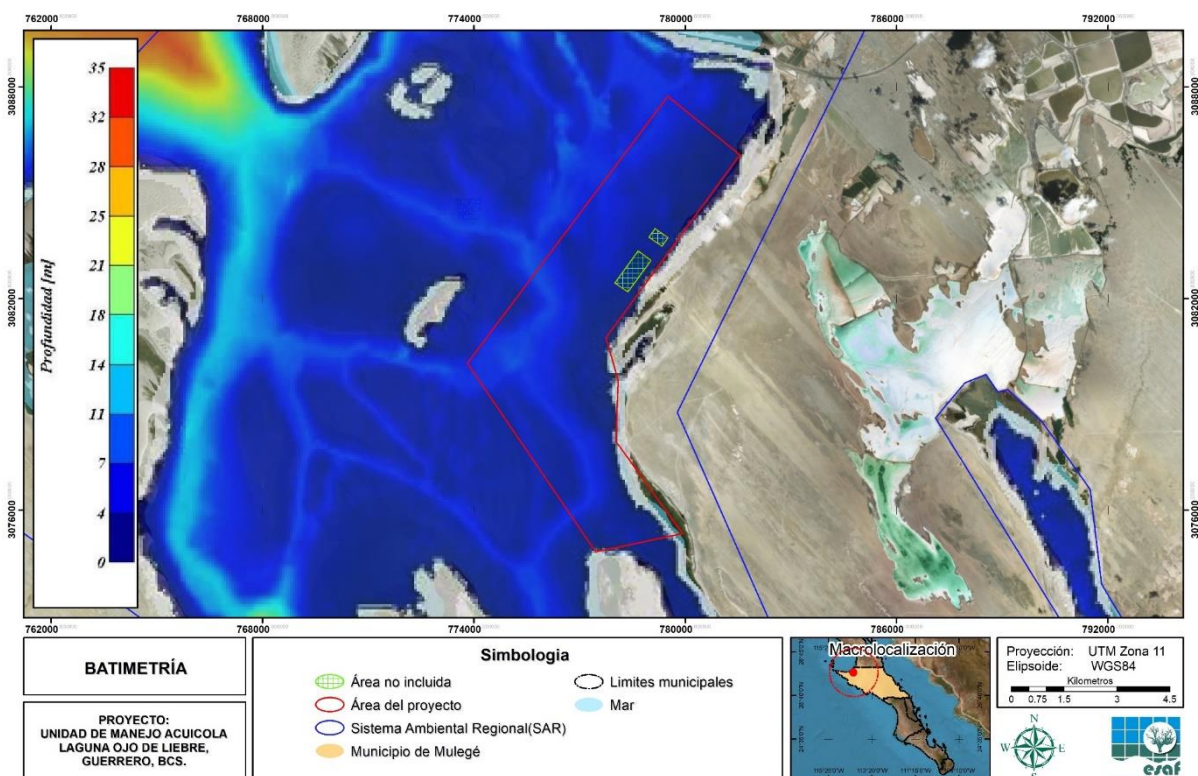


Figura IV-23: Batimetría del sitio del proyecto. (Fuente propia, Noviembre 2019).



Imagen que muestra los canales que cruzan el polígono del proyecto, en la parte media se observa una zona baja que se utilizará para el cultivo de ostión, el resto será utilizado en el crecimiento de almeja generosa y mano de león en las zonas más profundas de canales y en las zonas intermedias almeja Catarina y almeja chocolata.

Temperatura y Salinidad.

Las observaciones realizadas muestran que la temperatura aumenta en toda la Laguna entre Diciembre y Agosto, el incremento es del orden de 8°C durante estos meses (Figura 24). Durante el invierno la temperatura es de aproximadamente 16°C, presentando valores promedio de 15°C durante Diciembre e incrementándose a 18°C en Marzo. La temperatura se incrementa durante la primavera y alcanza un promedio de 22 °C en toda la Laguna durante Agosto. El extremo cerrado de la laguna tiene generalmente una temperatura 3 °C mayor que el extremo abierto durante todos los períodos de observaciones.

Existe un gradiente de salinidad hacia el interior de la laguna durante todos los meses de observaciones. La salinidad en el extremo cerrado de la laguna es siempre mayor que en el extremo abierto presentando una diferencia de 8 *psu* de salinidad durante los meses del invierno e incrementándose a 14 *psu* al final de la primavera y mediados del verano en que terminan las observaciones (Figura 25). La distribución de salinidad en la región norte de la laguna presenta los menores cambios espaciales y temporales: la salinidad en la zona tiene valores típicos entre 33 y 35 *psu* durante los meses del muestreo con diferencias del orden de 1 *psu*, tanto temporales como espaciales. En la región central, donde se localizan las islas y los canales de mayor profundidad, la salinidad cambia hasta en 3 *psu* durante los meses de observaciones y presenta un gradiente espacial más pronunciado en la mayor parte de los muestreos. La región sudeste, de las islas al remate, sufre los mayores cambios de salinidad durante la época de muestreo, con diferencias que aumentan en más de 5 *psu* entre sus extremos, e incrementos de 4 *psu* entre Diciembre y Agosto.

La distribución vertical de salinidad tiene una estructura similar durante todos los meses de muestreo. Se presentan en la Figura 26 una serie de ocho secciones verticales, correspondientes al mes de Febrero 1999, en diferentes regiones de la laguna. La posición de las secciones se indica en el mapa superior de la figura. Los valores de salinidad cambian para los diferentes muestreos de acuerdo al patrón descrito en el párrafo anterior. La escala vertical de las secciones representa la profundidad en metros. Las escalas de salinidad para cada sección corresponden a los valores extremos encontrados en la sección con el objeto de observar el detalle de la distribución vertical, por esto los colores toman diferentes valores de

salinidad en cada recuadro.

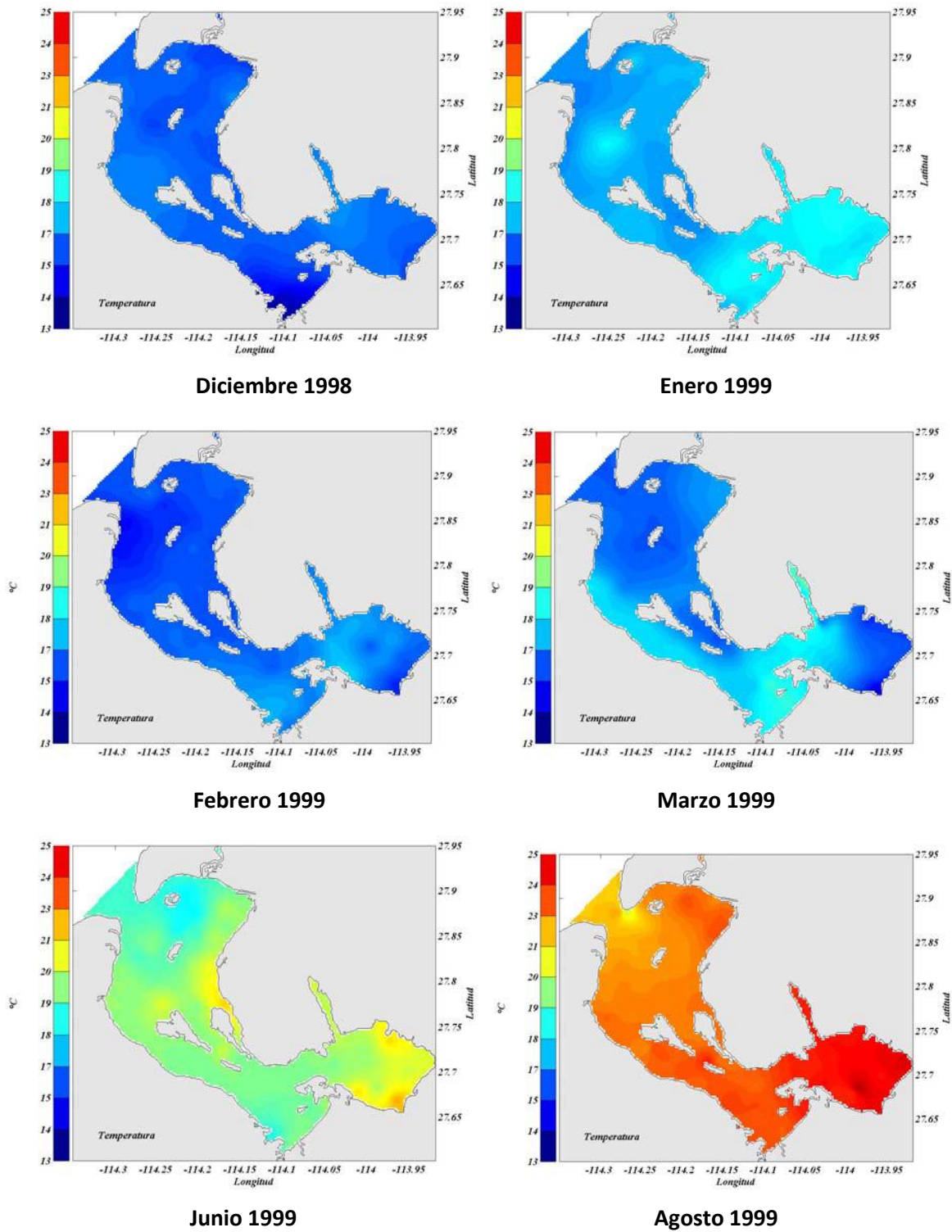


Figura IV-24. Distribución Superficial de Temperatura Durante los Meses de Diciembre 1998, Enero 1999, Febrero 1999, Marzo 1999, Junio 1999, Agosto 1999.

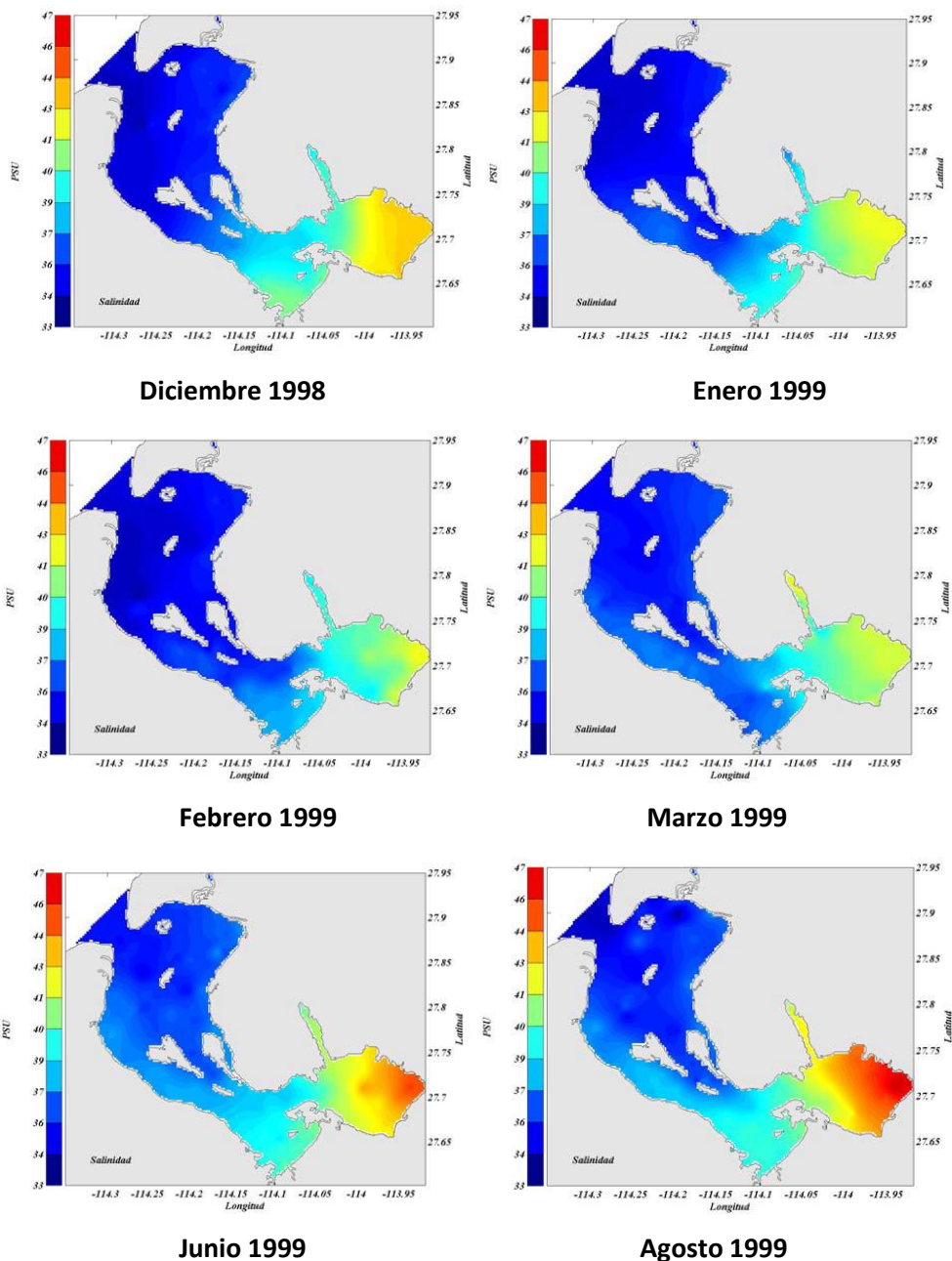


Figura IV-25. Distribución Superficial de Salinidad Durante los Meses de Diciembre 1998, Enero 1999, Febrero 1999, Marzo 1999, Junio 1999, Agosto 1999.

Circulación en Laguna Ojo de Liebre.

Como se sabe, a partir de los estudios realizados previamente en Laguna Ojo de Liebre (Phelger y Ewing, 1962 y Potsma, 1962) y a las observaciones descritas en la sección anterior, ésta es una laguna hipersalina en la que existe un exceso de salinidad respecto del océano adyacente debido a su situación geográfica y sus características morfológicas, existiendo un gradiente

muy pronunciado de salinidad entre la boca de la laguna y su parte superior, o cabeza.

Sobrepuesto a este gradiente, en cualquier punto de la laguna la salinidad sufre variaciones con diversas escalas de tiempo como las reportadas por Potsma (1962) quien encuentra que la salinidad en un punto de la laguna varía hasta en 2 *psu* durante el transcurso de un día.

En una laguna costera con las características de Laguna Ojo de Liebre existen tres componentes principales en la circulación que deben ser estudiadas. a) La circulación inducida por la marea, que por las características morfológicas de la laguna es, en magnitud, la componente más importante y produce un flujo y reflujo del agua hacia el mar abierto con velocidades típicas que alcanzan magnitudes de 1 *ms*⁻¹; b) La circulación inducida por el gradiente de densidad existente a lo largo del eje longitudinal de la laguna, que según los estudios de Phelger y Ewing (1962) y Potsma (1962) generan una circulación de dos capas en la cual agua densa del interior de la laguna se desplaza hacia el exterior en la capa del fondo y es reemplazada por agua oceánica menos densa en la capa superficial; y c) La circulación inducida por el viento, que produce una circulación superficial en la dirección del viento y genera mezcla vertical; en la región de la Laguna Ojo de Liebre el viento dominante proviene del Noroeste, hacia el interior de la laguna, lo que debe en su caso actuar en el mismo sentido de la circulación de la capa superficial generada por el gradiente de densidad.

En los mares marginales y lagunas costeras la marea es producida principalmente por la cooscilación con la marea del mar adyacente. La limitada extensión de estos cuerpos determina que la marea producida directamente por la atracción gravitatoria sobre las partículas de agua sea de muy pequeña amplitud comparada con la marea producida por cooscilación. La respuesta dinámica a la marea depende entonces de la topografía de la cuenca y de la amplitud y fase de la componente de marea en la boca de ésta. Para obtener una descripción de la dinámica de la laguna Ojo de Liebre, tanto de la elevación de la superficie del mar como de la corriente, se ha implementó un modelo numérico como el descrito por Nagamo, et al. [1991]. El modelo utiliza las ecuaciones lineales de aguas someras con fricción sobre un plano *f* de rotación, el forzamiento de la marea es introducido a través de la condición de frontera en la boca de la laguna, donde la superficie oscila con la amplitud y fase de las componentes de la marea en la bahía adyacente. El esquema de integración utilizado es de

diferencias centrales alternadas en espacio y tiempo (método “Salto de Rana”). La malla de integración consiste de celdas de 63 *m* de lado, y el paso de tiempo es de 1 *seg*. Se modelaron las principales componentes de la marea diurna y semidiurna, *K1* (período 23.9346 *hr*) y *M2* (período 12.4206 *hr*). Las series de tiempo de elevación de la superficie y de velocidad de la corriente producidas por el modelo, para cada punto de la malla de integración, son empleadas para calcular la amplitud y fase de estas componentes. Los resultados para la amplitud, fase y retraso de la elevación de la superficie, y para la amplitud de la corriente se presentan en la Figura 27.

La componente semidiurna *M2* es la de mayor amplitud. Incrementa su magnitud aproximadamente 7 *cm* a lo largo del eje de la Laguna, desde la boca hacia la cabeza de ésta (Figura IV-26). A su vez, la fase de la componente aumenta de valor en la misma dirección indicando un retraso de 3.25 *hr* en la ocurrencia de la pleamar entre la boca y la cabeza de la laguna y un retraso de 40 *min* entre la boca de la laguna y el canal del Chaparrito. La componente diurna *K1* presenta un comportamiento similar pero de menor magnitud con amplitudes que van de los 28 *cm* en la boca a 33 *cm* en la cabeza y con un retraso de 1 *hr* entre estos puntos (Figura IV-27). Este cambio de amplitud y fase con muy poca variación en la dirección perpendicular al eje de la laguna indica que la onda de marea progresa uniformemente hacia el interior de la laguna, generando un movimiento de flujo y refluo en el cual las velocidades tienen mayor magnitud en la región de la boca y en la zona de los canales. La magnitud de la corriente alcanza magnitudes de 1 *ms*⁻¹ para la componente *M2* y de 0.4 *ms*⁻¹ para la componente *K1*.

Se ha validado el modelo numérico empleando las observaciones del nivel del mar y corrientes para asegurar que reproduzca razonablemente las condiciones encontradas. Con este objeto se compararon primero los resultados del modelo para la amplitud y fase de las principales componentes de la marea vertical con los valores de amplitud y fase de estas frecuencias de la marea, obtenidas de las observaciones del nivel del mar en tres localidades de la Laguna Ojo de Liebre (PS01, PS02 y PS03 en la Figura IV-27). La comparación con las observaciones muestra que los resultados del modelo reproducen con bastante exactitud los valores de amplitud y fase observados en las tres estaciones a lo largo de la Laguna (Tabla IV-3).

Tabla IV-3. Amplitud y Fase de las componentes de marea M2 y K1 en tres localidades de Laguna Ojo de Liebre.

M2-K1	Amplitud [cm]	Fase [grados]	Amplitud [cm]	Fase [grados] Datos	Modelo(Datos)	Modelo(Datos)	Modelo(Datos)	Modelo(Datos)
PS01	0.5345	0.512	158	158	0.2723	0.283	229	230
PS02	0.4552	0.463	194	192	0.2993	0.304	234	236
PS03	0.615	0.591	225	235	0.3569	0.336	246	242

Se compararon también las corrientes observadas empleando el perfilador acústico de corrientes (mediciones de corrientes en una localidad y un tiempo dado) y empleando las boyas de deriva (mediciones de corrientes siguiendo el desplazamiento de parcelas de agua), con predicciones de corrientes generadas por el modelo para los tiempos y localidades donde se efectuaron las observaciones, encontrándose que el modelo reproduce razonablemente las corrientes observadas y las trayectorias de las boyas de deriva. La Figura 68 presenta un ejemplo de la comparación par cada caso: el diagrama superior muestra la comparación con las observaciones del perfilador acústico, las fechas negras representan las corrientes observadas y las fechas blancas las corrientes producidas por el modelo; el diagrama inferior muestra la comparación entre las trayectorias de las boyas de deriva (líneas negras) y las trayectorias calculadas mediante las velocidades predichas por el modelo (líneas rojas). Las trayectorias de las boyas tienen mucho más estructura debido a que estas reportan su posición cada medio minuto, las trayectorias calculadas se obtuvieron empleando valores de corriente cada media hora. Las velocidades producidas por el modelo pierden su eficacia en reproducir las observaciones cerca de la costa debido a que el modelo considera como condiciones de frontera que las velocidades normales a la costa sean cero y no permite la inundación de la playa como ocurre en la realidad.

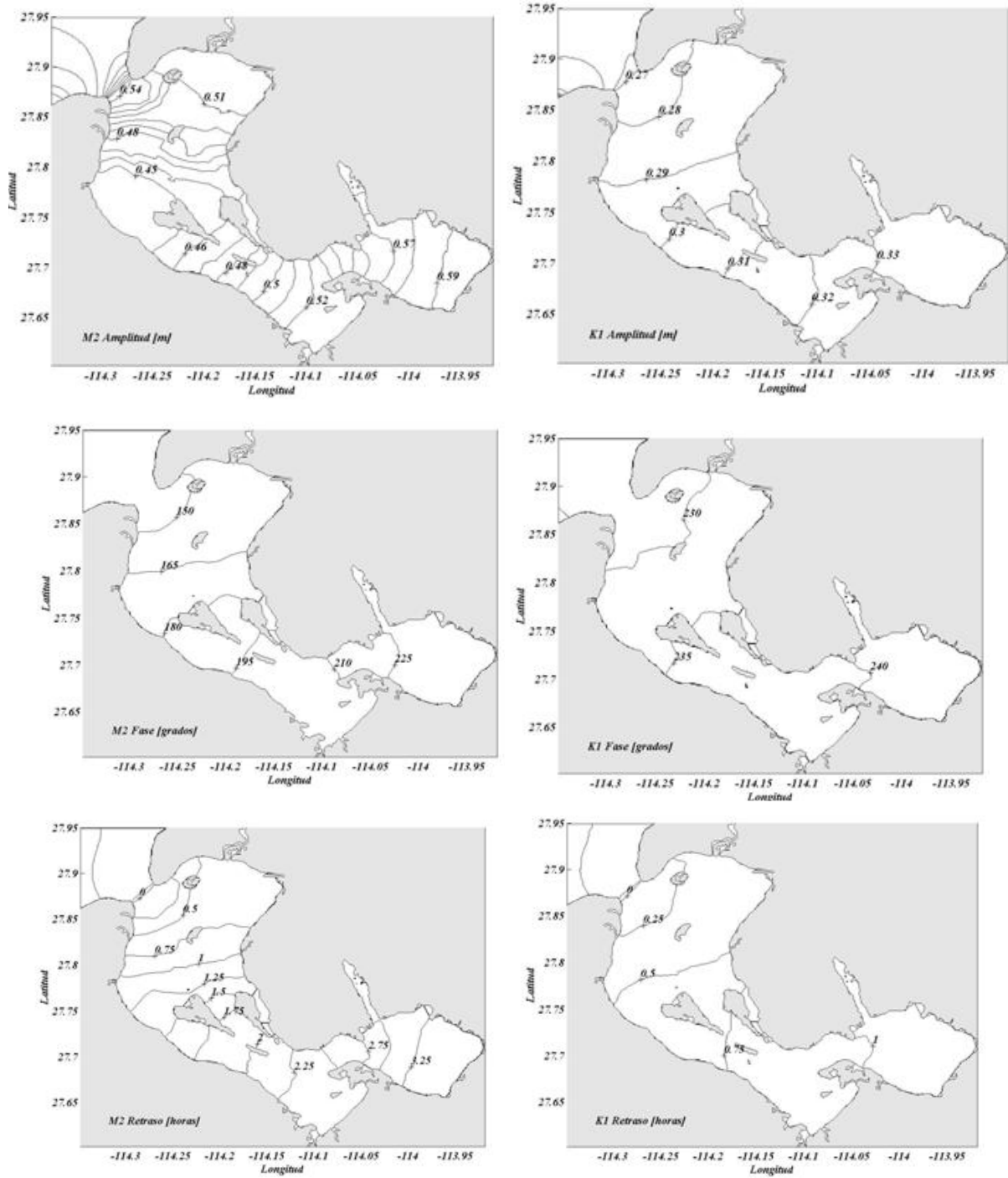


Figura IV-26. Mapas de la componente semidiurna de corrientes en Ojo de Liebre.

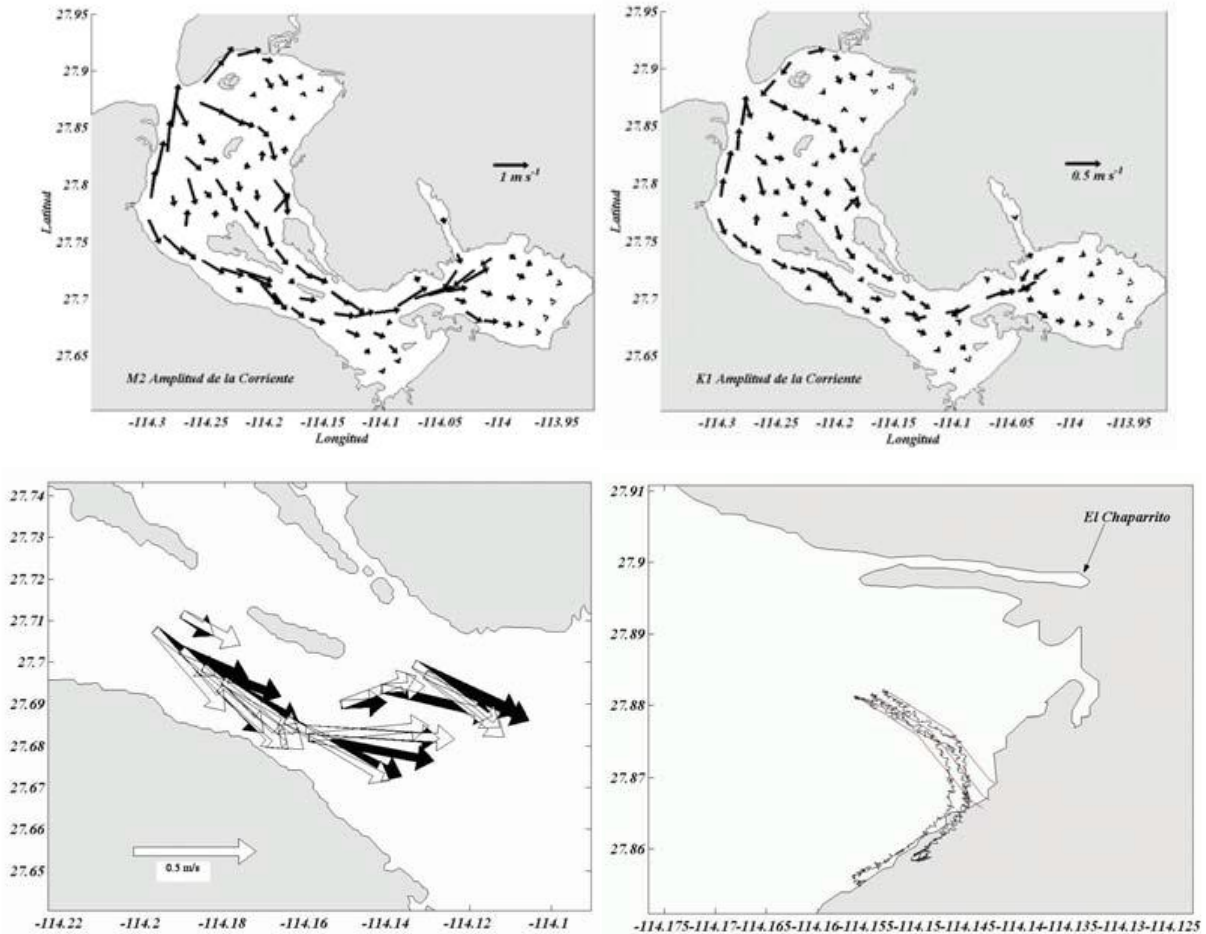


Figura IV-27. Arriba Mapas de amplitud, fase, y retraso de la marea vertical, y de la amplitud de la corriente de marea para las componentes M2 y K1. Abajo Comparación entre las corrientes observadas y el modelo numérico de circulación. En el cuadro superior se comparan las velocidades observadas con el correntímetro acústico (flechas negras) y las velocidades predichas por el modelo (flechas blancas). En el cuadro inferior se comparan las trayectorias seguidas por tres boyas de deriva y las trayectorias calculadas mediante las velocidades predichas por el modelo.

Derivado de una campaña de medición de corrientes lagrangeanas en el sitio del proyecto en régimen de mareas vivas se encontró que las corrientes de marea, que son las principales componentes del régimen de corrientes de la laguna, tuvieron un comportamiento noroeste a sureste y en un canal somero que se encuentra al noreste del polígono la corriente se presentó de noreste a suroeste (línea azul en la **Figura IV-29**) se presume que es debido a la corriente producida por el oleaje que ese día se presentó de manera constante durante las seis horas que duró la medición.



Figura IV-28. Se muestra el patrón de corrientes marinas que atraviesan el polígono del proyecto, como se puede observar se dejaron libres de estructuras los principales canales para no obstaculizar el patrón de flujo natural de las corrientes.

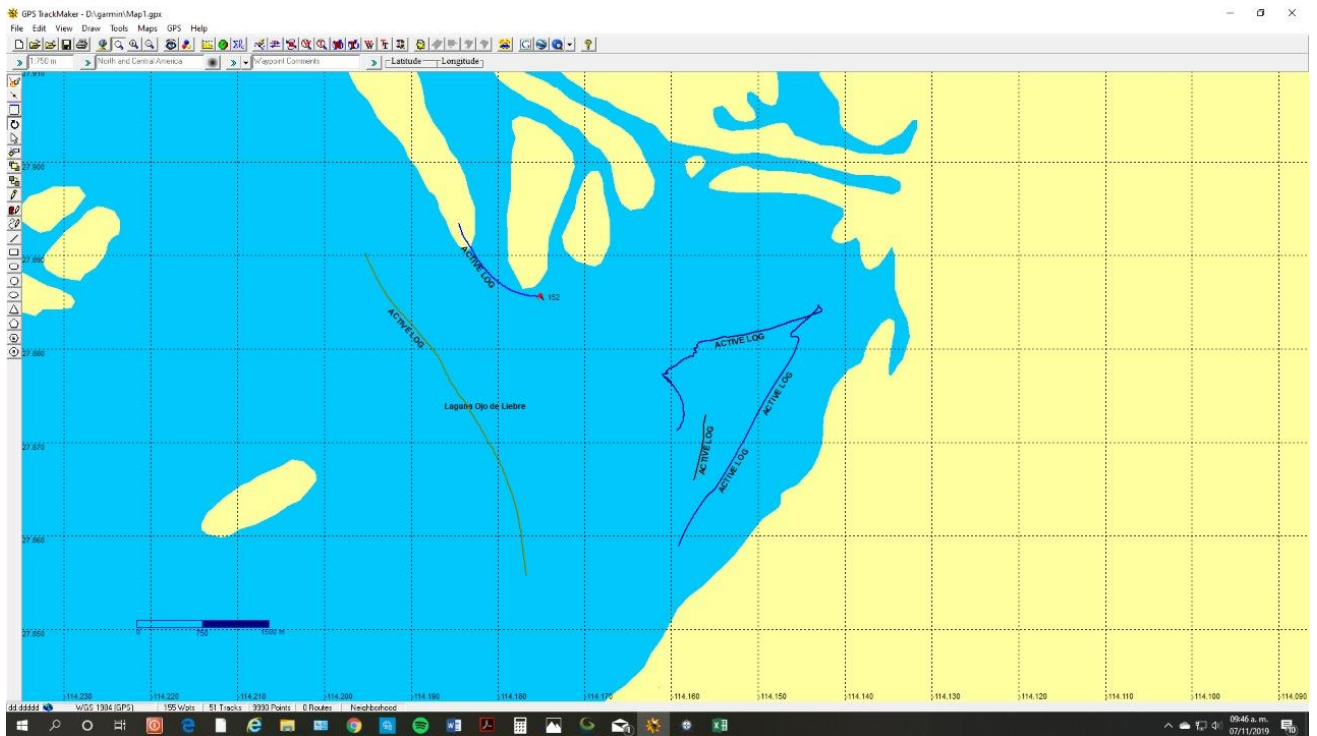


Figura IV-29. Trazado de las rutas que siguieron las boyas en la medición de corrientes de marea, (Lagrangeanas) con marea baja subiendo, la medición duro 6 horas.

IV.2.2. Aspectos Bióticos.

a). Vegetación.

Vegetación Terrestre.

Con base en a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250 000, del INEGI, se realizó la descripción general de la vegetación en el sitio de estudio y que de acuerdo a Rzedowski (1978) es posible agrupar la afinidad florística de las especies en términos Xerófitos. Este tipo de clasificación es muy amplio y no discrimina condiciones topográficas ni sustratos geológicos, factor que con frecuencia influye en la fisonomía y la composición de la comunidad vegetal, por lo que Wiggins (1980) e INEGI (1988) le y distribución en el área del proyecto y zona circundante (de acuerdo con la clasificación del INEGI, o bien de Rzedowski, 1978 y/o Miranda y Hernández X., 1963). Así la zona de estudio se encuentra ubicada en la Región Neotropical, dentro de la región Xerofítica Mexicana y, en particular, en la Provincia Florística de Baja

California. En el primer caso, además de tratarse del límite entre la región Neotropical (al Norte) con la Holártica (al Sur), la elevada concentración de endemismos vegetales no permite una coincidencia plena con las líneas de demarcación de climas y comunidades vegetales existentes en cada una de estas regiones.

El Matorral Xerófilo se caracteriza porque presenta un número variable de adaptaciones a la aridez, como son la microfilia, la presencia de espinas y la pérdida de hojas en temporadas desfavorables, por lo que hay numerosas especies de plantas que sólo se hacen evidentes cuando el suelo tiene suficiente humedad. En este aspecto llama la atención la “gobernadora” *Larrea tridentata* que no presenta ninguna de estas adaptaciones y que puede vivir en condiciones de extrema aridez. Los matorrales xerófilos presentan una gran diversidad de formas existiendo diferentes tipos como son, el Mezquital (con huizachal o *Acacia* spp.); el Matorral crasicale (*Carnegia gigantea* o Sahuaro, *Pachycereus* spp. o cardón), el Matorral sarcocrasicale (*Opuntia* spp. o chollas) el Matorral sarcocale (*Bursera* spp. o copal, *Jatropha* spp. o matacora, *Fouqueira* spp. o ocotillo), el Matorral sarcocrasicale de neblina, el Matorral desértico micrófilo, el Matorral desértico rosetófilo, el Matorral espinoso tamaulipeco (*Cercidium* spp o Palo verde, *Castela tortuosa* o amargoso), el Matorral submontano (*Helietta parviflora* o Barreta, *Acacia berlandieri* o guajillo) y Chaparral. De entre esta gran variedad, la vegetación representativa de la zona de estudio corresponde con el matorral crasicale, aunque solamente como tipo de vegetación, ya que más bien corresponde a una zona de transición que corresponde a vegetación de dunas y vegetación costera. En el caso de la Provincia de Baja California, abarca la mayor parte del estado del mismo nombre y, de particular interés, es que incluye la estrecha planicie costera adyacente del lado del Océano Pacífico. La concentración de especies de distribución restringida es considerable y se han considerado 65 géneros de fanerógamas.

En cuanto a las especies más comunes del matorral crasicale son, la pitahaya *Lemaireocereus thurberi*, sina *Lophocereus schottii*, sinita *Rathbunia alamosensis*, echo *Pachycereus pecten-aboriginum*, cardón *Pachycereus pringlei*, biznagas *Ferocactus* spp, choya *Opuntia* spp, nopales, choyas, *Prosopis juliflora*, salvias *Salvia* spp, brea *Cercidium sonora*, palo fierro *Olneya tesota*, torotes *Bursera* spp. ocotillo *Fouquieria macdougalii*, chirahuí *Acacia*

cymbispina, tullidora *Karwinskia humboldtiana*, daisillo *Cassia covessii*. Por su parte, el INEGI establece, al nivel de Subcuenca, cinco tipos de vegetación predominante, así como pequeñas áreas con agricultura de riego y áreas sin vegetación. La vegetación más ampliamente distribuida es la del tipo halófito, seguida por la de desiertos arenosos. Al Sur y Oeste de la Subcuenca se encuentra la vegetación de Matorral Sarcocaula. En el área del proyecto se reporta vegetación halófito. (**Figura IV-30**).

Se han reportado para la zona de estudio hasta 107 especies de plantas que representan a 35 familias siendo las mejor representadas 9 de ellas que aportan entre 18 especies (Chenopodiaceae) como máximo y 4 especies como mínimo (Aizoaceae y Solanaceae), en su conjunto estas 9 familias aportan el 67.29 % de la diversidad específica total, es decir 72 especies vegetales, esto según Proesteros (2000).

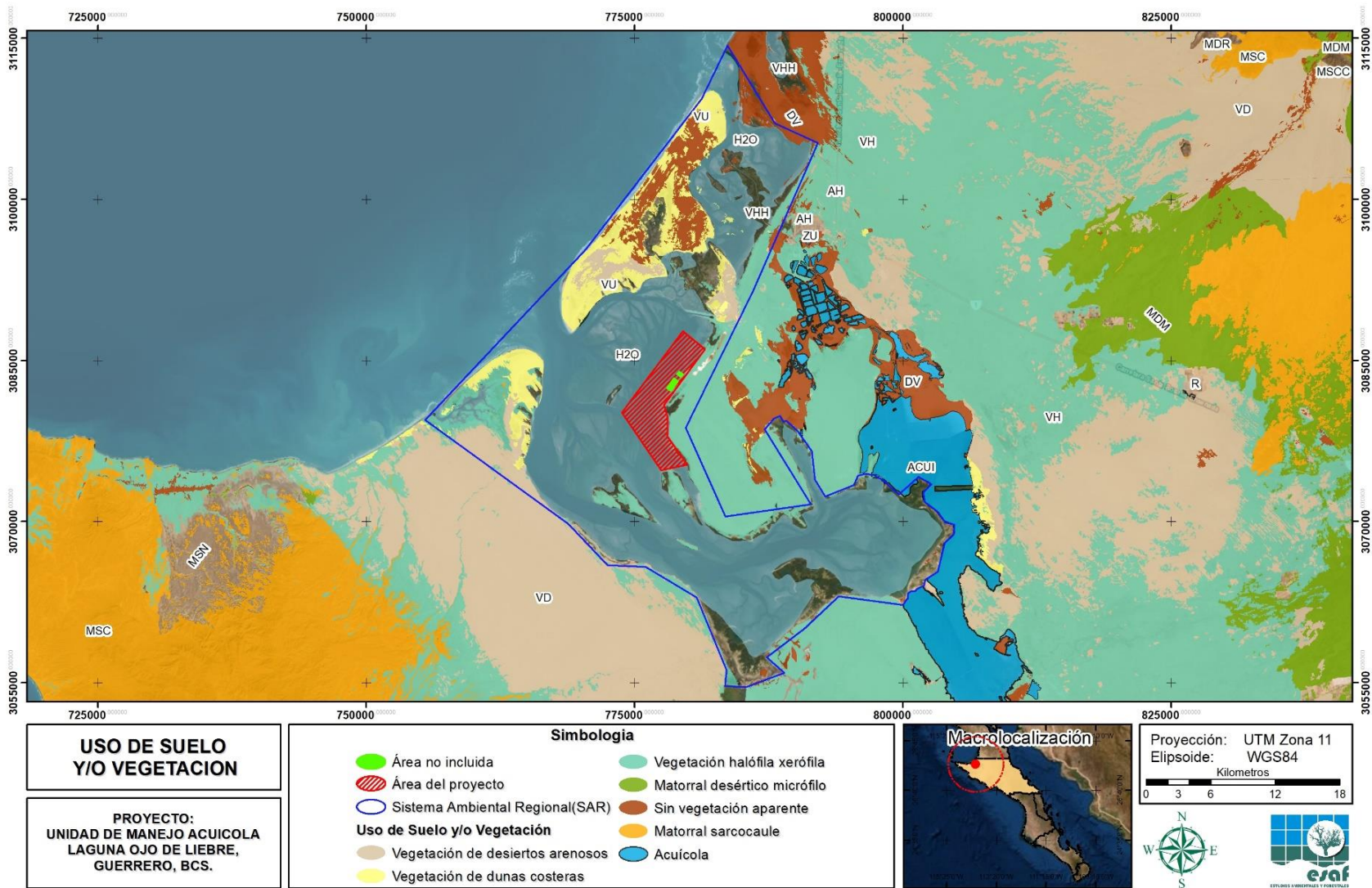


Figura IV-30. Tipos de vegetación presentes en el área del proyecto.

Vegetación marina.

La vegetación reportada para la Laguna de Ojo de Liebre se trata de praderas de pastos marinos de las especies *Spartina foliosa* que vegetación expuesta en los ciclos intermareales, el pasto anguilla (*Zostera marina*) crece tan lejos como lo permite la marea y se le puede encontrar hasta 20 pies de profundidad en los canales. Son especies características de las zonas sumergidas, *Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri* y *Ruppia maritima*.

Clorofila

La medición de la cantidad de clorofila *a* en el agua ha sido considerada tradicionalmente como un índice de la biomasa fitoplanctónica ya que este fenómeno es en primera instancia, una respuesta de la biomasa algal a los suministros adicionales de nutrientes (Vollenweider,1992; Giovanardi y Tromellini, 1992).

En el Pacífico Mexicano las concentraciones de clorofila-a (chl_a) se registraron entre 0.1 mg/m³ , en mar abierto y 0.5 mg/m³ , en la mayor parte de la costa, a excepción del Golfo de California (GC). En este contexto los valores registrados en LOL a lo largo del monitoreo son más altos que los reportados par aguas abiertas en la costa occidental del Baja California. Estos valores son normales, tampoco son típicos de zonas altamente productivas (cuyos valores en promedio son >3mg/m³) no obstante cabe mencionarse que a diferencia de las zonas de mara vierto adyacente, los valores de clorofila se mantuvieron alrededor del valor promedio de 1.43 mg/m³ y solamente muy pocos registros (el 3.29%) estuvieron por debajo 0.5 mg/m³ por lo que si bien LOL no es una zona de altas concentraciones de clorofila a, si mantiene valores más elevados que los del mar abierto adyacente.

Fitoplancton.

En 1982 se realizó un estudio de la distribución de clorofilas y sus feofitinas, así como la ocurrencia de fitoplancton en nueve estaciones en la Laguna Ojo de Liebre. Las concentraciones de clorofila a, b y c tuvieron una variación en el intervalo 0.0 a 1.20; 0.0 a 0.4 y 0.9 a 2.4 mg/m³ respectivamente, y se encontró que las diatomeas fueron las de mayor presencia en toda la laguna durante el período de muestreo. También se realizó una variación diurna en una estación y se observó concentración de la clorofila a hasta de 3.6 mg/m³ debido

a un florecimiento de la diatomea penada *Nitzschia longissima*.

En Noviembre de 2019 el CIBNOR realizó un muestreo de fitoplancton en la zona del Proyecto para los análisis cuantitativos y cualitativos del fitoplancton, se recolectaron, a nivel superficial, muestras de agua de mar con una botella *Van Dorn* y se realizaron arrastres con una red de 20 μm . Las muestras recolectadas con botella se fijaron con solución ácida de Lugol (Thronsdén 1978), y las de red con formaldehído al 4% neutralizado con hexametilentetramida (Reguera *et al.* 2011). Las muestras de red se transfirieron a recipientes de plástico (100 mL), mientras que las de botella a recipientes de vidrio (275 mL). Ambos tipos de muestra se almacenaron bajo techo, a temperatura ambiente y protegidas de la luz, hasta su análisis.

Diversidad del microfitoplancton

Se identificaron un total de 221 taxones, las diatomeas y los dinoflagelados fueron los grupos con mayor riqueza de especies, siendo las diatomeas bentónicas el grupo mejor representado.

La mayoría de las especies registradas son formas de tamaño grande (30 – 1000 μm), que incluyen géneros que exhiben una elaborada morfología con espinas (*Prorocentrum* y *Rhizosolenia*), proyecciones (*Ceratium*) y setas (*Chaetoceros* y *Bacteriastrum*;

Grupo	Género	Especie
Diatomeas bentónicas	48	91
Diatomeas planctónicas	29	72
Dinoflagelados	18	46
Silicoflagelados	2	5
Cianofitas	3	4
Rafidofitas	2	2
Ciliados	1	1

Fuente: CIBNOR 2019.

Las especies más abundantes ($>1 \times 10^4$ céls. L^{-1}) del microfitoplancton y que se registraron como dominantes (80% en las estaciones) durante el periodo de estudio. Se registró el predominio de las especies planctónicas, especialmente *Dactyliosolen fragilissimus*, *Guinardia striata*, *Nitzschia longissima* y *Thalassionema nitzschioides*.

b). Fauna.

Fauna terrestre.

Según el Plan de Manejo de la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”, la posición geográfica de este desierto determina que sea un importante centro de diferenciación biológica y aunque existen pocas especies endémicas, su importancia se manifiesta por el gran número de endemismos al nivel de subespecies, principalmente de mamíferos y reptiles.

Las especies endémicas de vertebrados presentes en la Reserva son:

- Ardilla de piedra (*Spermophilus atricapillus*) y
- Rata canguro (*Dipodomys peninsularis*).

Actualmente se estima que en la Reserva habitan 308 especies de vertebrados terrestres y marinos (excluyendo los peces) de las cuales 4 son anfibios, 43 reptiles, 192 aves y 69 mamíferos.

Respecto a la NOM-059-SEMARNAT-1994, dentro de la Reserva se consideran 17 especies terrestres amenazadas, 4 especies en peligro de extinción, 6 especies bajo protección especial y una especie rara.

Reptiles. Aunque no existe información del estado actual de las poblaciones, se incluyen en la lista, como especies amenazadas y por lo tanto prohibiéndose su colecta:

- Boa del desierto (*Lichanura trivirgata*)
- Serpiente real (*Lampropeltis getulus*)
- Falso camaleón (*Phrynosoma coronatum*)
- Víbora de cascabel (*Crotalus spp.*)

Aves. De las aves que habitan en la región, están incluidas en la norma, entre otras:

- Halcón mexicano (*Falco mexicanus*)
- Águila real (*Aquila chrysaetos*)
- Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)

- Gallito (*Sterna antillarum*)
- Garza piquirrota (*Egretta rufescens*)
- Garza morena (*Ardea herodias*)
- Aguililla ratonera (*Buteo jamaicensis*)
- Tecolote cornudo.

Aves comercializadas tales como:

- Calandria (*Icterus parisorum*)
- Centzontle (*Mimus polyglottos*)
- Gorrión mexicano (*Carpodacus mexicanus*)
- Cardenal (*Cardinalis cardinalis*).

Mamíferos terrestres. Los mamíferos terrestres presentes en la Reserva y considerados en la NOM-059-SEMARNAT-1994 son:

- Berrendo (*Antilocapra americana peninsularis*), en peligro de extinción
- Zorra del desierto (*Vulpes macrotis devia*), amenazada
- Musaraña (*Notiosorex crawfordi*), amenazada.
- Venado bura (*Odocoileus hemionus*), amenazada y sujeta a protección especial.
- Borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), amenazada y sujeta a protección especial.

Cacería furtiva por protección de animales domésticos o por ser plagas.

- Paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*)
- Codorniz (*Callipepla californica*)
- Conejo (*Sylvilagus audubonii*)
- Liebre (*Lepus californicus*)
- Venado bura
- En ocasiones, el berrendo y el borrego cimarrón.
- Coyote (*Canis latrans*)
- Puma (*Puma concolor*)

- Gato montés (*Lynx rufus*)
- Tuza (*Thomomys umbrinus*)
- Ardilla de tierra o juancito (*Ammospermophilus leucurus*).

Reptiles y Anfibios. Dentro de las especies presentes en la Reserva se tienen:

- Ranita de agua (*Hyla regilla*)
- Rana toro (*Rana catesbeiana*)
- Sapo cavador (*Scaphiopus couchi*).
- Sapo pinto (*Bufo punctatus*)
- Tortuga jicotea (*Chrysemys scripta*)
- Cachorón de roca (*Sauromalus obesus*)
- Cocodrilo (*Petrosaurus thalassinus*)
- Lagartijas (*Urosaurus microscutatus* y *Callisaurus draconoides*)
- Ajolotito de dos manos (*Bipes biporus*)
- Culebrita ciega (*Leptotyphlops humilis*).

Dentro de estos grupos, en el área de Vizcaíno no se encuentran especies endémicas, pero hay especies que sí lo son para la Península, tal es en caso de:

- *Phyllodactylus nocticolus*.
- *Petrosaurus thalassinus*
- *Sceloporus rufidorsum*,
- *Urosaurus microscutatus*,
- *Cnemidophorus hyperythrus*,
- *C. labialis*,
- *Senticolis rosaliae*,
- *Eridiphas slevini*,
- *Crotalus enyo*
- *C. exsul*.

Fauna marina.

La fauna marina varía con la profundidad, el área supralitoral está poblada de manera característica por numerosos invertebrados como balanos y anélidos, mientras que por debajo

de la línea de marea hay especies de anémonas y estrellas de mar. Las rocas de este tipo de litoral brindan protección a varias especies de cangrejos, esponjas, pepinos de mar, acidias, platelmintos, opistobranquios, poliquetos y moluscos. Alrededor de estas especies se establece una diversidad de fauna íctica, en su mayoría formada por peces carnívoros.

Dentro de las especies dominantes de la ictiofauna, se encuentran: ángel de cortés (*Pomacantus zonipectus*), ángel real (*Holocanthus passer*), muñecas (*Chaetodon humeralis*, *Heniochus nigrirostris*), y varias especies de lábridos conocidos como viejas. Como depredadores destacan por su abundancia tres especies de cabrillas (*Myteroperca rosacea*, *M. jordani* y *Epinephelus labriformis*); estas especies además son de importancia económica por el alto precio que alcanzan.

Otros depredadores también abundantes son las morenas: morena verde (*Gymnothorax castaneus*) y morena pinta (*Muraena lentiginosa*) y el cochito (*Balistes polilepis*).

En la laguna se pueden encontrar bancos grandes de las almejas catarina (*Argopecten circularis*), chocolata (*Megapitana spp.*), callo de hacha (*Pinna rugosa*), pata de mula (*Anadara tuberculosa*), almeja voladora (*Pecten voqdesi*) y en menor abundancia madre perla (*Pinctada mazatlanica*) y concha nácar (*Pteria sterna*), vestigios de mano de león (*Lyropecten subnudus*), así también otras especies de moluscos que se encuentran en esta laguna son los caracoles panocha (*Astrea undosa* y *A. turbanica*), chino (*Muricanthus nigrinus*) y burro (*Strombus galeatus*). Así mismo existen otros grupos de invertebrados pertenecientes al grupo de los crustáceos como la langosta (*Panulirus sp*) y la jaiba (*Callinectes sp.*).

En la zona se presentan agrupaciones numerosas de rayadillo (*Microlepidos inornatus*) y mojarra almejera (*Haemulon sexfasciatus*). Como herbívoros comunes se encuentran el perico (*Scarus perico*) y el cochinito (*Prionurus punctatus*).

Otras especies relativamente comunes en los fondos rocosos arenosos son: pez de roca (*Hypsoblennius brevipinnis*), chopá (*Kyphosus elegans*), gobios de cabeza roja (*Elacatinus punctulatus*), castañuela gigante (*Microspathodon dorsalis*), chopá (*Abudefduf troschelii*), pez de pluma (*Calamus brachysomus*), agujón (*Sphyræna ensis*), castañeta (*Chromis atrilobata*), cadernal (*Apogon retrosella*), candil (*Adioryx suborbitalis*), mero chino (*Cirrithus*

rivulatus), (*Orgilbia* sp.), gobio barbero (*Elacantinus digueti*), pargo amarillo (*Lutjanus argenteventris*), pez erizo (*Diodon holocanthus*), gobio bonito (*Lythrypnus dalli*), (*Dodianus diplotaenia*), cornuda (*Sphyrna lewini*), pargo coconaco (*Hoplopagrus guentheri*), burrito (*Anisotremus interruptus*), jabonero de cortes (*Rypticus bicolor*), raya (*Urolophus concentricus*).

Otra comunidad la forman las especies mesopelágicas; peces que habitan a media agua y normalmente no incursionan en las zonas más someras. Dentro de los más importantes se encuentran 18 especies de tiburones y 14 especies de mantarrayas que en conjunto sostienen parte de la actividad pesquera que se realiza con palangre. Hay también varias especies de teleósteos que son carnívoros mesopelágicos.

En estrecha relación con lo anterior, es posible caracterizar otra comunidad, la formada por especies de pelágicos menores y sus depredadores. Especies que representan la comunidad pelágica (además de los clupéidos y engráulidos) son: sardinas del Pacífico (*Sardinops sagax*, *Cetengraulis mysticetus*), sardinas (*Opisthonema* spp.), anchoveta (*Engraulis mordax*), sábalo abuela (*Chanos chanos*), merluza (*Merluccius angustimanus*), jurel de castilla (*Seriola dorsalis*), dorado (*Coryphaena hippurus*), agujón (*Sphyrna argentea*) y macarela (*Scomber japonicus*).

Las especies de tortugas reportadas para la zona de la Reserva son tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), jabalina (*Caretta caretta gigas*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), caguama prieta (*Chelonia mydas*).

Entre los mamíferos marinos más carismáticos se encuentra la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), especie sujeta a protección especial, que durante la temporada invernal arriba a la costa occidental de la península donde se reproduce, siendo las principales áreas de reproducción las Lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio, ubicadas dentro de la Reserva.

El lobo marino (*Zalophus californianus*) se presenta en ambas costas de la Reserva. Es una especie muy abundante y actualmente se encuentra bajo protección especial. Otro mamífero marino presente en las costas de la Reserva es la foca común o foca de puerto (*Phoca vitulina*), también sujeta a protección especial.

Vegetación marina: En 1998 un estudio sobre variación estacional y distribución de microalgas

reportó un total de 85 especies en la laguna Ojo de Liebre, de las cuales 40 fueron de la división Rodophita, 29 Chlorophyta y 15 Phaeophyta. Las especies que aportaron la mayor biomasa anual fueron *Spyridia filamentosa* y *Polysiphonia pacífica*. En 1982 se realizó un estudio sobre la composición y abundancia del fitoplancton y clorofilas, en el que se encontró que las diatomeas fueron las más abundantes en toda la laguna siendo los más representativos los géneros *Nitzchia sp*, *Rhizosolenia sp* y *Cocconeis sp*. La Hierba cordón (*Spartina foliosa*) es la principal especie que queda expuesta en las planicies de inundación, el pasto anguilla (*Zostera marina*) crece tan lejos como lo permite la marea y se puede encontrar hasta 7 metros de profundidad en los canales.

Son especies características de las zonas sumergidas *Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri* y *Ruppia marítima*, estas últimas de gran importancia ecológica para la langosta roja ya que le sirve de refugio durante sus primeros estadios.

Áreas marinas. Flora con influencia directa del mar. El manglar se encuentra pobremente representado y en poca extensión, siendo su límite septentrional la Laguna San Ignacio. Existen algunas otras especies que se encuentran bajo la influencia directa de las mareas como: *Batis maritima*, *Limonium californicum*, *Salicornia pacifica*, *Suaeda maquinii*, *Spartina foliosa*, *Cuscuta salina*.

Observaciones directas por medio de video-registro de flora y fauna presente en los polígonos del proyecto.



Figura IV-31. Flora y fauna presente en la zona de pastizales.

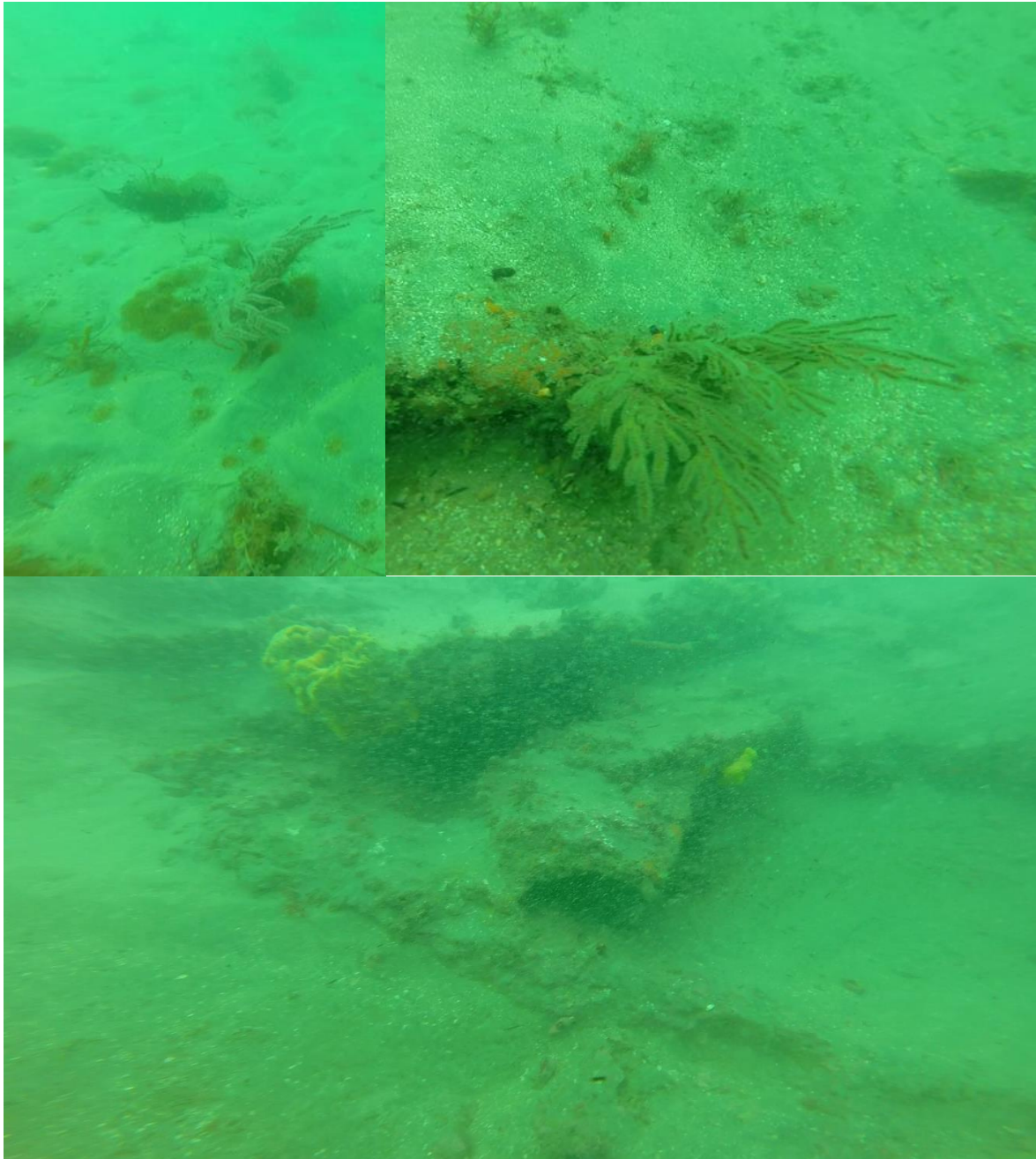


Figura IV-32. Flora y fauna presente en las partes más profundas en los canales



Figura IV-33. Flora y fauna de la zona sur de los polígonos



Figura IV-34. Flora y fauna de la parte norte de los polígonos.

IV.2.3. Medio Socioeconómico.

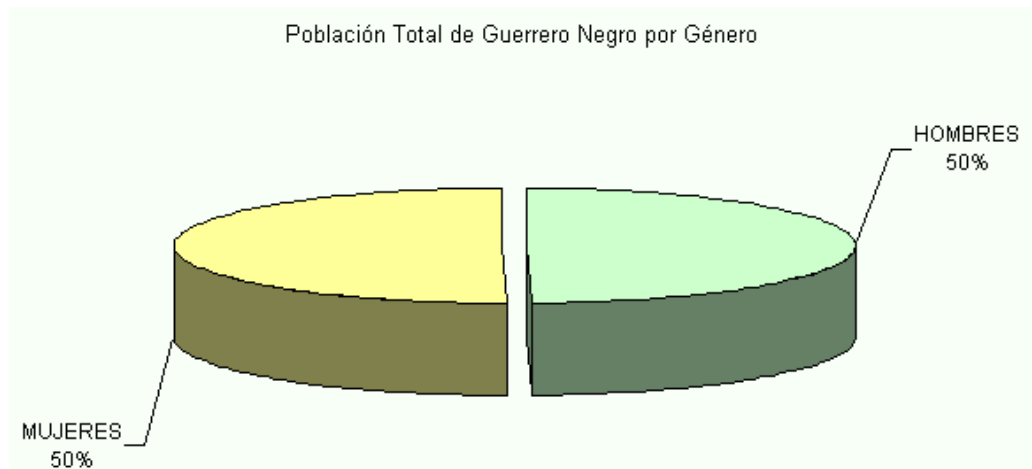
IV.2.3.1. Demografía.

De acuerdo a los datos del censo socioeconómico 2004 elaborado por la Universidad Autónoma de Baja California Sur los datos son los siguientes:

Situación Social

De conformidad con las cifras arrojadas por el último censo levantado en el periodo de septiembre - octubre del 2004, la población de Guerrero Negro cuenta con 12,142 personas, 83 menos que en el último censo realizado en el año 2000, lo que implica que la población lejos de mantener las altas tasas de crecimiento superior al 4.5 % que venía registrando en los últimos 20 años previos al 2000; registró una tasa de crecimiento negativa del 0.9 % comparada con el año 2000, dato de referencia más reciente; y una tasa de crecimiento medio anual de tan sólo 2.1 % en los últimos 8 años, cifra similar a la media nacional y estatal.

En lo que se refiere a la estructura poblacional por género, presenta un equilibrio para el 2004: la población masculina es de 6,040 y la femenina 6,102, representando 50 % cada género.



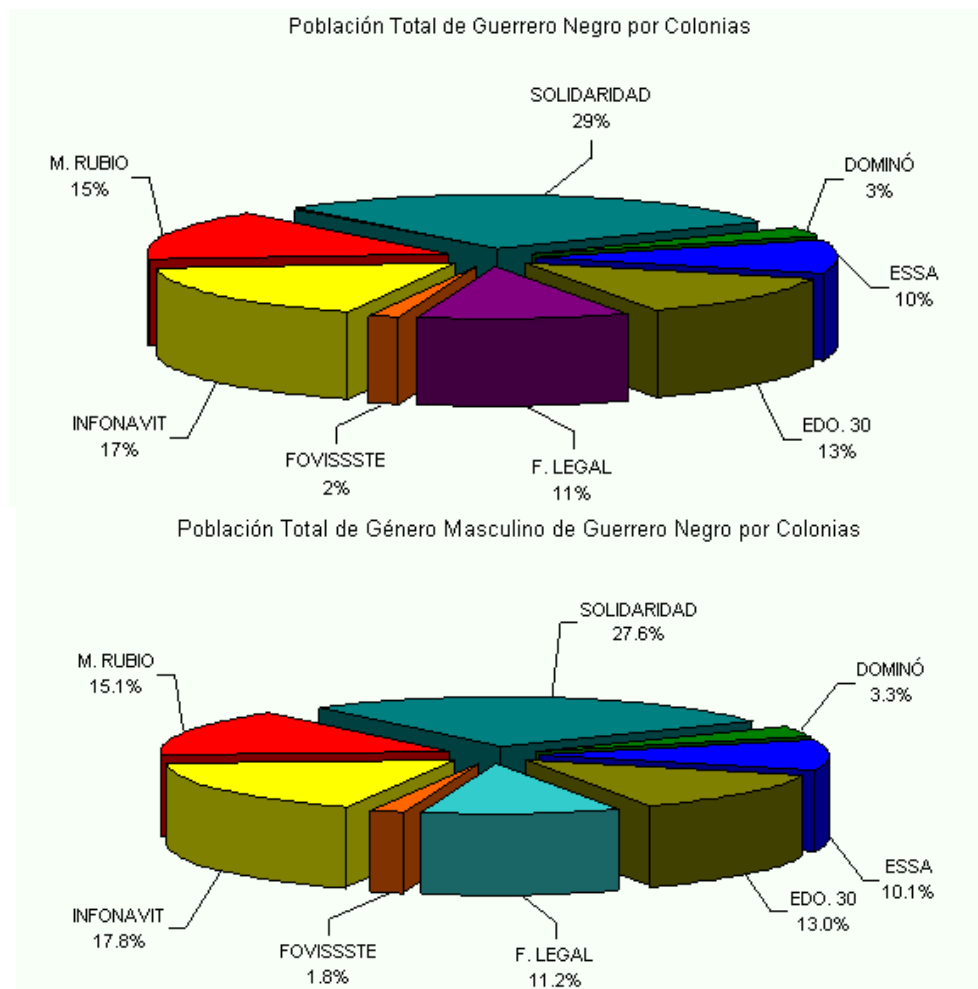
Es importante destacar que en el año 2000, parte importante del destacamento militar tenían residencia en la población de Guerrero Negro y fueron censados. A la fecha se han construido 5 edificios para la Unidad Militar, para albergar a los militares y sus familias y eso impactó de manera negativa los resultados.

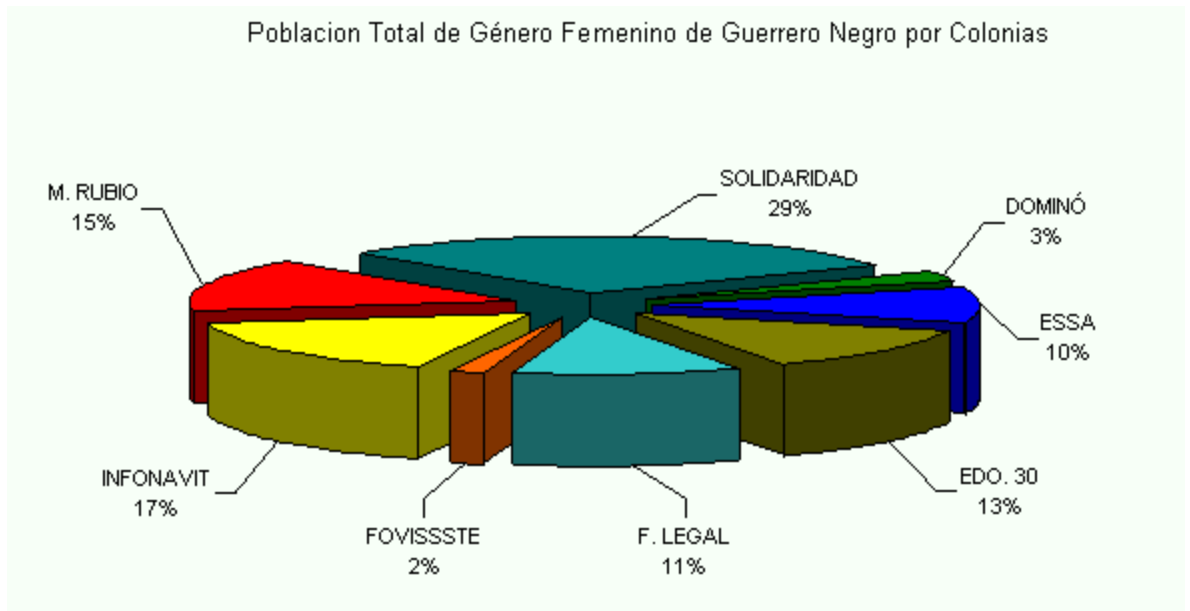
El número de habitantes por colonia se modificó en relación al último censo. La distribución

varió positivamente en tres colonias: Solidaridad con el 2.2 %, Fundo Legal con el 1.5 % e INFONAVIT CON EL 1.4 %, siguiendo un comportamiento negativo en el resto de las colonias, principalmente en la colonia Marcelo Rubio que disminuyó la población en un 3.4 %.

En los últimos años, la tendencia poblacional de las colonias ESSA y Domino es negativa, de representar el 29 % del total de la población en 1987, en el 2004 se reduce su participación al 13 %.

Si tomamos las tres colonias con mayor crecimiento poblacional, que son: Solidaridad, M. Rubio y Fundo Legal, desde 1987, tenemos que de representar el 23.2 % de la población total en ese año, para 2004 concentran el 55 %.





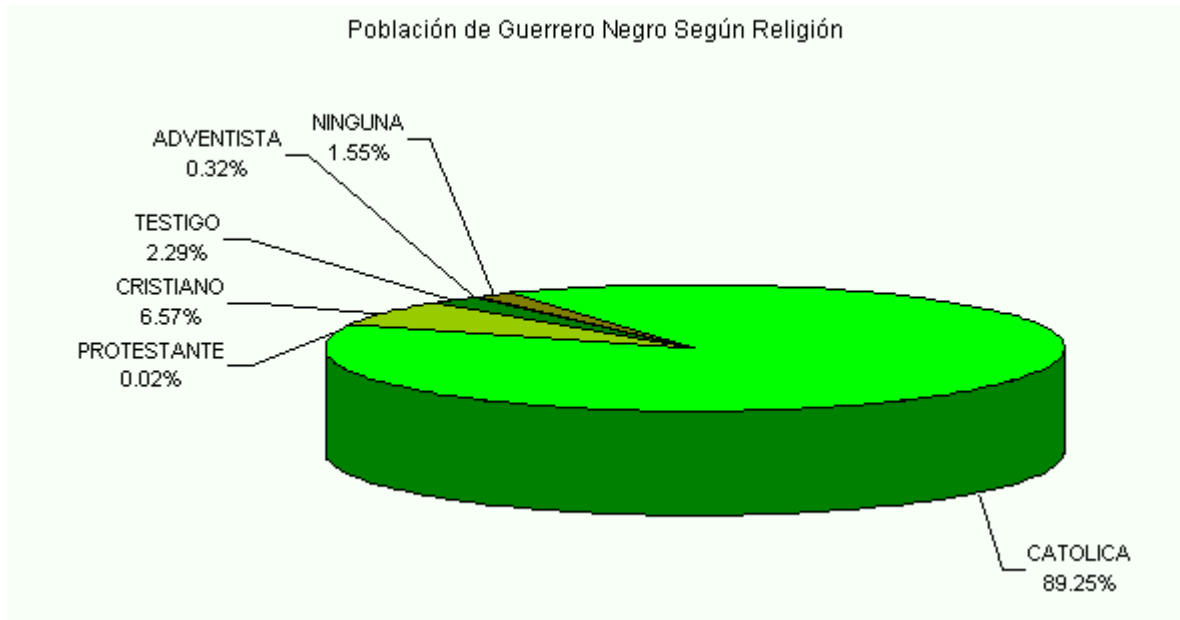
La estructura poblacional por edades resalta una población joven. 43.8 % de la población tiene menos de veinte años, 59.6 % menos de treinta y solamente el 4 % tiene más de 65 años de edad, destacándose un cambio importante, si tomamos como referencia la estructura que se tenía hace 17 años (1987), con 52 % menor a 20 años y 73 % con edad inferior a 30 años y únicamente 1 % con edad superior a los 65 años.

La inmigración registrada de los últimos 4 años representa el 5.5 % de la población total, siendo los principales estados de procedencia Baja California y Baja California Sur, representando el 52 % de la inmigración total, con una aportación aproximada del 26 % por cada estado.

Las colonias que recibieron el mayor número de inmigrantes fueron Solidaridad, INFONAVIT y Estado 30 con el 65.4 % del total

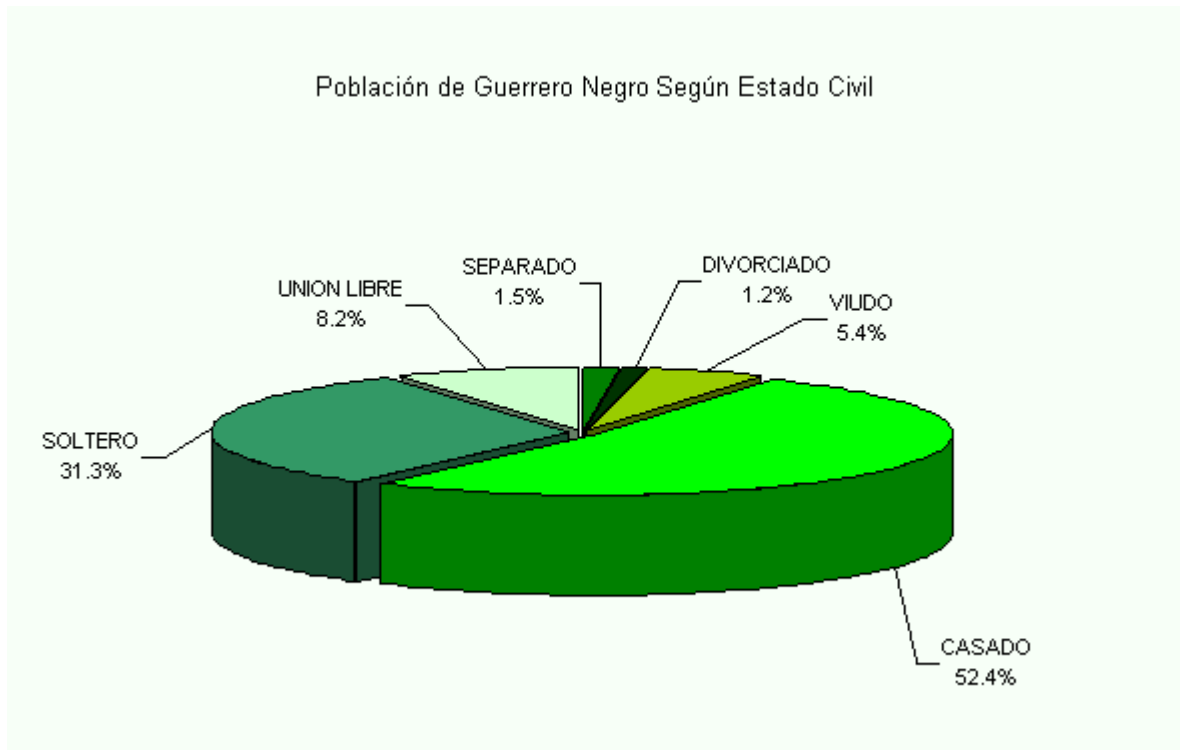
La religión que predomina en Guerrero Negro es la católica con 9 de cada 10 habitantes. FOVISSSTE tiene el mayor porcentaje de católicos con el 98 % y la colonia con menor porcentaje de Católicos es Solidaridad con el 84.3 %

Cabe destacar que la religión con mayor crecimiento es la cristiana que representa el 6.6 % de la población total.

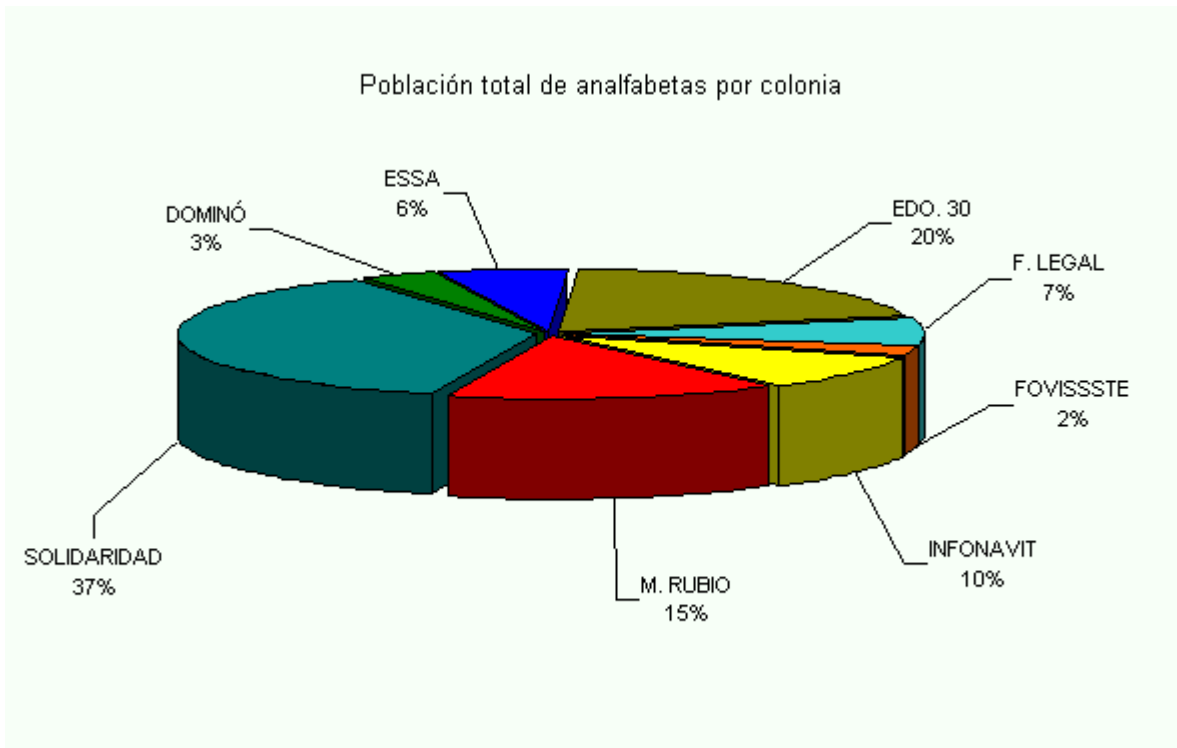


Cinco de cada diez habitantes manifestaron estar casados. La situación de las colonias respecto este estado civil se mantienen en un rango que fluctúa entre el 44 % y el 58 %, siendo la colonia Marcelo Rubio la de mayor porcentaje en dicho rubro. Por otro lado la colonia con mayor porcentaje de habitantes en unión libre es Estado 30 con 16.7 %.

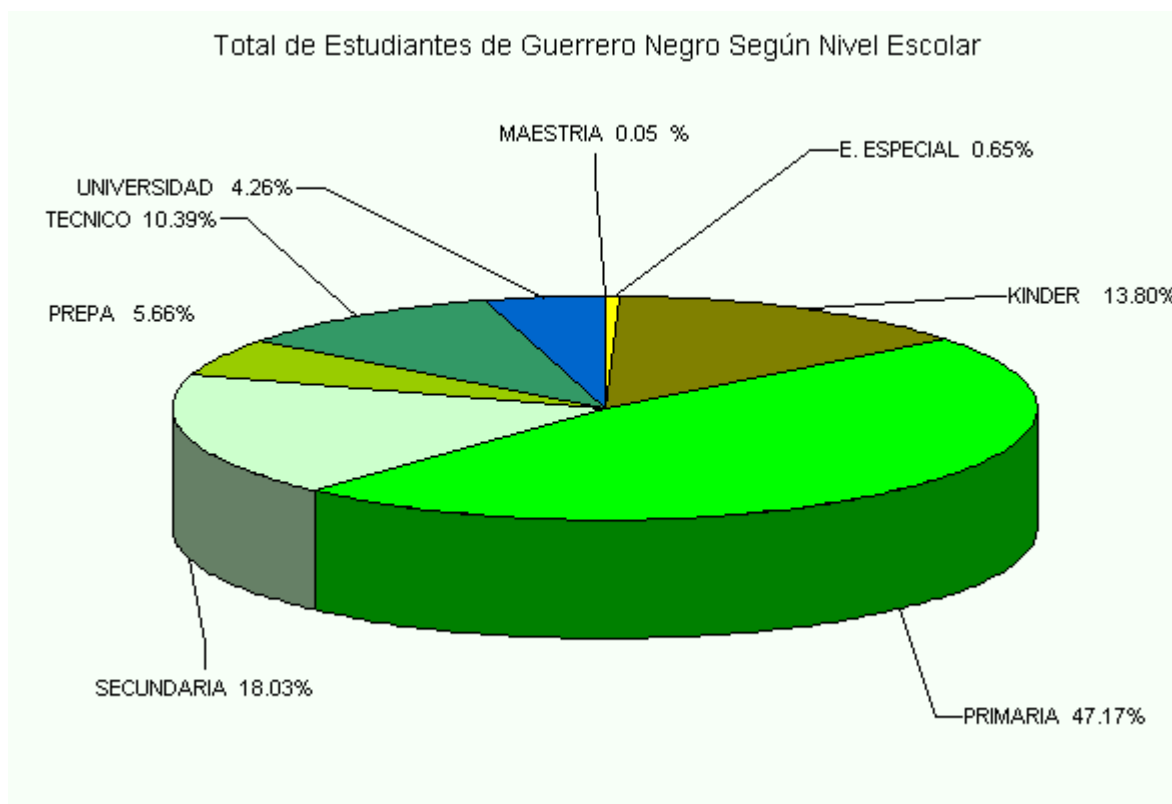
Esta pregunta la contestaron solamente las personas mayores de doce años.



El índice de alfabetismo en Guerrero Negro, B.C.S. es del 95.5 %, mayor en un 1.5 % que el registrado en el año 2000, la colonia con mayor índice de alfabetismo es la colonia ESSA con el 97.6 %. Mientras que las colonias con mayor índice de analfabetas es la colonia FOVISSSTE con el 7.2 %, Estado 30 con 6.7 % y Solidaridad con 6.1 %, cabe destacar el resultado de la colonia Marcelo Rubio que disminuyó 2.9 puntos porcentuales con respecto al año 2000, pasando del séptimo lugar al cuarto lugar en cuanto al índice de alfabetismo.

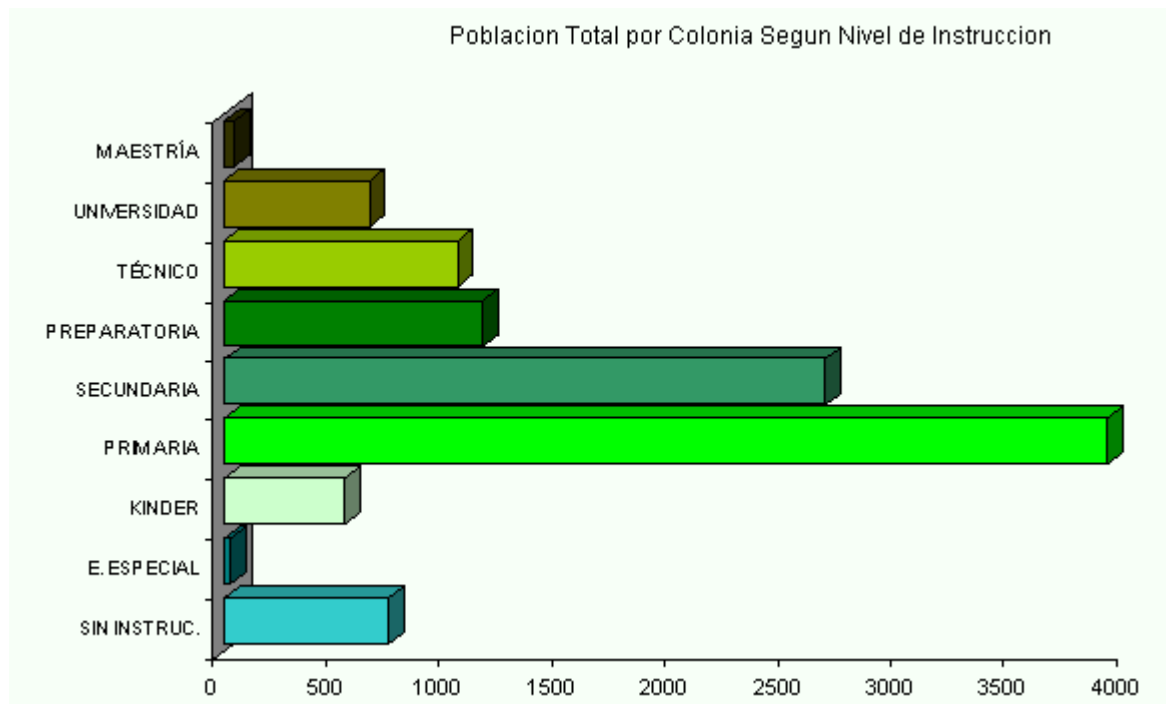
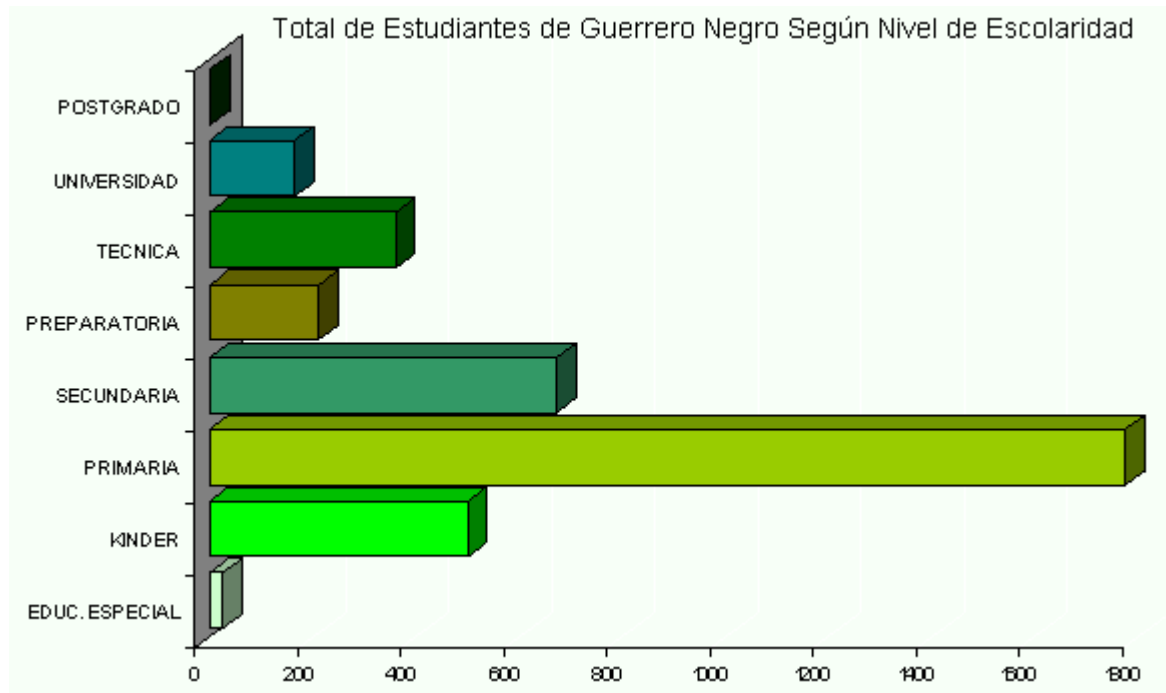


La población estudiantil representa el 30.6 % de la población total, concentrándose el mayor número en la educación primaria con un 47.8 % del total, seguido por la instrucción secundaria con el 18.1 %. Vale la pena resaltar el incremento de la población Universitaria que pasó de 95 alumnos en el año 2000, a 166 alumnos residentes en Guerrero Negro más 44 alumnos foráneos de poblaciones vecinas.



De un total de 3719 personas que estudian, de estos el 51 % corresponden a personas del sexo masculino y el 49% al sexo femenino.

El nivel escolar que más estudiantes tiene es el básico: Kinder, Primaria y Secundaria con el 79.4 % del total, siguiendo en orden de importancia el nivel medio superior representando el 15.44 % y el nivel Superior el 4.51 %.



IV.2.3.2. Vías de Comunicación.

La longitud de la red carretera en el municipio, para el año 2000 era de 1,513.9 kilómetros, de los cuales el 21.32 % correspondían a vialidad troncal federal, el 46.31 % a alimentadoras estatales, el 17.10 % a caminos rurales y el 15.27 % a brechas mejoradas.

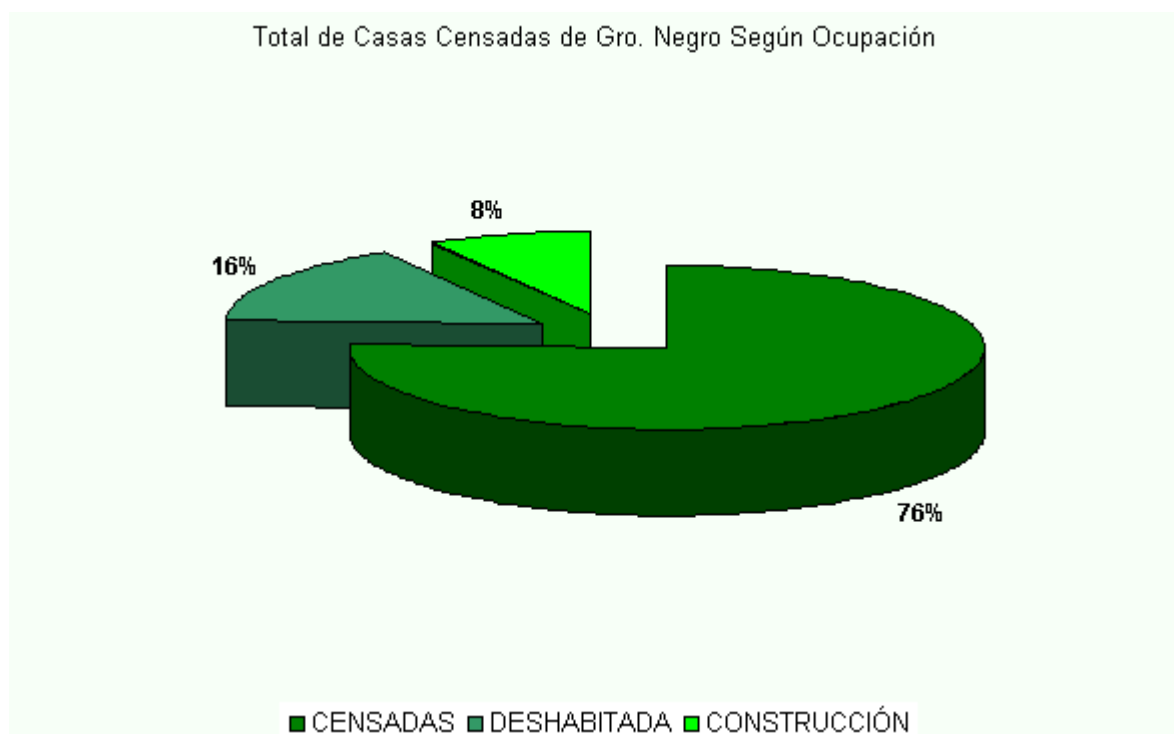
A la localidad de Guerrero Negro se ingresa por una desviación pavimentada de la carretera

transpeninsular. El acceso a la localidad de “El Dátil” es a través de un camino de terracería que parte de Guerrero Negro. El municipio cuenta con 1 aeropuerto localizado en la localidad de Guerrero Negro.

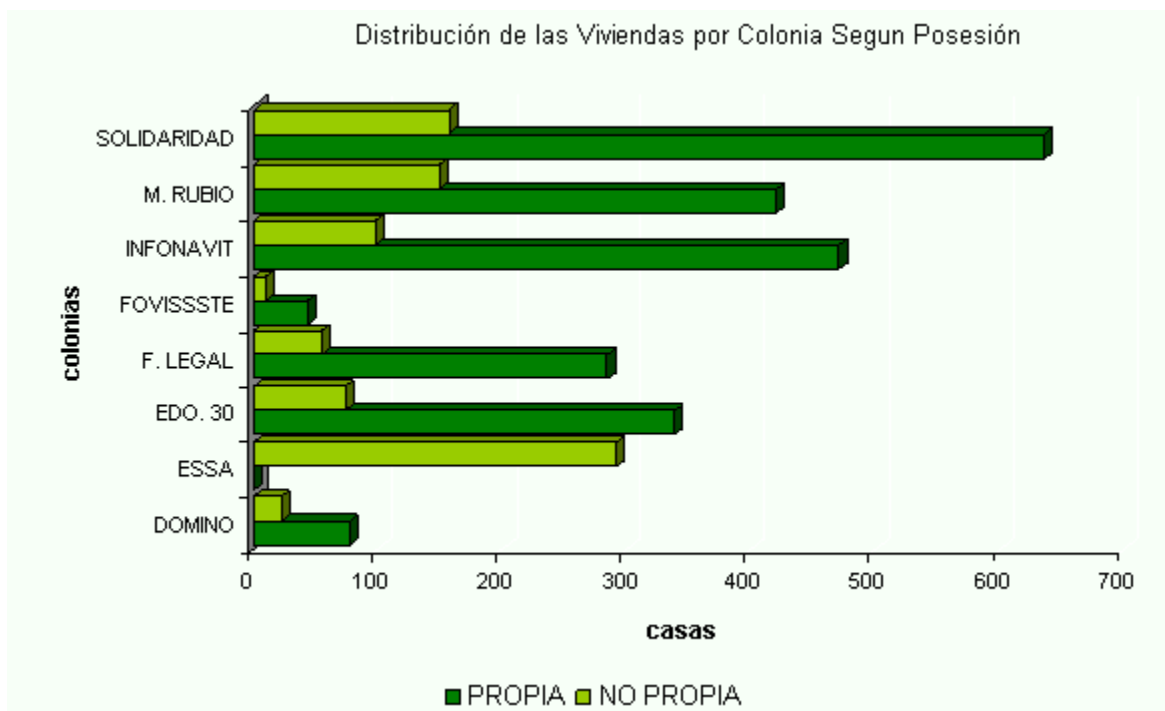
IV.2.3.3. Vivienda.

Vivienda

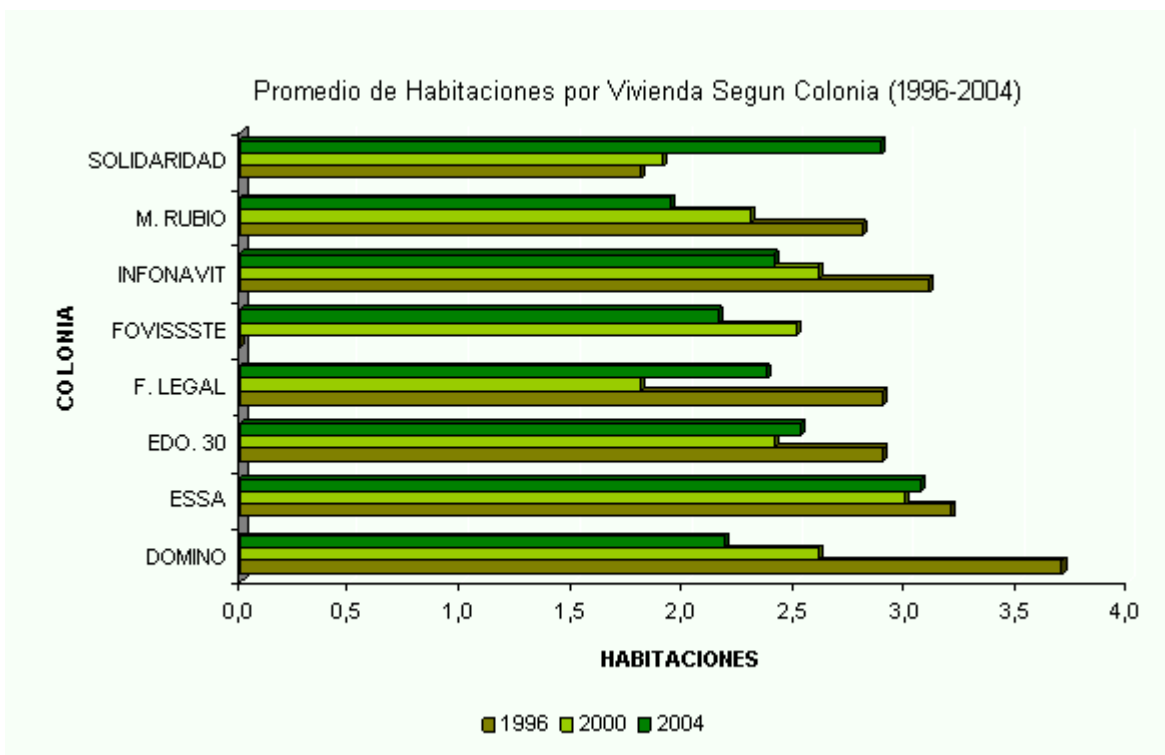
El número de casas deshabitadas representa el 15.8 % de las viviendas totales, mostrando un incremento significativo con respecto a los registros censales anteriores. Las colonias que tienen un índice de desocupación mayor al 20 % son el Domino con el 23 %, FOVISSTE con el 20.6 % y Estado 30 con 20.3 %.



La colonia Solidaridad es la que concentra el mayor número de viviendas (25 %) al igual que el mayor número de población. La colonia con mayor porcentaje de viviendas propias es Fundo Legal 83.8 %, seguido de INFONAVIT 82.6 % y Estado 30 con 82.1 %, sin embargo la colonia que reportó un mayor incremento en este rubro en los últimos cuatro años fue la colonia Dominó, más que por la construcción de nuevas viviendas, por la desaparición de viviendas que tradicionalmente se encontraban rentadas o prestadas.

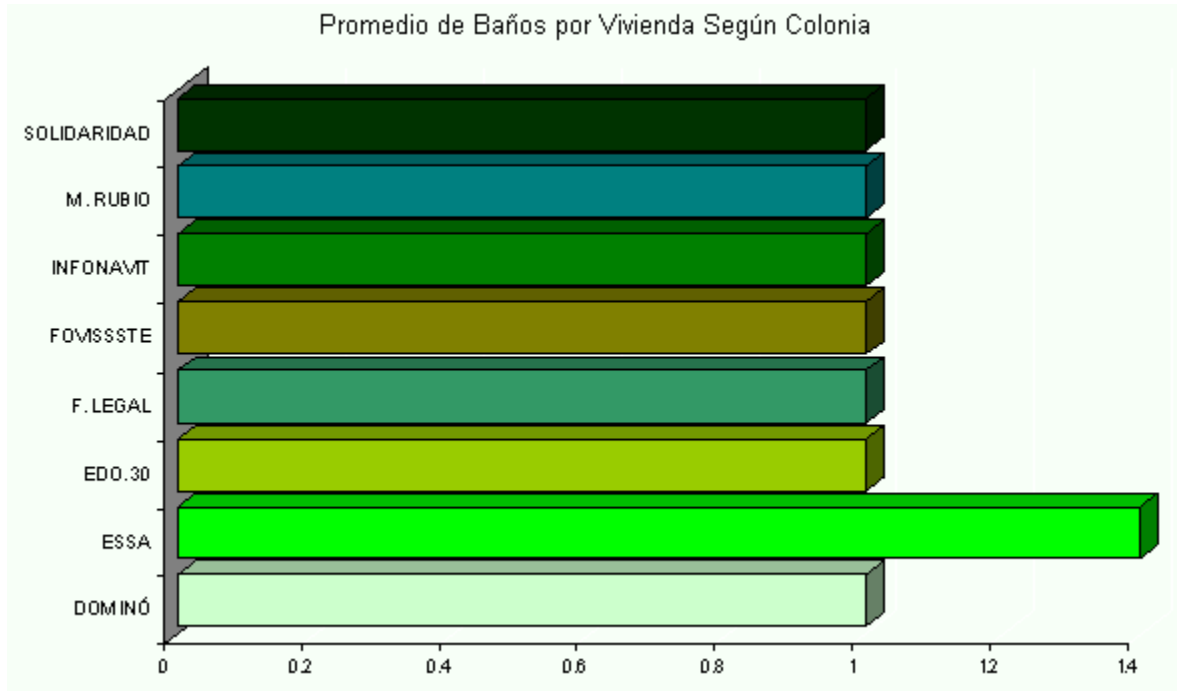


En los últimos ocho años dos colonias, Solidaridad y ESSA, fueron las que mostraron incremento en cuanto a promedio de recámaras por vivienda. La colonia Dominó presentó la mayor tendencia a la baja seguido por la colonia Marcelo Rubio.

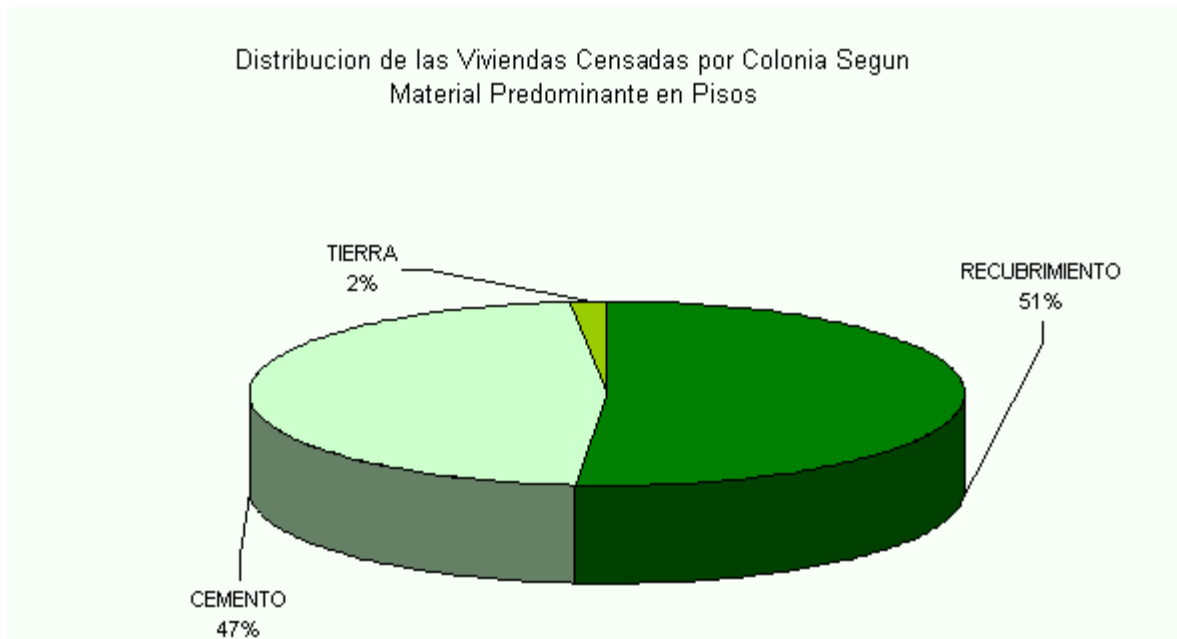


El promedio de baños por vivienda, se muestra sin variaciones significativas. Siendo ESSA la

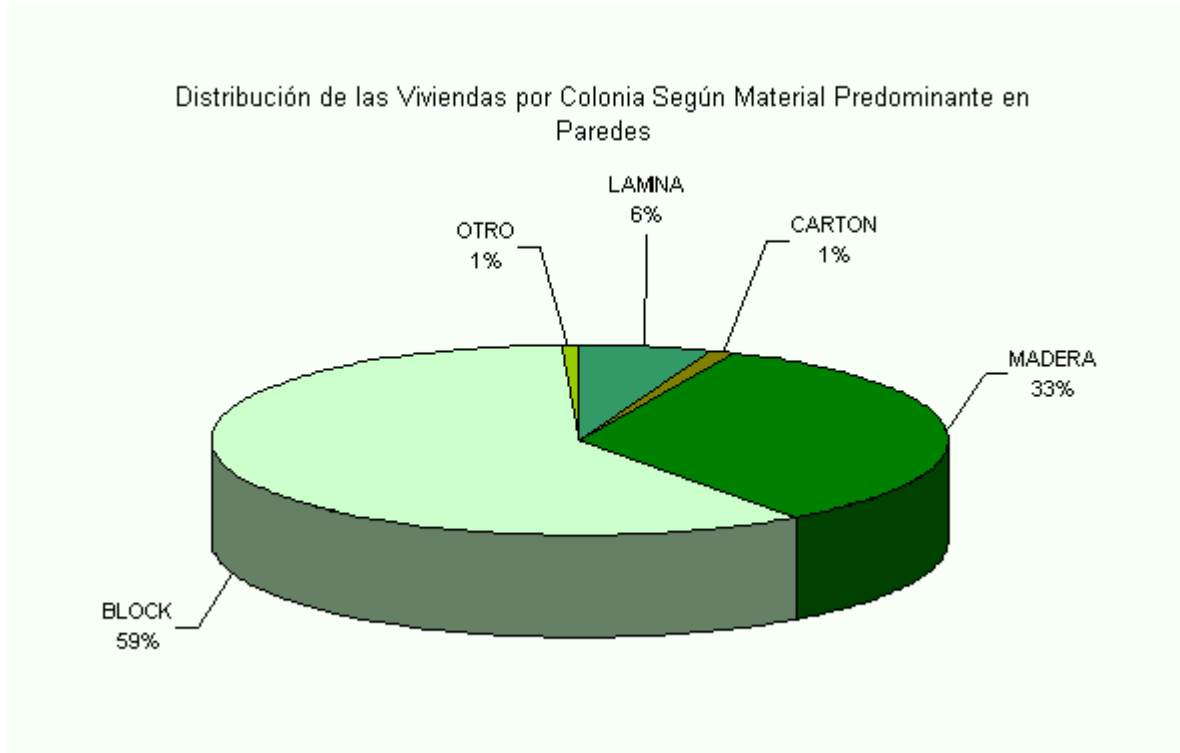
colonia con un promedio de baños por vivienda mayor a uno, el resto de las colonias se mantuvo en un baño por vivienda.



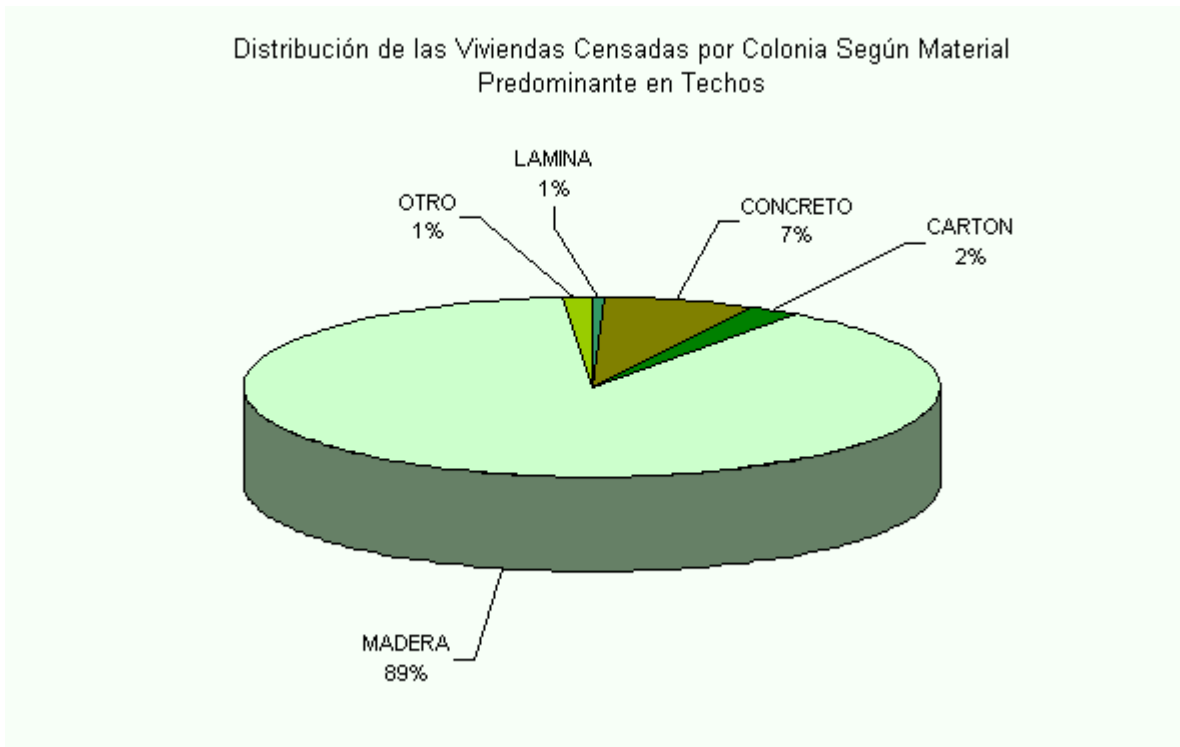
En materia de viviendas según el material predominante en la construcción de pisos, indica que el recubrimiento es el de mayor uso (51%), seguido del cemento (47%).



El material predominante en las paredes de las viviendas es el block (59 %), seguido en orden de importancia la madera (33 %) y la lámina (6 %).



En Guerrero Negro el material predominante en la construcción de techos es la madera (89 %), seguido en orden de importancia el concreto (7 %) y el cartón (2 %).



IV.2.3.4. Urbanización, Infraestructura y Servicios.

En Guerrero Negro se cuenta con los siguientes servicios:

- Teléfono.
- Telégrafo.
- Electricidad.
- Agua potable.
- Sistema de recolección de basura.
- Tiradero de basura
- Centros educativos a nivel enseñanza básica, enseñanza media y técnica.
- Centros de salud: IMSS e ISSTE.

Salud

Los servicios médicos son proporcionados tanto por el Sector Público, que está compuesto por las Instituciones como el IMSS, SSA, ISSSTE, así como por Consultorios Particulares.

En caso de emergencia aparte de las Instituciones mencionadas, se cuenta con la Sub Delegación de la CRUZ ROJA MEXICANA.

El 68.3 % manifestó ser derechohabiente del IMSS, el 9.4 % del ISSSTE y el 16 % no cuenta con Servicios Médicos; por tanto recurren a la atención Medica Particular y/o Centro de Salud.

En cuanto a médicos se refiere el IMSS cuenta con 52 médicos que atienden un total de 8,298 afiliados, adicionalmente atienden a las poblaciones circunvecinas siendo un total de adscritos al IMSS 12,683.

Entre las especialidades con las que cuenta el IMSS son: Medico Familiar, Cirugía General, Ginecología, Oftalmología, Otorrinolaringólogo, Medicina Interna, Pediatría, Traumatología, Medico Radiólogo, Anestesiólogo, Urgenciólogos.

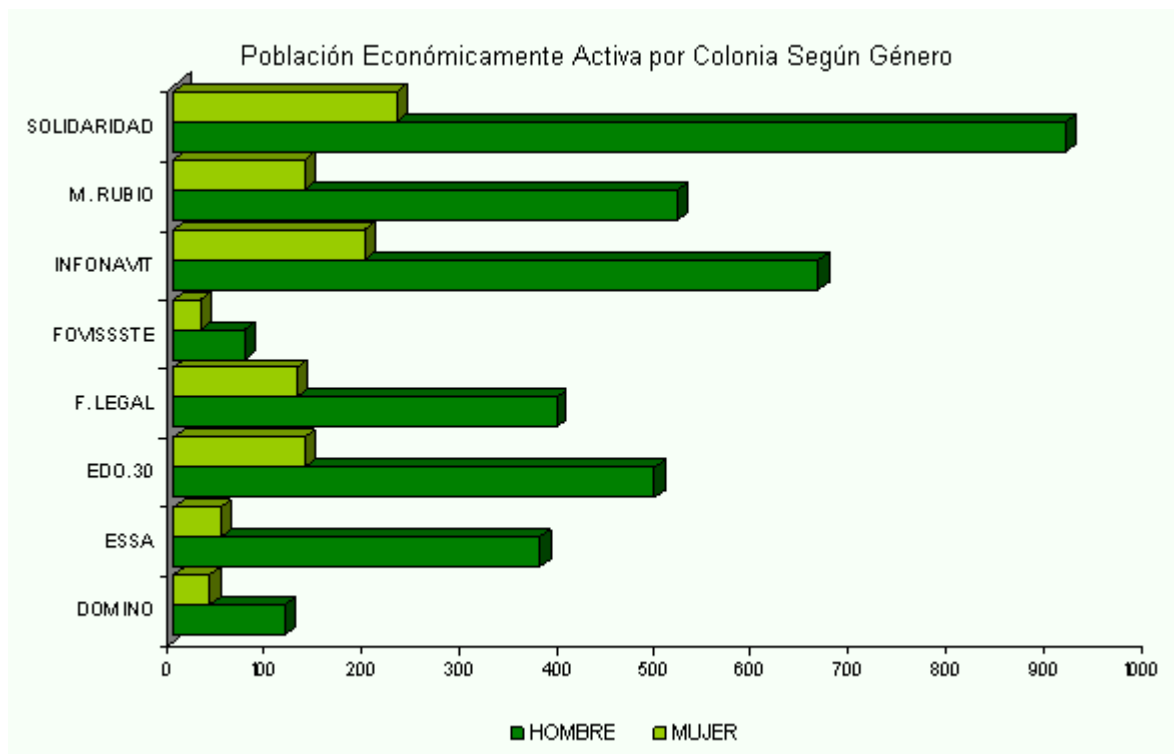
Las enfermedades más frecuentes registradas en las Instituciones Médicas por orden de importancia son:

1. Infecciones Respiratorias Agudas
2. Conjuntivitis
3. Infecciones en las Vías Urinarias
4. Enfermedades Gastrointestinales
5. Hipertensión Arterial
6. Diabetes Mellitus

IV.2.3.5. Actividad Económica.

Situación Económica

La Población Económicamente Activa (PEA), representa el 37.2 % de la población total, incluyendo en este concepto a los mayores de 16 años y excluyendo a los mayores de 65, estudiantes, amas de casa, jubilados o pensionados. La PEA representa a todas las personas en posibilidad de trabajar.

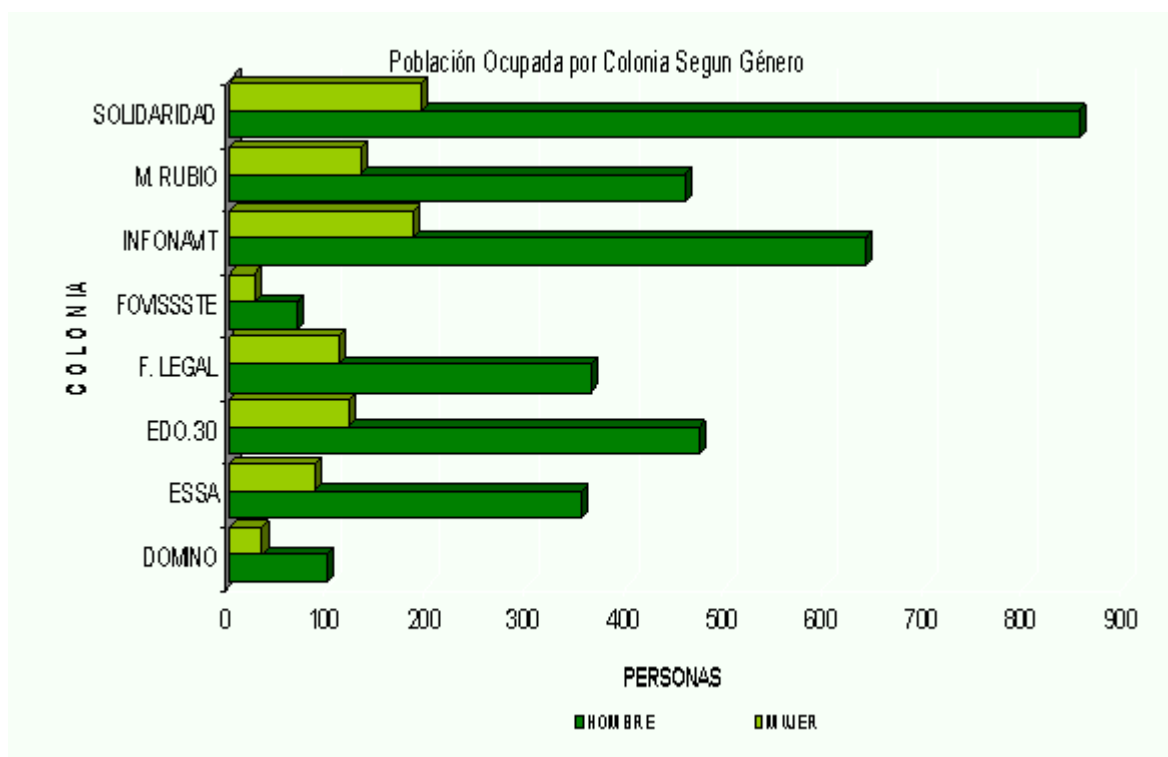


La tasa de ocupación con respecto a la población total es del 34.48 %, lo que implica que de cada 10 personas 3 están realmente ocupados.

La tasa de Ocupación con respecto a la PEA es del 92.65 %, este porcentaje representa que de cada 10 habitantes en posibilidad de trabajar 9 están realmente ocupados.

La colonia que registra la participación más alta de habitantes ocupada es Solidaridad con el 25.7 % y la de menor porcentaje es la colonia FOVISSTE con el 2.0 %.

La tasa de desempleo con respecto a la PEA es del 7.3 %, lo que implica que de cada 10 personas 0.73 se encuentra desempleada



Los ramos de actividad económica, entre Industrial, Comercial y de Servicios en la comunidad se han diversificado en 129 giros encontrándose 536 establecimientos.

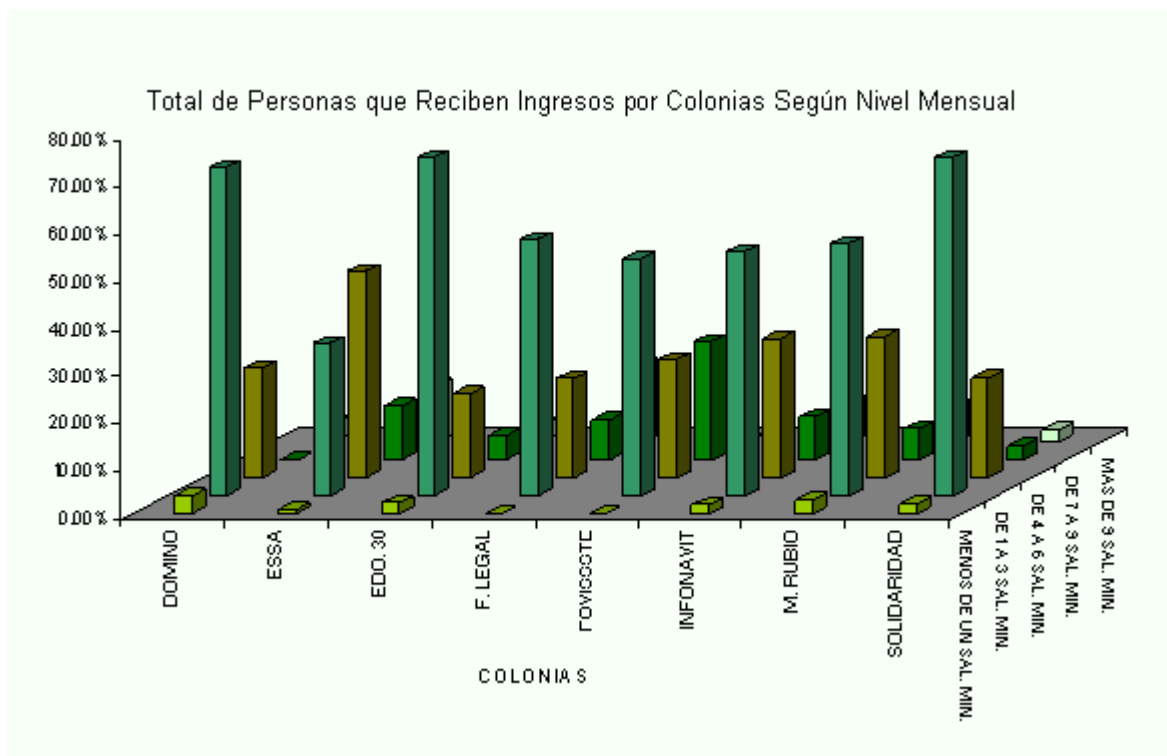
El principal sector en cuanto a generación de empleos y ventas, está relacionado con la actividad minera desarrollado por la empresa Exportadora de Sal, S.A. de C.V., ocupando un 19.3 % de la PEA. Es importante señalar que en 1990, ESSA representaba el 40.7 % de la PEA.

El sector Comercial y de Servicio tiene una participación muy importante en cuanto a la generación de empleo representando el 36.62 % de la PEA.

En base a las cifras proporcionada por los entrevistados, el 69.3 % de la Población Ocupada, tiene un ingreso mensual de 1 a 3 salarios mínimos.

La colonia con ingresos mayores a la media fue ESSA.

El ingreso promedio neto de la persona ocupada es de \$3,790.00 pesos mensuales.



Flota pesquera. Las embarcaciones utilizadas por los pescadores en la margen poniente de la Laguna Ojo de Liebre, son de 6.7 m a 7.62 m de eslora, 1.89 m de manga y puntal promedio de 0.80 metros. Todas son de fibra de vidrio y transportan máximo de 4 tripulantes y de acuerdo a los registros de la Oficina Federal de Pesca en Guerrero Negro, dependiente de la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA, se cuenta con una flota de 57 embarcaciones propiedad de permisionarios de pesca y 62 embarcaciones propiedad de las sociedades cooperativas pesqueras, números inconsistentes con los reportados por la Capitanía de Puerto, cuyos registros señalan 82 embarcaciones matriculadas para la actividad pesquera de las sociedades cooperativas y 63 embarcaciones matriculadas para la actividad pesquera de los permisionarios.

En términos generales, el estado de conservación es bueno, aunque durante los trabajos de campo se observaron 8 embarcaciones en mal estado.

Artes de pesca empleados. Las artes de pesca utilizadas por los pescadores, de acuerdo a datos

proporcionados por la Oficina Federal de Pesca en Guerrero Negro, son principalmente las mostradas en el Cuadro 10.

Tabla IV-4. Artes de pesca empleadas en la Laguna Ojo de Liebre.

Especie	Arte de Pesca
Almeja chocolate	Equipo de buceo tipo hooka (planta, compresor, tanque, etc.)
Lisa	Redes agalleras
Jaiba	Trampas jaiberas
Almeja mano de león	Equipo de buceo tipo hooka (planta, compresor, tanque, etc.) y java
Escama	Redes agalleras
Tiburón	Cimbras y redes
Pulpo	Ganchos y trampas
Langosta	Trampas

Áreas de pesca. Las agrupaciones y permisionarios en su mayoría realizan sus capturas en la Laguna Ojo de Liebre. Pocos las realizan en mar abierto.

Las áreas de pesca específicas son: Isla la Piedra, isla el Alambre, Canal Principal Oeste, La Bocana, La Isla y Bahía Sebastián Vizcaíno, mientras que los sitios de desembarque de la producción son: Las Casitas, Los Gabachos, El Dátil y Punta Mariscal.

Organización pesquera. En Guerrero Negro se tienen registradas 7 sociedades cooperativas de producción pesquera y 28 permisionarios.

Infraestructura portuaria pesquera. En la margen de la Laguna Ojo de Liebre existen sitios como “Las Casitas”, “Los Gabachos”, “El Dátil”, “Punta Mariscal” y “Campo el Uno”, donde se desarrolla el desembarque de la producción pesquera, sin embargo, en ninguno de estos sitios existen elementos de infraestructura pesquera. No existen edificaciones adyacentes para el servicio de la actividad pesquera en ninguno de los sitios señalados. Únicamente en las casitas se localiza una especie de galerón parcialmente cubierto en el techo y descubierto en el frente hacia tierra, el cual es utilizado por los pescadores que tienen como objetivo la langosta y sirve de bodega cuando no hay actividad.

Apoyo a la Actividad Pesquera:

Plantas procesadoras de productos. En la zona de estudio no se encontraron edificaciones ni alguna construcción destinada al proceso de las especies capturadas. La almeja se lleva a espacios destinados para su arreglo en locales de Guerrero Negro. El arreglo de la langosta se

efectúa en el sitio. El proceso de eviscerar se realiza en la embarcación para el caso de la escama, en mesas habilitadas cercanas al sitio de desembarco o en su defecto en los locales de las distribuidoras.

Fábricas de hielo. Existe una edificación en la localidad de Guerrero Negro donde se puede obtener hielo, sin embargo no satisface las necesidades de los pescadores de este producto. Otra forma de obtener hielo es con los camiones con cajas refrigeradoras que lo transportan desde Ensenada, B.C., para su venta en dicha localidad o desplazarse para la compra de hielo a San Ignacio a 100 Kms hacia el sur de Guerrero Negro.

Bodegas refrigeradas. En la localidad de Guerrero Negro existen 2 bodegas refrigeradas. La primera se localiza en el mismo sitio donde opera la fábrica de hielo y se trata de un área de 3.5 metros por 3.0 metros. La segunda se encuentra en las instalaciones de la Empresa Pescados y Mariscos de Guerrero Negro, S. A. de C. V. Se trata de una bodega relativamente amplia, cuenta con un cuarto frío antes de entrar a la bodega con las instalaciones refrigerantes.

Vigilancia. La vigilancia en “Las Casitas” se efectúa por un velador, encargado de cuidar principalmente las embarcaciones que se dejan en el sitio. En temporada de langosta se adiciona un velador más para realizar el resguardo de las “Recibas” (contenedores de madera para la langosta que ha sido capturada).

Recolección de desechos contaminantes. No existe este servicio en el sitio “Las Casitas”.

Tratamiento de aguas y residuos contaminantes. No existe este servicio en el sitio “Las Casitas”

Esquemas Operativos.

Arribos. El número de arribos fue determinado en función del tipo de la pesquería en el cual se concentra la actividad según la temporada.

- Almeja Chocolate. Los arribos máximos que se pueden esperar son de 57 embarcaciones del total de 145 embarcaciones matriculadas
- Langosta. Los arribos de esta especie por día son 15 embarcaciones durante los meses

de septiembre a febrero durante su temporada.

Operación de descarga. En general la operación de descarga de producto pesquero se realiza directamente de la embarcación a los vehículos que se destinan para su transporte hacia Guerrero Negro. Para el caso de los moluscos bivalvos, las almejas, mano de león y chocolata, se desembarca en botes de 20 litros y se carga en los vehículos. El tiempo de descarga de las embarcaciones a los vehículos de transporte terrestre es de 30 minutos. Posteriormente es transportada hacia el sitio con que cuente cada una de las cooperativas o permisionarios para sacar de su concha el producto, nuevamente colocarlo en botes de 20 litros para la transportación en los vehículos de los compradores de ocasión. Para el caso de la escama, en general se realiza la preparación y/o limpieza en la propia embarcación, o por el contrario se descarga a vehículos, en 30 minutos, por medio de hieleras que soporten la carga y posteriormente se transporta hasta la instalación que tenga disponible cada una de las sociedades cooperativas o los permisionarios.

Indicadores operativos. Invariablemente antes de iniciar cualquier temporada de pesca, cada unidad realiza preparativos para llevarla cabo; por principio básico se revisan, restauran, o adquieren nuevas artes de pesca para desarrollarla adecuadamente. Para el caso de aquellas que requieren la utilización de equipos de buceo, trampas, redes, etc., frecuentemente el pescador se pone en contacto con los distribuidores para, en común acuerdo, comprar los equipos de pesca o partes para su reparación, condicionado esto por la entrega del producto a ese mismo distribuidor.

Problemas específicos en la actividad. Son indispensables los vehículos para trasladar toda la producción, ya que actualmente en el sitio de desembarco no se encuentran asentamientos humanos o algún desarrollo de infraestructura propicio.

Las embarcaciones tienen continuos daños por la manera de ser varadas y la separación continua del espejo de agua, lo cual provoca su desgaste. Por otra parte, las embarcaciones también son trasladadas continuamente, entre la localidad de Guerrero Negro y el campo pesquero, por medio de remolques sujetos a las camionetas propiedad de los pescadores.

IV.2.3.6. Aspectos Culturales.

No obstante que Guerrero Negro es una localidad donde el sector terciario (servicios) ha cobrado una gran importancia, como suele suceder en la mayoría de los núcleos poblacionales en crecimiento, se llevan al cabo dos importantes actividades económicas del sector primario: la pesquería en el complejo lagunar Ojo de Liebre y la explotación de sal marina por evaporación, siendo la salinera de este tipo más grande del mundo.

Estas dos actividades conviven con un evento extraordinario que genera la atracción de un turismo de naturaleza: la llegada estacional de la ballena gris a la bahía y el complejo lagunar con fines de alumbramiento y reproductores. Es así, que culturalmente esta localidad se encuentra vinculada con la biología de esta especie protegida y carismática en el ámbito internacional. Por otro lado, el complejo lagunar ofrece diversos hábitats insulares y de marismas que generan la presencia permanente o el arribo temporal de una gran diversidad de aves marinas, razón por la cual el sitio ha sido considerado como un área de importancia para las aves. La presencia de la ballena gris, así como de las aves, aunado a otros factores ambientales de relevancia ecológica, originaron que se decretara un polígono extenso que se extiende desde la bahía Sebastián Vizcaíno hasta el litoral del Golfo de California al Oriente y hasta el complejo San Ignacio al Sur, denominado Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”.

IV.2.3.7. Aspectos Urbano-Regionales.

Como se ha visto, el sitio del proyecto no se encuentra dentro de ningún centro de población. De hecho, el sitio conocido como “Las Casitas” solo se tiene construcciones de cinco casas (fig. 35.), siendo la única localidad de extensión significativa el poblado de Guerrero Negro, localizada al noreste de “El Dátil”. Esta localidad, como ya ha sido descrito, presenta un grado de urbanización acorde con la segunda localidad más grande del municipio de Mulegé, después de Santa Rosalía.



Figura IV-35. Imagen de Google Earth del campo pesquero de Las Casitas.

Las localidades anteriores son las dos localidades que representan los principales centros de población, ubicándose cada una en un lado de la península. Santa Rosalía se encuentra al Oriente, frente al Golfo de California, mientras que Guerrero Negro se ubica al Poniente, frente a las costas del Pacífico mexicano.

Guerrero Negro presenta una gran dinámica económica, al colindar con la salinera por evaporación solar más grande del mundo y recibir una gran cantidad de turistas, principalmente durante la estancia de la ballena gris en la bahía Sebastián Vizcaíno y complejo lagunar Ojo de Liebre.

IV.3. Diagnóstico ambiental.

Para la elaboración del diagnóstico ambiental, en un inicio se definirán las Unidades Ambientales regionales, para posteriormente bajar el nivel de análisis al área del proyecto y sus inmediaciones. Para esto, se emplearán imágenes de satélite obtenidas de Internet. En la **Figura IV-36**, se observan las unidades ambientales identificadas en el ámbito regional.

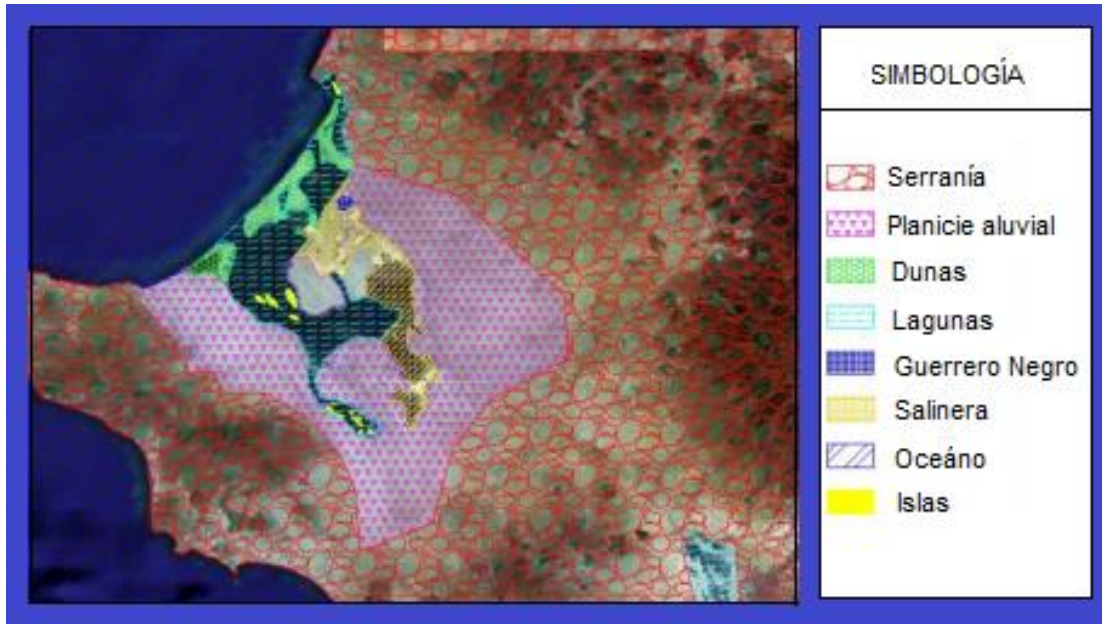


Figura IV-36. Unidades ambientales observadas en el área de estudio.

Serranía. Esta unidad ambiental corresponde al oriente con la Sierra San Francisco, al poniente con la Sierra San José de Castro y al Sur con la Sierra Santa Clara. En la porción central se encuentra el pie de monte. Esta unidad ambiental se inserta dentro de dos áreas naturales protegidas: Al Norte, el Área de Protección de Flora y Fauna “Valle de los Cirios”; al Sur, la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”. En la Sierra San Francisco se alcanzan altitudes significativas (1,000 m) y fuertes pendientes. Mientras que en las Sierras José de Castro y Santa Clara, se presentan elevaciones del orden de los 250 metros, con pendientes menos pronunciadas que en la Sierra San Francisco. Muestran un buen estado de conservación en general, con presencia de vialidades.

El pie de monte se consideró como transición entre la serranía y la planicie aluvial. Las elevaciones son menores a los 100 metros, con pendientes suaves. Se observa un adecuado estado de conservación, aunque la topografía favorece la presencia de pequeños asentamientos humanos, sobre todo a los costados de la Carretera Transpeninsular.

Planicie Aluvial. Esta unidad presenta topografía homogénea muy cercana al nivel del mar, favoreciendo la formación del complejo lagunar Ojo de Liebre. Aunque en gran parte de la unidad el estado de conservación es adecuado, al oriente de la Laguna Ojo de Liebre se tiene la presencia de la industria salinera, de la localidad de Guerrero Negro, así como de diversas

vialidades que comunican asentamientos humanos pequeños y dispersos. Esta unidad ambiental se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”. La **Figura IV-37** muestra una serie de acercamientos a diversos rasgos de esta unidad ambiental, tales las cuencas de evaporación de la industria salinera.

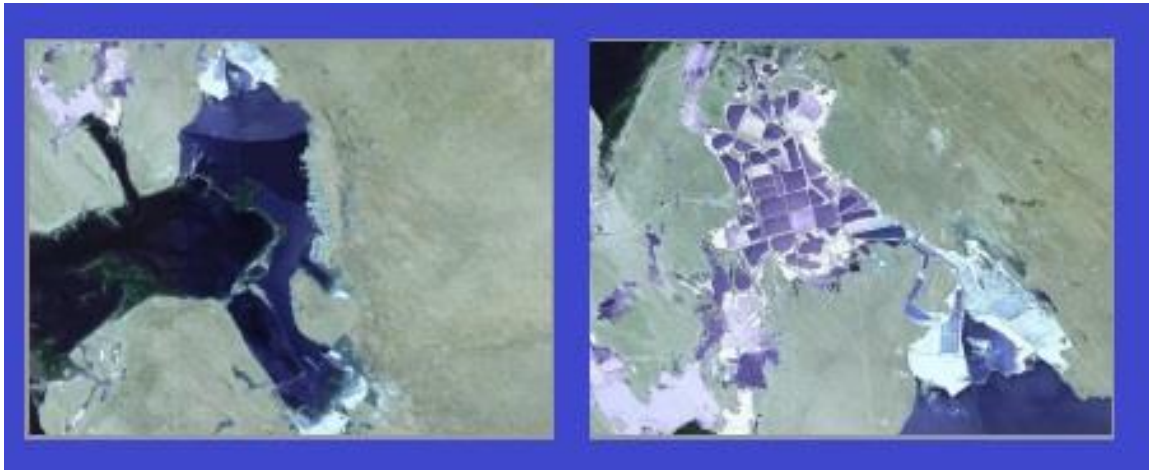


Figura IV-37. Cuencas de evaporación de la industria salinera

Dunas. Esta unidad ambiental se ubica en el frente marítimo del complejo lagunar. Su formación se debe a la combinación de factores climáticos, oceanográficos y fluviales. Se encuentran en buen estado de conservación (Figura 38.). Al igual que las unidades anteriores, se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”

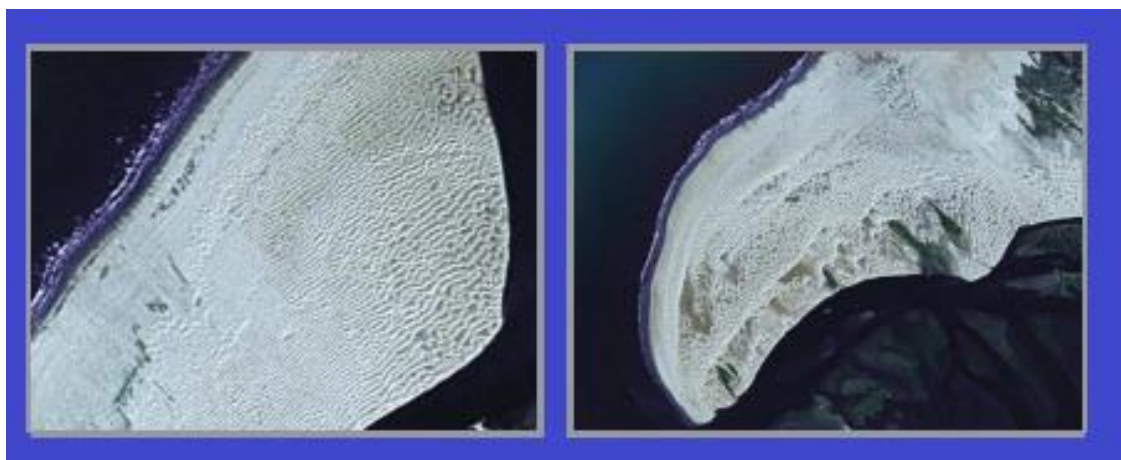


Figura IV-38. Unidad Ambiental de Dunas

Lagunas. Se forman gracias a la topografía somera y homogénea del terreno en el desierto del Vizcaíno. Se pueden observar una gran diversidad de canales naturales formados y mantenidos principalmente por las mareas, ya que la precipitación en el área es escasa. La contribución

de los escurrimientos superficiales continentales de presenta sobre todo durante las grandes avenidas. Las unidades se encuentran en buen estado de conservación (**Figura IV-39**) y en ellas tiene lugar la actividad pesquera. También son un hábitat importante para la ballena gris durante su estancia con fines de alumbramiento y reproducción, empleando para su ingreso los diversos canales naturales señalados. La porción de la unidad que se encuentra al sur en la figura del Diagnóstico, corresponde a la parte norte de la laguna San Ignacio, donde las profundidades son bajas. La unidad se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”.

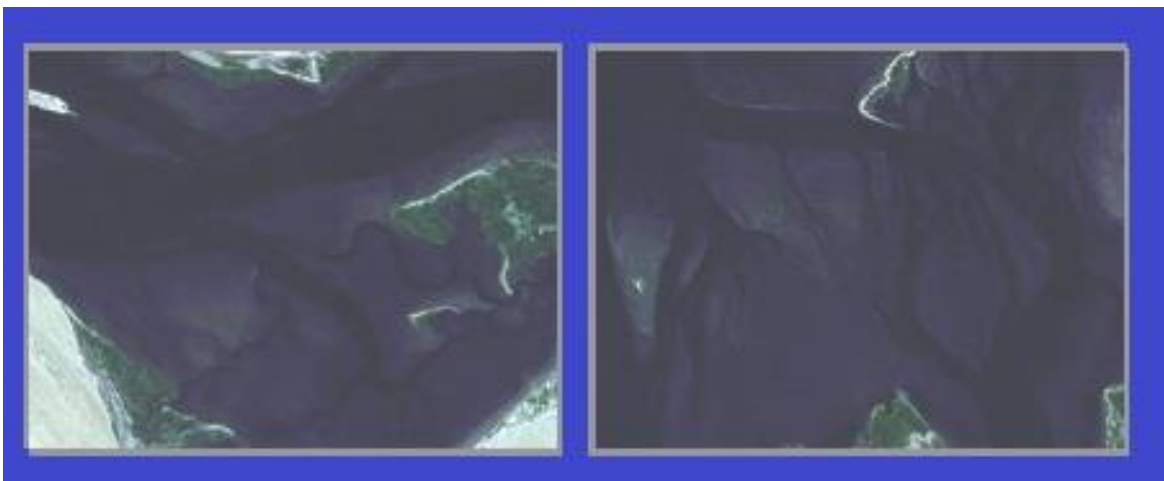


Figura IV-39. Unidad ambiental de Lagunas.

Dentro de esta unidad se encuentran zonas de bajos batimétricos cubiertos por vegetación halófila (marismas). Estos bajos presentan canales de marea que confieren sus características particulares. Se encuentran en buen estado de conservación, aunque en algunos casos se aprovecha su relativa elevación para ubicar vialidades y, en el caso de la laguna de Guerrero Negro, en un tiempo dio acceso a un muelle donde se cargaba la sal y donde se observan zonas de marismas muy importantes (**Figura IV-40**), ya son zonas muy importante como hábitat para especies de aves marinas residentes y migratorias, por lo que algunos de estos ecosistemas forman parte de las áreas núcleo de la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno” y en su totalidad se encuentran dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) establecida por CONABIO.

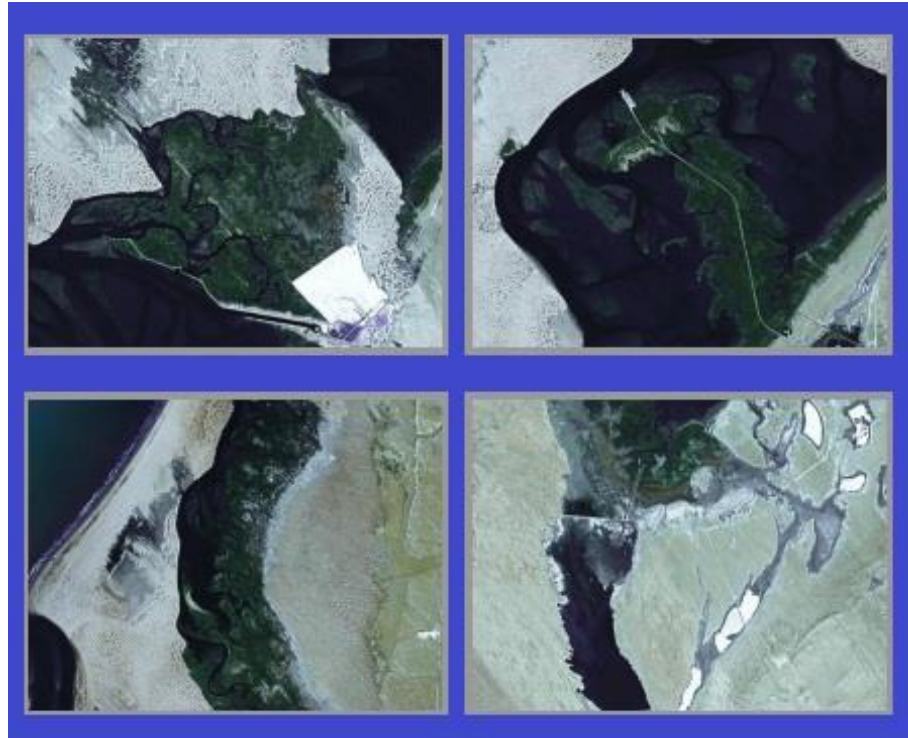


Figura IV-40. Marismas con vegetación halófitas.

Otro elemento característico de esta unidad son sus islas arenosas que, en algunos casos, sostienen comunidades de vegetación halófitas. Son un importante hábitat para aves marinas residentes y migratorias, por lo que en su mayoría forman zonas núcleo dentro de la Reserva de la Biósfera “El Vizcaíno”; además se encuentran dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves establecida por CONABIO. Se encuentran en buen estado de conservación (**Figura IV-41**).

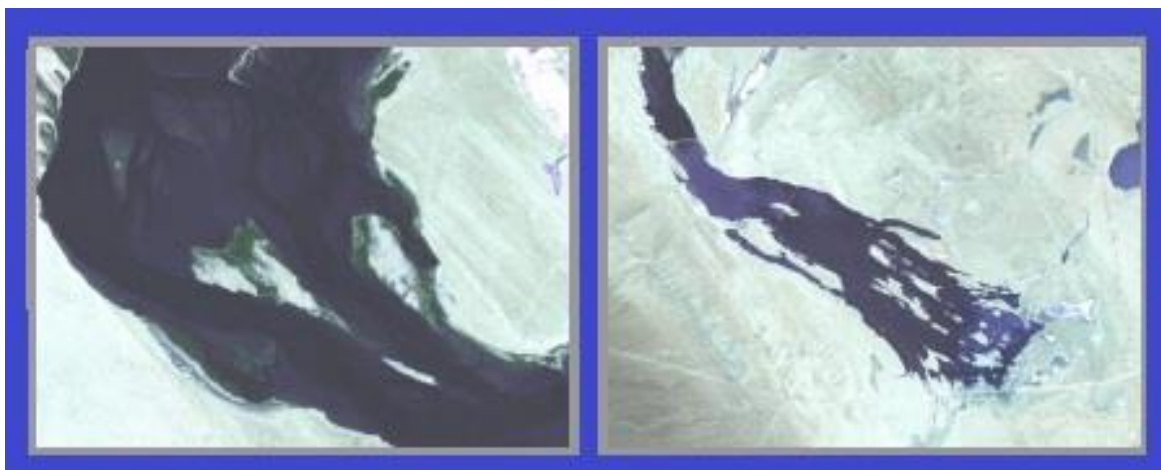


Figura IV-41. Unidad ambiental de Islas.

La **Figura IV-42** muestra las unidades ambientales en las inmediaciones del proyecto, señalando también los polígonos que muestran áreas de actividad de la industria saliera y la ubicación de la localidad de Guerrero Negro.

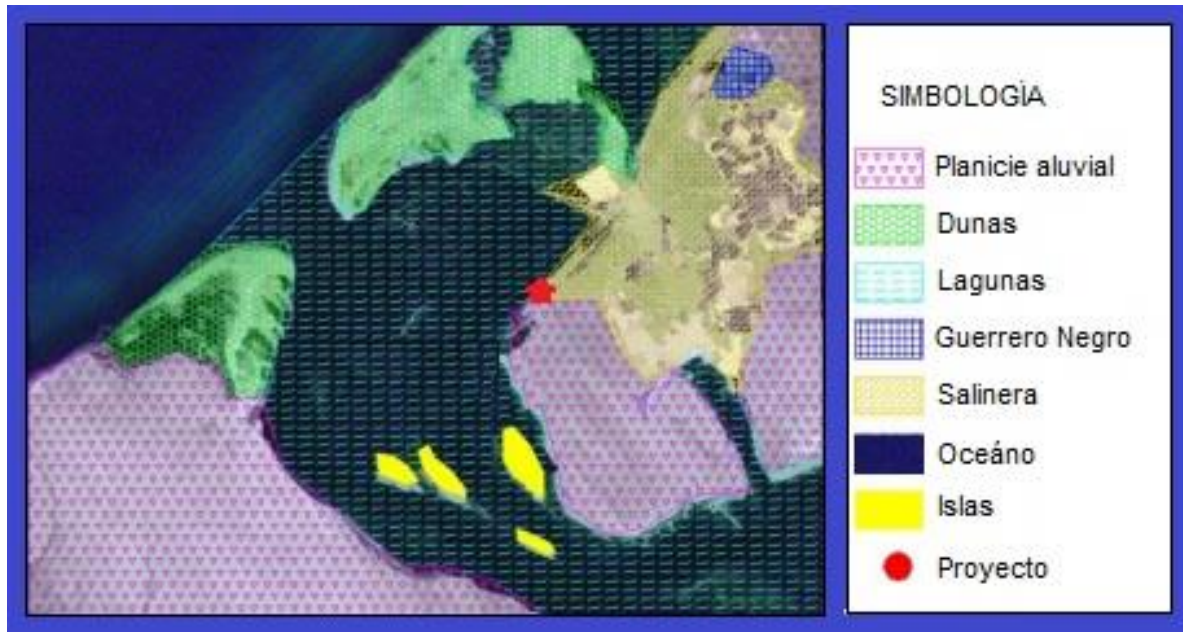


Figura IV-42. Unidades ambientales en las inmediaciones de "Las Casitas".

Se observa que el sitio "Las Casitas" se ubica entre tres unidades ambientales: Planicie aluvial, Salinera y Laguna. Cabe señalar que la porción de la unidad Planicie Aluvial donde se encuentra el sitio, ha sido fragmentada por la presencia de la industria salinera. La **Figura IV-43** muestra algunos detalles dentro del diagnóstico ambiental local, tales como los principales canales naturales y su ubicación respecto al área del proyecto.

También se muestran las áreas con vegetación halófila (marismas) y la presencia de terracerías que comunican a diversos sitios, entre ellos, el denominado "El Dátil". Se observa, al oriente de este punto, parte de las instalaciones de la industria salinera, siendo esta área, dentro del acercamiento de la imagen presentada, donde la actividad antropogénica tiene un mayor desarrollo. No obstante, "El Dátil" es un sitio ocasional de actividades dentro de la actividad pesquera, por lo que hasta él llega un camino de terracería que es empleado por los pescadores en su trayecto desde Guerrero Negro.

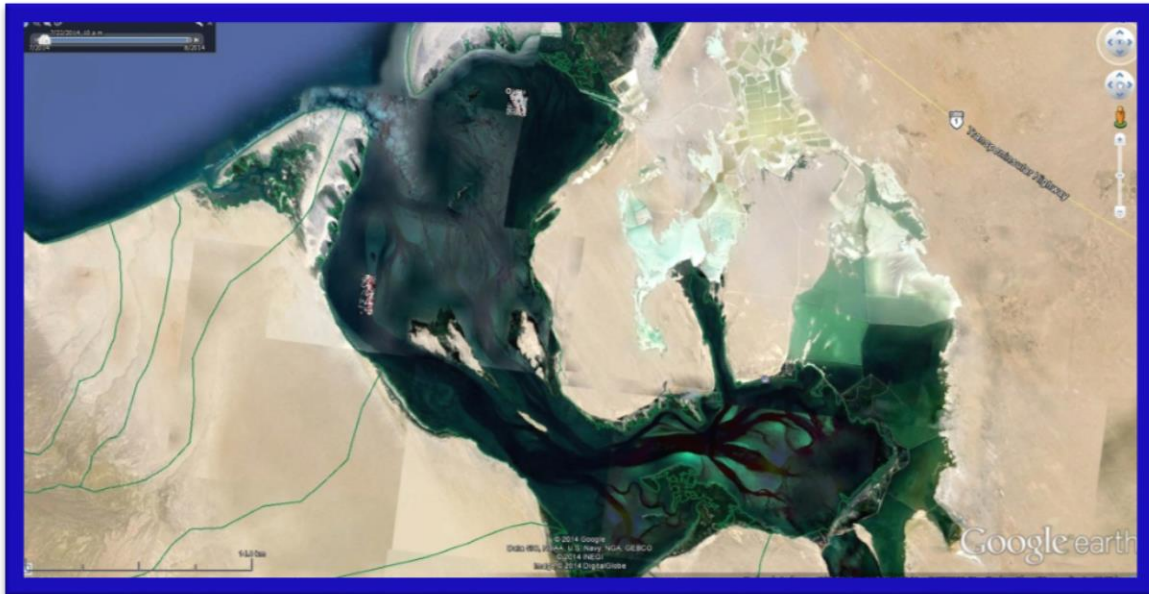


Figura IV-43. Entorno ambiental local del sitio de estudio.

A continuación se presenta la descripción de los criterios empleados para realizar el Diagnóstico Ambiental.

- **Normativos:** aspectos regulados por normatividad ambiental.
- **Diversidad:** grado de homogeneidad o heterogeneidad de los elementos del sistema. Más diverso = más valor.
- **Rareza:** Escasez de un determinado recurso. Más escaso = más valor. En este caso se considera la escasez en el ámbito regional, esto es, la presencia en el sitio de especies que normalmente no se encuentran en áreas contiguas.
- **Naturalidad:** Estado de conservación de las biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana. Mejor conservado = más valor.
- **Aislamiento:** cercanía a zonas similares y posibilidad de dispersión de elementos móviles. Más aisladas = mayor valor.

Tabla IV-5. Criterios de valoración de las unidades ambientales regionales.

UNIDAD	CRITERIOS				
	Normativos	Diversidad	Rareza	Naturalidad	Aislamiento
Serranía	RB-Vizcaíno. Procura la conservación de los recursos naturales.	Alta biodiversidad.	Presencia de especies endémicas o cuasiendémicas.	Muy alto grado de conservación.	Forma parte de una amplia zona con características similares.
Planicie Aluvial	RB-Vizcaíno. Procura la conservación de los recursos naturales.	Baja biodiversidad.		Moderado grado de conservación.	En la península no existen ambientes similares con la extensión de éste.
Dunas	RB-Vizcaíno. Procura la conservación de los recursos naturales.	Baja biodiversidad.		Muy alto grado de conservación.	Los campos de dunas se distribuyen en forma discontinua a lo largo de la costa peninsular del Pacífico.
Lagunas	RB-Vizcaíno. Procura la conservación de los recursos naturales. Permite la actividad pesquera.	Destaca la diversidad de aves. Vegetación halófila de marismas.	Presencia estacional de la ballena gris.	Muy alto grado de conservación.	Existen otros complejos lagunares en el estado.
Océano	RB-Vizcaíno. Procura la conservación de los recursos naturales. Permite la actividad pesquera.	Destaca la presencia de mamíferos marinos carismáticos residentes (1) y migratorios (2).	Presencia estacional de la ballena gris.	Muy alto grado de conservación.	Las condiciones geomorfológicas terrestres y marinas no se encuentran en la península.
RB-Vizcaíno: Reserva de la Biósfera "El Vizcaíno" (1) Lobo marino de California y Foca Común o de Puerto. (2) Ballena gris.					

Resumiendo, la valoración de las unidades ambientales del área de estudio, de acuerdo con el diagnóstico realizado, es la siguiente:

Unidad Serranía. Zona con muy alto grado de conservación. Alta biodiversidad y presencia de endemismos o cuasiendemismos. Bajo grado de aislamiento. Cuenta con instrumentos ambientales normativos.

Unidad Planicie Aluvial. Zona con moderado grado de conservación. Baja biodiversidad. Alto grado de aislamiento. Cuenta con instrumentos ambientales normativos.

Unidad Dunas. Zona con muy alto grado de conservación. Baja biodiversidad. Moderado grado de aislamiento. Cuenta con instrumentos ambientales normativos.

Unidad Lagunas. Zona con muy alto grado de conservación. Alta biodiversidad de aves y presencia estacional de ballena gris. Moderado grado de aislamiento. Cuenta con instrumentos ambientales normativos.

Unidad Océano. Zona con muy alto grado de conservación. Presencia de mamíferos marinos carismáticos residentes y migratorios. Cuenta con instrumentos ambientales normativos.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En esta sección se identifican, caracterizan, ponderan y evalúan los impactos ambientales, que pueden producirse durante el desarrollo del Proyecto en cada una de sus diferentes fases o etapas. Se enfatiza principalmente en los impactos relevantes o significativos y de éstos, en los residuales, acumulativos y/o sinérgicos, relacionándolos con los componentes ambientales identificados para la región donde se ubicará el proyecto.

El Proyecto “Unidad de Manejo Acuícola” es una granja de cultivo y engorda de varias especies de moluscos bivalvos, residentes de la región, dentro del área natural protegida Laguna Ojos de Liebre. La granja Tiene una superficie de 3,783.62 hectáreas con capacidad para 24 unidades de cultivo incluyendo las áreas de amortiguamiento entre ellas

V.1 IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

La estructura y las funciones del Sistema Ambiental Regional (SAR), definido en el Capítulo IV, pueden ser modificadas por impactos ocasionados sobre algunos componentes ambientales, razón por la cual la evaluación se realizó a partir de la aplicación de dispositivos metodológicos, para asegurar que todos los factores ambientales que contiene el sistema sean incluidos en el análisis.

El análisis de los impactos ambientales se basó en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero”, esto es, los impactos muestran la diferencia entre las condiciones ambientales esperadas en el SAR y en el Área de influencia del Proyecto, ante la eventualidad de que éste no se realice, y aquellas otras que se prevé ocurran, como consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología seguida tanto para la evaluación del impacto ambiental como para la valoración cuantitativa del mismo en el presente trabajo, se enmarcó tanto en lo especificado por la Guía para desarrollar una manifestación de impacto ambiental, modalidad regional,

como en la bibliografía de referencia.

Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos, con la información sobre las características del ambiente y las del proyecto, fue necesario el empleo de más de una técnica y que fueran complementarias entre sí.

Estas técnicas seleccionadas para la evaluación del Proyecto fueron: (a) listas de control y, (b) matriz de interacción de impactos o matriz de Leopold (modificada).

V.1.1.1 Listas de control

Se desarrollaron listas de control basadas en una lista de control simple. Estas listas fueron modificadas por el grupo de trabajo interdisciplinario encargado de desarrollar la presente evaluación, en función de la información relativa a la caracterización del medio físico-biológico-social, incluido en el Capítulo IV y a las actividades del proyecto descritas en el Capítulo II.

La principal ventaja de estas listas es que son un método simple y eficiente para mostrar resultados preliminares y sirven como apoyo para establecer la Matriz de Leopold Reducida; en tanto que sus principales desventajas son la dificultad para la identificación de impactos relevantes (residuales, acumulativos y/o sinérgicos).

Una de las listas se presenta con la intención de proporcionar información general relevante y sintetizada sobre los componentes y sus factores ambientales (calidad del aire, uso de suelo, calidad del agua, suelo, especies protegidas, etc.), delimitados para cada componente ambiental (atmosfera, tenencia de la tierra, cuerpo de agua, tipo de fondo marino, fauna, vegetación, etc.) que pudieran verse modificados potencialmente. La lista fue conformada como resultado de las conclusiones del grupo de expertos, a partir de las cuales se generaron tablas descriptivas con los aspectos relevantes de cada factor ambiental.

La otra lista incluye la descripción de las actividades del proyecto separadas por las diferentes etapas del mismo.

Estas dos listas se utilizaron posteriormente para conformar la Matriz de interacción.

V.1.1.2 Matrices

Matriz de interacción. Esta matriz consiste en una modificación realizada a la Matriz de Leopold. La ventaja de esta técnica es que se relacionan las actividades en las diferentes etapas del Proyecto con los factores ambientales, lo que facilita la interacción de éstas, reflejando los posibles impactos al ambiente durante la vida útil del Proyecto. Por lo tanto, es un buen método para mostrar resultados. Su principal desventaja es que en ocasiones puede no ser muy objetiva, ya que cada grupo evaluador tiene la libertad de desarrollar su propio sistema de jerarquización y evaluación de los impactos.

Los impactos identificados debido al desarrollo del Proyecto se calificaron con base en el efecto que ejercen las actividades inherentes al Proyecto sobre los factores ambientales, en función de una serie de atributos que determinan la importancia de cada interacción observada.

Fue a partir de la valoración de la importancia de los impactos, que se identificó a aquellos que resultarían ser relevantes (significativos), y hacia los que deberán concentrarse en mayor grado las medidas de prevención, mitigación y compensación.

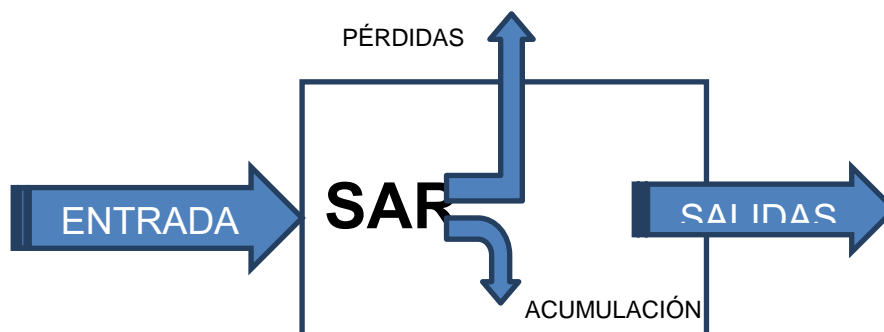
V.1.1.3 Metodología para la construcción del escenario modificado por el Proyecto

Los escenarios futuros son dependientes de la introducción del Proyecto en el escenario ambiental actual (Capítulo IV), durante la vida útil del Proyecto.

Para la construcción de los posibles escenarios futuros, fue necesario aplicar modelos y predicciones conceptuales. Para ello, se acotó el SAR del Proyecto como un objeto con dos grupos de variables, denominadas como entradas y salidas (**Figura V-1**).

Adicionalmente, se establecieron tres escenarios de acuerdo a las etapas del Proyecto (1. Etapa de preparación del sitio y construcción, 2. Etapa de operación y mantenimiento, y 3. Etapa de abandono), y a éstos se les aplicaron los modelos conceptuales de simulación.

En este sentido, para facilitar la visualización de estos escenarios futuros se determinó un balance de materia, sintetizado a continuación:



SAR: Sistema Ambiental Regional (Definido en el capítulo IV).

Entradas: Materiales e insumos requeridos para la construcción y desarrollo del Proyecto.

Acumulación: Materia y energía derivadas de las actividades del Proyecto, que se acumulan y permanecen dentro del SAR.

Pérdidas: Materia y energía perdida durante los procesos de construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

Salidas: Materia y energía producida como resultado de las actividades del Proyecto que no permanecen dentro del SAR.

Figura V-1. Concepto de balance de materia del escenario.

V.1.2 Identificación

En este apartado se realiza la identificación y descripción de las fuentes de impacto, es decir, las acciones del Proyecto que afectan al sistema a partir de las modificaciones de los componentes y factores ambientales. Para lo cual fue necesario identificar dichas fuentes de impacto por etapas del Proyecto, como se describen a continuación.

Etapas del Proyecto

A. Preparación del sitio y construcción: En esta etapa comenzarán las actividades en el sitio o predio del proyecto. Como primeras actividades se llevará a cabo el deslinde y la delimitación del área del Proyecto. Esto se hará mediante varas de madera y boyas provisionales o temporales, de plásticos con colores llamativos e hilos de nylon, lo que permitirá dar una referencia a los buzos que realizarán la siguiente actividad que será el rescate de la fauna acuática seleccionada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010. Seguido del rescate se hará el marcado del área total con boyas permanentes fijadas al fondo marino mediante muertos o anclas de concreto, retirando las boyas temporales y los hilos de nylon. Por último la colocación de instalaciones definitivas como incado de postes, construcción e instalación de líneas madres, construcción e instalación de camas, construcción de cercos en el fondo, limpieza y acarreo de materiales. Durante la ejecución de estas actividades, se darán cambios en diversos componentes ambientales, en muchos casos

paralelamente. Es decir, durante la movilización de equipo y materiales, los movimientos de sedimentos y la remoción del fondo marino, se ocasionarán cambios en el uso de suelo, la calidad del agua, por los niveles de ruido y partículas suspendidas y generación de residuos no peligrosos.

B. Operación y mantenimiento: Después de la conclusión de la etapa de construcción, las actividades serán paulatinas, habrá generación de residuos peligrosos y no peligrosos, además durante la operación del equipo de navegación marino y terrestre, se emitirán gases contaminantes y de efecto invernadero (NO_x, SO₂), partículas, polvos (PM₁₀) humos y ruido, que provocan una modificación a la calidad del aire y alteración del paisaje. De no realizar un buen manejo de los organismos a cultivar en aspectos de bioseguridad, podría provocar enfermedades en los organismos residentes de la laguna. Por otro lado durante esta etapa habrá un incremento de las actividades económicas de la región.

C. Abandono: Durante esta etapa se movilizarán equipos y maquinaria para el desmantelamiento, demolición y remoción de las instalaciones dentro del mar. Estas actividades ocasionarán cambios temporales en la calidad de agua, calidad del aire (ruido), generación de residuos sólidos y actividades de limpieza en la parte terrestre del área.

En conclusión, los cambios antes mencionados se pueden resumir como se observa en la **Tabla V-1** que identifica las fuentes de impacto por etapas del Proyecto.

Tabla V-1. Fuentes de impacto del Proyecto.

	Fuente de impacto	Componente Afectado	Cambio (Impacto) generado
A	Preparación del Sitio y Construcción	suelo, agua, flora y fauna	Cambio en la calidad del agua, en el aire por la generación de ruido, cambio en el uso del suelo, Desplazamientos de fauna. Generación de residuos sólidos.
B	Operación y Mantenimiento	Aire, Paisaje y Socioeconómico	Cambio en la calidad del aire por la emisión de gases contaminantes, ruido, residuos peligrosos y no peligrosos, posibles enfermedades en organismos residentes, modificación del paisaje, generación de empleos y desarrollo económico en la región.
C	Abandono	Aire, Suelo	Cambio en la calidad del agua y aire, por la generación de sedimentos y ruido,

	Fuente de impacto	Componente Afectado	Cambio (Impacto) generado
			residuos sólidos, y actividades de limpieza del área terrestre.

V.1.2.1 Identificación de las Actividades del Proyecto.

Se estudió el proyecto y sus alternativas (capítulo II de la MIA), de donde se obtuvo la información que permitió identificar las fuentes de impacto, es decir, las acciones del Proyecto que podrían propiciar impactos al sistema ambiental regional a partir de las modificaciones a los factores ambientales (**Tabla V-2**). Se identificaron un total de **23 actividades o acciones** de las diferentes etapas del Proyecto.

Tabla V-2. Lista de Actividades del Proyecto.

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN	A01	Contratación de personal	Se requiere la contratación de personal, tanto calificado como no calificado. La cantidad de personal será variable a lo largo de la vida del Proyecto (desde la preparación del sitio, hasta el abandono), esperándose una disminución considerable durante la etapa de operación y mantenimiento.
	A02	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal	Consiste en el traslado al predio del Proyecto de todos los equipos, maquinaria pesada, refacciones, estructuras e insumos necesarios, así como del personal requerido para el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.
	A03	Colocación de instalaciones provisionales	Las instalaciones provisionales del Proyecto son: Colocación de pequeños envases de colores llamativos con un lastre, a manera de boyas e hilo de nylon entre ellos para la delimitación del área de cultivo.
	A04	Rescate de fauna (programa)	Previo a la instalación de estructuras para el cultivo, se identificarán los individuos de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se ahuyentará y/o capturará a los individuos de fauna seleccionada bajo los mismos criterios y se reubicarán a un sitio con condiciones similares a las del predio del proyecto.
	A05	Marcado con boyas	Consiste en el marcado de la totalidad del área de cultivo con boyas grandes permanentes, ancladas mediante muertos de concreto armado para acondicionar y estabilizar el terreno de acuerdo a las necesidades del Proyecto.
	A06	Incado de postes.	De acuerdo a las condiciones del sitio no se requiere

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
			incor por postes de madera o pvc para la colocación de malla plástica a manera de cerco para el cultivo de los organismos bentónicos.
	A07	Construcción de líneas madres.	Consiste en el anclaje de líneas de cuerda de 100 m paralelo a las corrientes del cuerpo de agua, utilizando muertos de concreto. Estas líneas madre o "long-line" en donde se suspenden lámpara japonesas, cajas ostrícolas tipo "Nestier" o sartas, balsas con sartas o cajas ostrícolas, estantes o racks fijos en la zona intermareal con sartas y canastas tipo australiano.
	A08	Construcción e instalación de camas	Instalación de camas (Sistema Francés) ya sea metálicas de varilla o bien de parrillas construidas de ABS o PVC para el cultivo de ostión, en la misma zona intermareal para la colocación de costales de malla plástica con la semilla.
	A9	Construcción e instalación de cercos en el fondo	Se construirán corrales o cercos con un área de 78 m ² (13 m de largo, 6 m de ancho y 1,70 m de altura) mediante un fardo de nylon de 3 pulgadas como límite físico, el cual se entierra 20 cm en la arena y expuesto 40 cm encima del nivel de la arena con el objetivo de proteger los animales de depredadores a manera de cerco y prevenir pérdidas; además, se utilizarán 3 postes de concreto a lo ancho y 5 a lo largo, a una distancia de 3.30 m entre ellos para sostener y dar estabilidad a la malla de nylon
	A10	Manejo de residuos	Se refiere al manejo integral (generación, transporte, reciclaje, aprovechamiento y disposición final) de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos que se generen.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	A11	Colecta de organismos reproductores	La colecta de reproductores del medio natural se llevará a cabo tanto para determinar el ciclo reproductivo como el índice de reclutamiento de las especies, mediante colectores ubicadas en diferentes estaciones de la laguna y como apoyo el suministro de semilla de laboratorios ubicados en la ciudad de La Paz
	A12	Contratación de personal	Igual a A01
	A13	Transporte de insumos, equipos, materiales y personal	Igual a A02.
	A14	Introducción de organismos	Se refiere a la siembra de semilla o larvas de organismos producida en los laboratorios de La Paz, BCS, inocuos y libres de enfermedades.

ETAPA	CLAVE	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	A15	Engorda de organismos	No se requiere administrar alimento, se no considera la alteración del medio marino y se aplicará correctamente el concepto de bioseguridad. Ésta implica, priorizar e identificar estrategias eficaces y necesarias para prevenir la introducción, proliferación y propagación de patógenos, minimizar la pérdida de organismos y el impacto de una enfermedad en caso que ocurra, debiendo cubrir la normatividad vigente.
	A16	Transporte de embarcaciones	Consiste en el número de horas de operación de las embarcaciones de la cooperativa, en las que se transporta el material y equipo, y todos los implementos para la siembra y engorda de los moluscos bivalvos.
	A17	Cosecha	Se refiere a la extracción de los organismos del proceso de engorda para su venta.
	A18	Manejo de residuos	Igual a A09.
ABANDONO DEL SITIO	A19	Contratación de Personal	Igual a A01.
	A20	Transporte de insumos, equipos, materiales y personal	Igual a A02.
	A21	Desmantelamiento de equipo y desarmado de estructuras	Al término de la vida útil del Proyecto, se procederá al retiro de todas las estructuras que se fueron instalando a lo largo de cada ciclo de cultivo.
	A22	Limpieza y acondicionamiento	Es la restauración de las áreas desocupadas tras el desmantelamiento de las estructuras del predio del Proyecto. El terreno se dejará libre de escombros y libre de metales y plásticos que pudieran afectar a la flora y fauna del lugar.
	A23	Manejo de residuos	Igual a A09

V.1.2.2 Identificación de los Componentes y Factores Ambientales afectados por el Proyecto.

Para conocer el estado que guarda el ambiente en el que se va a desarrollar el proyecto, se analizó el capítulo IV, y la identificación de los componentes y factores ambientales, éste análisis se realizó a través de la generación de una lista de control simple, definiendo los componentes del ambiente susceptibles de sufrir algún cambio debido a las actividades del

Proyecto (Línea Base).

El resultado de la identificación de los componentes y factores ambientales se muestra en la **Tabla V-3**. Se identificaron un total de 7 factores, correspondientes a 17 componentes ambientales.

Tabla V-3. Lista de Componentes y Factores Ambientales presentes en el Sistema Ambiental Regional.

COMPONENTE	CLAVE	FACTOR	COMENTARIOS
AIRE O ATMOSFERA	C01	Calidad del Aire La calidad del aire está dada por la composición y concentración de los gases que lo conforman y se expresa mediante la concentración o intensidad de contaminantes, la presencia de microorganismos, y/o la apariencia física.	Actualmente en la región no existen fuentes fijas de emisión de contaminantes tales como chimeneas. Además existe muy poca contaminación generada por el tránsito de vehículos en calles y caminos no pavimentados de la zona suburbana. Se puede considerar que los niveles de calidad del aire actuales en cuanto a NO _x , SO ₂ y PM ₁₀ se encuentran dentro de los límites establecidos en las normas respectivas.
	C02	Confort Acústico El confort acústico es aquella situación en la que el nivel de ruido provocado por las actividades humanas resulta adecuado para el descanso, la comunicación y la salud de las personas.	Las fuentes fijas de emisión de ruido lo constituyen las actuales actividades de pesca que se llevan a cabo en Las Casitas.
SUELOS	C03	Uso del Suelo	Las políticas particulares de uso de suelo establecidas en la región del SAR, en donde se encuentra contenido el predio del Proyecto, está clasificado como parte del área de amortiguamiento de Reserva de la Biosfera.
	C04	Calidad del suelo	No hay evidencias previas de contaminación en el suelo.

COMPONENTE	CLAVE	FACTOR	COMENTARIOS
ZONA MARINA	C05	Condiciones Oceanográficas	<p>La laguna Ojo de Liebre es un cuerpo de agua con profundidades de hasta 30 m en sus canales de mareas y disminuye hacia los extremos este y oeste gradualmente hasta llegar a una parte somera con pendiente suave y playas extensas.</p> <p>Frente a Las Casitas pasa el canal de navegación cuya profundidad es de 10 m y disminuye gradualmente hasta la línea de costa.</p> <p>El transporte litoral se presenta por acción del oleaje y es de baja energía y no tiene efecto significativo en la modificación del perfil de costa.</p> <p>Frente a Las Casitas se presenta un oleaje con altura promedio de ola de 0.01 m.</p> <p>Las características del agua de La Laguna se debe a la mezcla local profunda y por la influencia del Agua Subsuperficial Subtropical y que es de mayor salinidad que la del propio Pacífico.</p> <p>La salinidad presenta variaciones temporales y espaciales en la columna de agua, en un rango entre 35.25 a 35.50 ups con los máximos en verano y se distribuyen según la temperatura.</p> <p>Las temperaturas máximas y mínimas van de los 20° a los 30.47 °C.</p> <p>La concentración de oxígeno disuelto en general es alta, cercano a la saturación, y se registran valores altos en primavera, descendiendo en verano.</p>
	C06	Dinámica Costera	La zona costera es continua, no fragmentada y no modificada por asentamientos humanos o desarrollos turísticos o mineros.
	C07	Calidad de Agua Marina	Los resultados de calidad bacteriológica, en general no sobrepasan los criterios de calidad para uso recreativo de contacto primario.

COMPONENTE	CLAVE	FACTOR	COMENTARIOS
BIOTA MARINA	C08	Vegetación Marina	En la zona costera, la riqueza de especies de macroalgas se deriva de la influencia de la calidad del agua. La calidad bacteriológica en la Bahía es buena.
	C09	Fauna Marina	La fauna marina presenta una gran diversidad, es una mezcla de origen tropical, templado y cosmopolita. Existen una gran cantidad de especies de importancia económica como: peces, almejas, jaibas, langosta, pulpos. Asimismo, en el Área de estudio existe un potencial pesquero y turístico relacionado con especies marinas: observación de ballenas y otros mamíferos marinos, así como aves.
	C10	Productividad Primaria	La Laguna Ojo de Liebre puede ser considerada como una zona con elevada productividad fitoplanctónica y sus poblaciones son muy diversas, fluctuando en relación con la temperatura del agua y el periodo de luz solar.
PAISAJE	C11	Calidad Visual	El Área de Estudio en general (SAR) posee una calidad escénica alta, mientras el predio del Proyecto, presenta una calidad escénica muy pobre por los rasgos de la presencia de actividades antropogénicas principalmente (campo pesquero y gran cantidad de residuos sólidos sobre la escasa vegetación halófila en las áreas circunvecinas). Su fragilidad radica en dos elementos importantes, la calidad del agua y la calidad del aire.
SOCIAL	C12	Calidad de Vida	En el Sistema Ambiental Regional se tiene un índice de pobreza o marginación Muy Bajo. Se considera como uno de los que ofrece mejor calidad de vida de México y en Baja California Sur. Índice de bienestar 7. El 90 % de la población tiene acceso a servicios públicos (agua y electricidad). Sin embargo los campos aledaños al proyecto existe una marginación muy alta.

COMPONENTE	CLAVE	FACTOR	COMENTARIOS
	C13	Salud	Según la Secretaría de Salud en Baja California Sur se detecta que las principales enfermedades de los habitantes son: a) Infecciones respiratorias agudas, b) Hipertensión, c) Diabetes, d) Enfermedades relacionadas con el corazón, e) Infecciones Intestinales.
	C14	Empleo	Existe un nivel de desempleo muy bajo. El sector terciario, que son servicios (principalmente turísticos), genera el 81,8 % de empleos. El municipio de Mulegé, así como el poblado de Guerrero Negro, pertenecen al área geográfica "A" de los Salarios Mínimos Generales (SM) en México.
ECONÓMICO	C15	Programas de Desarrollo	El plan de desarrollo Estatal considera la Acuicultura como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región.
	C16	Actividades Productivas	El Poblado de Guerrero Negro pertenece a la clasificación de Localidades de Tamaño Intermedio. Las actividades principales son el comercio, la industria y servicios turísticos.
	C17	Infraestructura y Servicios	Existen en la zona instalaciones para la generación y suministro de energía eléctrica para la Compañía minera ESSA. Instalaciones de Diesel, un Muelle de uso industrial para el transporte de sal en barcazas y una carretera de acceso a la carretera Federal no. 1, Un aeropuerto en el paralelo 28 que comunica a Guerrero Negro con las ciudades de Hermosillo y Ensenada, así como la Isla de Cedros.

V.1.2.3 Identificación de las interacciones entre actividades del Proyecto y factores ambientales (impactos)

Para la identificación de las interacciones entre actividades del Proyecto y factores ambientales se generó una matriz conformada, por una parte, por la lista de los factores ambientales identificados (C = filas), y por otro lado por la lista de las actividades del Proyecto (A =

columnas). Fue a partir de esta matriz en la cual se analizaron 391 interacciones posibles entre cada uno de los factores ambientales con cada una de las actividades del Proyecto. Sin embargo, no todos estos factores interactúan con todas las actividades.

En la **Tabla V-4** (Matriz de interacciones) se muestra el resultado de este análisis, identificándose un total de 35 interacciones, de las cuales 17 se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción (PC), 14 durante la etapa de operación y mantenimiento (OM) y 4 para la etapa de abandono (AB).

Se asignaron calificaciones según su naturaleza (N); positivas (+) para efectos potenciales de impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para efectos potenciales de impactos adversos. Se utilizó el número 1 seguido del signo positivo o negativo, así como los colores: en azul para los efectos positivos y rojo para los negativos, para facilitar y hacer más gráfico su manejo.

Un impacto ambiental se define como una modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (LGEEPA).

Para facilitar la identificación, registro y manejo de los impactos, en las interacciones que se presentarán, durante cada una de las diferentes etapas del Proyecto, se dividieron y numeraron bajo el siguiente esquema; **PC-00** para de Preparación del Sitio y Construcción; **OM-00** para las de la etapa de Operación y Mantenimiento; y **AB-00** para las de la etapa de Abandono.

Tabla V-4. Matriz de interacciones.

COMPONENTE AMBIENTAL	ACTIVIDADES / FACTOR AMBIENTAL	CLAVE DEL COMPONENTE	PREPARACIÓN DEL SITIO								OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO								ABANDONO						
			Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Colocación de instalaciones provisionales.	Rescate de fauna.	Marcado con boyas.	Incendio de postes.	Construcción y colocación de líneas madres.	Construcción e instalación de camas.	Construcción e instalación de cercos en el fondo.	Generación y disposición de residuos.	Colecta de organismos reproductores.	Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Introducción de organismos.	Engorda de organismos.	Transporte en embarcaciones.	Cosecha	Generación y disposición de residuos.	Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Desmantelamiento y retiro de estructuras.	Limpieza y acondicionamiento.	Generación y disposición de residuos.
	CLAVE DE LA ACTIVIDAD		A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23
ATMOSFERA	Calidad del aire	C01		-1														-1							
	Confort acústico	C02		-1																					
SUELO	Uso del suelo	C03																							
	Calidad del suelo	C04		-1																					
ZONA MARINA	Condiciones Oceanográficas	C05																							
	Dinámica Costera	C06																							
	Calidad del agua marina	C07						-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1		-1	-1			-1		-1
BIOTA MARINA	Vegetación	C08																							
	Fauna	C09						1	-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1								
	Productividad primaria	C10											-1												
PAISAJE	Calidad visual	C11																							
SOCIAL	Calidad de vida	C12																	1						
	Salud	C13																							
	Empleo	C14	1											1								1			
ECONÓMICO	Programas de desarrollo	C15																				1			
	Actividades productivas	C16	1											1								1			
	Infraestructura y servicios	C17																							

1	Positivo
-1	Negativo

Tabla V-5. Matriz de impactos: PC-0, impacto en la etapa de Preparación del sitio y Construcción; OM-0, impacto en la etapa de Operación y Mantenimiento; y AB-0, impacto en la etapa de Abandono del Sitio.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	ACTIVIDADES / FACTOR AMBIENTAL	CLAVE DEL COMPONENTE	PREPARACIÓN DEL SITIO (PC)										OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (OM)								ABANDONO (AB)							
					Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Colocación de instalaciones provisionales.	Rescate de fauna.	Marcado con boyas.	Incendio de postes.	Construcción y colocación de líneas madres.	Construcción e instalación de camas.	Construcción e instalación de cercos en el fondo.	Generación y disposición de residuos.	Colecta de organismos reproductores.	Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Introducción de organismos.	Engorda de organismos.	Transporte en embarcaciones.	Cosecha	Generación y disposición de residuos.	Contratación de mano de obra.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	Desmantelamiento y retiro de estructuras.	Limpieza y acondicionamiento.	Generación y disposición de residuos.			
CLAVE DE LA ACTIVIDAD					A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23			
OJO DE LIEBRE	NATURAL	ATMOSFERA	Calidad del aire	C01		PC-3														OM-9										
			Confort acústico	C02		PC-4																								
		SUELO	Uso del suelo	C03																										
			Calidad del suelo	C04		PC-5																								
		ZONA MARINA	Condiciones Oceanográficas	C05																										
			Dinámica Costera	C06																										
			Calidad del agua marina	C07							PC-7	PC-9	PC-11	PC-13	PC-15				OM-5	OM-7		OM-10	OM-14			AB-3		QB-4		
		BIOTA MARINA	Vegetación	C08										PC-16																
			Fauna	C09					PC-6		PC-8	PC-10	PC-12	PC-14	PC-17	OM-1			OM-6	OM-8										
				Productividad primaria	C10											OM-2														
	SOCIOECONÓMICO	PAISAJE	Calidad visual	C11																										
			Calidad de vida	C12																		OM-11								
			Salud	C13																										
		SOCIAL	Empleo	C14	PC-1												OM-3								AB-1					
			Programas de desarrollo	C15																										
			Actividades productivas	C16	PC-2												OM-4					OM-12			AB-2					
			Infraestructura y servicios	C17																	OM-13									

PC = PREPARACIÓN DEL SITIO. OM = OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO AB = ABANDONO DEL SITIO

V.2 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

Un **impacto ambiental significativo o relevante** se define como aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, y 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 de los procesos naturales (Reglamento de la LGEEPA).

Las interacciones entre actividades del proyecto y factores ambientales, fueron evaluadas con base en la experiencia, la opinión de expertos y a partir de una valoración cualitativa, que consiste en obtener una estimación de los posibles efectos que recibirá el ambiente, mediante una descripción lingüística de las propiedades de tales efectos.

Esta fase incluye la descripción y clasificación de los impactos ambientales que se pueden manifestar durante las diferentes fases del proyecto. Una vez identificados los impactos potenciales, se procedió a describirlos y a clasificarlos siguiendo los criterios detallados en la **Tabla V-6** y con apoyo de la técnica de sobre posición de mapas con la finalidad de visualizar y cuantificar la magnitud y el radio de acción de los impactos en el área de influencia del proyecto. Posteriormente se procedió a construir el escenario modificado por el proyecto, utilizando el análisis de expertos.

Tabla V-6. Criterios de clasificación de impactos.

Criterio	Clasificación	Definición
Por el Carácter	Positiva	Significan beneficios ambientales.
	Negativa	Implica un deterioro o daño del componente o del ambiente global.
Por la relación causa efecto	Directo	Son aquellos efectos que causa la acción o actividad y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar que ésta.
	Indirecto	Son los cambios adicionales que pudieran ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción o actividad.
Por el momento en que se manifiestan	Latente	Aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca.
	Inmediato	Aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo.
	Momento crítico:	Aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto independiente de su plazo de manifestación.
Por la interrelación de acciones y alteraciones	Simple	Se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones.
	Acumulativo	Son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a las acciones pasadas, presentes o razonablemente esperadas en el futuro.
	Sinérgico	Son aquellos que se producen cuando la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental.
Por la extensión	Puntual	Cuando el área afectada se circunscribe al predio del proyecto.
	Local	Cuando el área afectada se circunscribe al área de estudio del proyecto.
	Regional	Cuando el área alterada sobrepasa el área de estudio al predio del proyecto.
Por su Magnitud	Leve o compatible	El grado de alteración es bajo y la condición basal se mantiene.
	Moderada	Se pronostica que los efectos están considerablemente por encima de las condiciones típicas existentes, pero sin exceder los criterios establecidos en la normatividad o causan cambios en los parámetros ambientales bajo los rangos de la variabilidad natural o tolerancia social.
	Alta	El grado de alteración rebasa los rangos aceptables.
Por la permanencia	Temporal	Cuando los efectos de la acción considerada son absorbidos por el Sistema de modo tal que retorna por sí solo a una situación igual o similar a la anterior.
	Permanente	Cuando los efectos de la acción considerada persisten en el tiempo debido a que el Sistema no retorna a la situación anterior al impacto.
Por la viabilidad de implementar medidas de mitigación	Mitigable	Cuando es técnica y económicamente posible implementar medidas efectivas que permitan al sistema afectado retornar en el corto o mediano plazo a una situación igual o compatible con la preexistente.
	No mitigable	Cuando no es factible técnica y económicamente implementar medidas de modo tal que el sistema retorne a una situación igual o compatible con la preexistente.

En la **Tabla V-7**, se presentan los resultados de la descripción y caracterización de cada uno de los impactos que se identificaron.

V.2.1 Descripción de Impactos.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

A) AIRE

Calidad del aire

Durante esta etapa la calidad del aire se verá modificada por:

- **Emisión de gases** de combustión de escape por la circulación de vehículos marinos y terrestres, en particular los que se utilizarán para el transporte de insumos, equipo, materiales y personal. Generalmente estos gases son dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.
- **Partículas suspendidas** por efecto de la circulación del vehículo por los caminos de terracería que transportarán los insumos, equipo, materiales y personal.

Estas actividades resultarán en un cambio muy temporal de la calidad del aire del área de trabajo, es decir muy local. Los impactos se van a terminar una vez cese la actividad transporte.

Estos impactos son negativos, directos, inmediatos, simples, puntuales, leves, y temporales, con medida de mitigación.

B) SUELO

Calidad del suelo

El transporte de equipo y personas, incrementarán los procesos erosivos en los caminos sin revestir, de suelo sin estructura y poca cohesión, y puede haber cambios en la calidad del suelo.

Este impacto es negativo, directo, inmediato, simple, puntual, leve, y temporales, con medida de mitigación.

C) ZONA MARINA

Calidad del agua

Durante esta etapa la calidad del agua se verá modificada por:

- **Aporte de sedimentos** por la instalación de las estructuras para la implementación del

cultivo de moluscos (postes, anclajes, corrales, etc.) en el fondo marino.

- **Derrames de líquidos y desechos sólidos** por la posible generación de y disposición de residuos.

Sin embargo estos impactos son prevenibles. Si se llegaran a presentar serían *Estos impactos son negativos, directos, inmediatos, simples, puntuales, leves, y temporales, con medida de mitigación.*

D) BIOTA MARINA

Fauna

Existe la probabilidad que especies fauna como poliquetos y caracoles, algunos listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 pueda verse afectada por:

- **El anclaje de los estructuras varias** para el cultivo o siembra de especies de bivalvos puede generar la eliminación de especies de fauna.

Este impacto es negativo, directo, inmediato, simple, puntual, leve, y temporales, con medida de prevención.

E) FACTOR SOCIAL

Empleo

- **La actividad de contratación de mano de obra** ocupará aproximadamente de 10 a 15 empleados de mano de obra calificada y no calificada. El número de empleos que se generará disminuirá el nivel de desempleo. Considerando el problema que significa las tasas de desocupación y subocupación en el municipio, se produciría una mejora, aunque sea de tipo temporal, en materia de empleo, destacándose como uno de los componentes del medio socioeconómicos impactados de manera positiva.

Por lo tanto, este impacto se clasifica como positivo, indirecto, inmediato, simple, local, leve y temporal.

F) FACTOR ECONÓMICO

Actividades productivas

- **Se reactivarán las actividades productivas.** La economía local será activada debido a los requerimientos de insumos y productos. La generación de nuevos empleos que ocasiona mayor movimiento de circulante reactiva el crecimiento económico.

Este impacto se considera: *positivo, latente, inmediato, simple, local, leve y temporal.*

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

A) AIRE

Calidad del aire

Al igual que en la etapa anterior la calidad del aire se verá modificada por:

- **Emisión de gases** de combustión de escape por la circulación de vehículos marinos, en particular los que se utilizarán para el transporte de insumos, vigilancia cosecha y transporte de personal. Generalmente estos gases son dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono.

Estas actividades resultarán en un cambio temporal por un periodo limitado de tiempo de la calidad del aire del área de trabajo, es decir localizado y restringido al área inmediata a la actividad. Los impactos se van a terminar una vez cese la actividad transporte.

Este impacto es negativo, directo, inmediato, simple, puntual, leve, y temporales, con medida de mitigación.

B) ZONA MARINA

Calidad del agua

Durante esta etapa la calidad del agua podría verse modificada por:

- **Introducción de los organismos de cultivo:** De ser introducidos organismos que no hayan cumplido con los requisitos de inocuidad sanitaria y que no estén libres de enfermedades podría ser motivo de contaminación del agua de mar con organismos nocivos.
- **Engorda de los organismos de cultivo:** durante el proceso de engorda de los moluscos bivalvos cultivados de no tener los cuidados necesarios por la posible generación,

proliferación y propagación de patógenos que puedan afectar la calidad del agua.

Sin embargo este impacto es prevenible. Si se llegara a presentar sería *Negativo Indirecto, en momento crítico, acumulativo, local, moderado y temporal* mientras perdure el patógeno.

D) BIOTA MARINA

Fauna

Durante esta etapa la fauna marina y sobre todo los organismos bivalvos presentes en la laguna costera podrían verse afectados por:

- **Introducción de los organismos de cultivo:** De ser introducidos organismos que no hayan cumplido con los requisitos de inocuidad sanitaria, que no se cumplan cuarentenas y que no estén libres de enfermedades podrían afectar a las poblaciones nativas de bivalvos que habitan la laguna ojo de liebre.
- **Engorda de los organismos de cultivo:** durante el proceso de engorda de los moluscos bivalvos cultivados de no tener los cuidados necesarios de bioseguridad y no seguir la normatividad vigente en la materia podría ocasionar generación, proliferación y propagación de organismos patógenos que puedan infectar a las poblaciones nativas de bivalvos del sistema ambiental regional.

Sin embargo este impacto es prevenibles. Si se llegara a presentar sería *Negativo Indirecto, en momento crítico, acumulativo, local, moderado y temporal* mientras perdure el patógeno.

E) FACTOR SOCIAL

Empleo

- **La actividad de contratación de mano de obra** ocupará aproximadamente 10 empleados de mano de obra calificada y no calificada. El número de empleos que se generará disminuirá el nivel de desempleo. Considerando el problema que significa las tasas de desocupación y subocupación en el municipio, se produciría una mejora, aunque sea de tipo temporal, en materia de empleo, destacándose como uno de los componentes del medio socioeconómicos impactados de manera positiva.

Por lo tanto, este impacto se clasifica como positivo, indirecto, inmediato, simple, local, leve y temporal.

Calidad de vida

- **La calidad de vida de los trabajadores** y familias asociadas mejorará con las ganancias por la cosecha de productos marinos altamente rentables, en primera por el salario que permite adquirir bienes y servicios, y segundo las prestaciones asociadas al salario.

Este impacto se clasifica como positivo, indirecto, inmediato, simple, local, leve y temporal.

F) FACTOR ECONÓMICO

Actividades productivas

- **Se reactivarán las actividades productivas.** La economía local será activada debido a los requerimientos de insumos y productos. La generación de nuevos empleos que ocasiona mayor movimiento de circulante reactiva el crecimiento económico.

Este impacto es: positivo, indirecto, latente, simple, local, leve y temporal.

Programa de desarrollo

- **Debido al aumento de fuentes de empleo local,** el producto interno bruto aumentará con una misma cantidad de habitantes por lo que el ingreso per cápita de la localidad será mayor
- **Se espera que la expectativa de la demanda del mercado permita,** además de la viabilidad económica del proyecto, generar un aumento de producción de moluscos bivalvos en el Estado de Baja California Sur, que contribuya al incremento en el PIB estatal. Es decir, que la demanda de mercado regional sea satisfecha y con posibilidades de extenderse al mercado internacional, fortaleciendo la producción acuícola del Estado y aumentando el crecimiento económico y el ingreso per cápita por esta actividad.

ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

A) ZONA MARINA

Calidad del agua

Durante esta etapa la calidad del agua se verá modificada por:

- **Aporte de sedimentos** por la desinstalación de las estructuras para la implementación del cultivo de moluscos (postes, anclajes, corrales, etc.) en el fondo marino.
- **Derrames de líquidos y desechos sólidos** por la posible generación de y disposición de residuos.

Sin embargo estos impactos son prevenibles. Si se llegaran a presentar serían *Estos impactos son negativos, directos, inmediatos, simples, puntuales, leves, y temporales, con medida de mitigación.*

B) FACTOR SOCIAL

Empleo

- **La actividad de contratación de mano de obra** ocupará aproximadamente 10 empleados de mano de obra calificada y no calificada.

Por lo tanto, este impacto se clasifica como positivo, indirecto, inmediato, simple, local, leve y temporal.

C) FACTOR ECONÓMICO

Actividades productivas

- **Se reactivarán las actividades productivas.** La economía local será activada debido a los requerimientos de insumos y productos. La generación de nuevos empleos que ocasiona mayor movimiento de circulante reactiva el crecimiento económico.

Este impacto es: *positivo, indirecto, latente, simple, local, leve y temporal.*

V.2.2 Escenario modificado por el proyecto

V.2.2.1 Etapa de Preparación del sitio y Construcción

Una vez que se hayan tramitado y obtenido los permisos correspondientes para el inicio y desarrollo del Proyecto, el escenario del SAR será muy dinámico durante las etapas de

preparación del sitio y construcción, derivado de las entradas de materiales e insumos y habrá modificaciones sobre el medio físico, el biológico y el social.

Se estima que la construcción del Proyecto continuará hasta por 4 meses, por cada tipo de cultivo y en la **Figura V-4** se presenta el balance de materia de manera general:

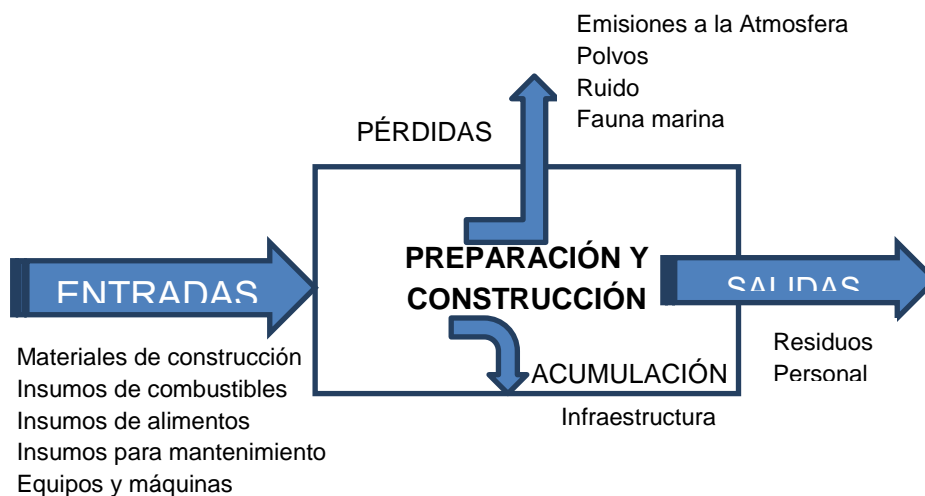


Figura V-4. Modelo conceptual para el balance de materia en la etapa de Preparación del sitio y Construcción.

V.2.2.2 Etapa de operación y mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento, el escenario será mucho menos dinámico, debido a que las actividades se reducirán al cultivo y engorda de moluscos bivalvos, así como actividades de mantenimiento, las cuales quedarán restringidas al interior del sitio de proyecto (**Figura V-5**).

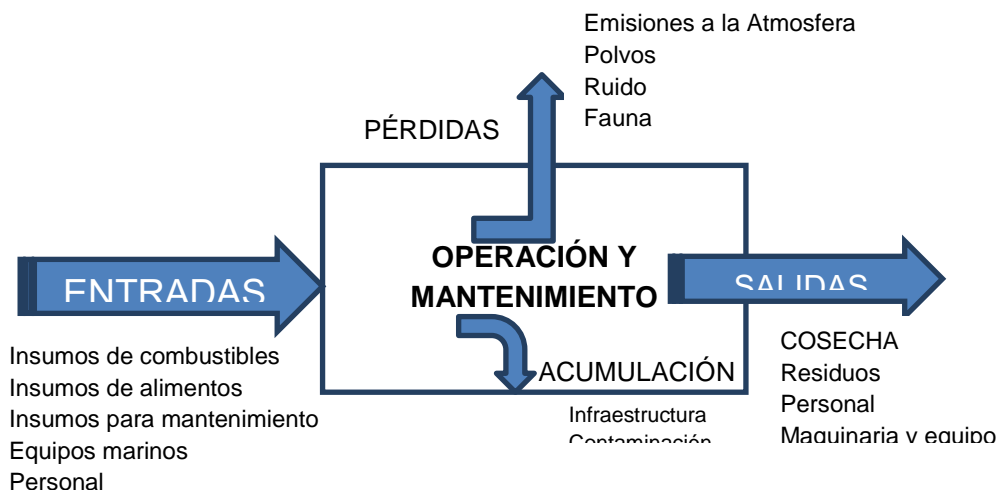


Figura V-5. Modelo conceptual para el balance de materia en la etapa de Operación y Mantenimiento.

V.2.2.3 Etapa de abandono

Durante esta etapa, se realizarán las actividades de desmantelamiento y remoción de las instalaciones y estructuras del Proyecto, por lo que el sistema presentará una nueva dinámica que será de menor duración y magnitud en comparación con las otras etapas del proyecto, como se observa en la **Figura V-6**.

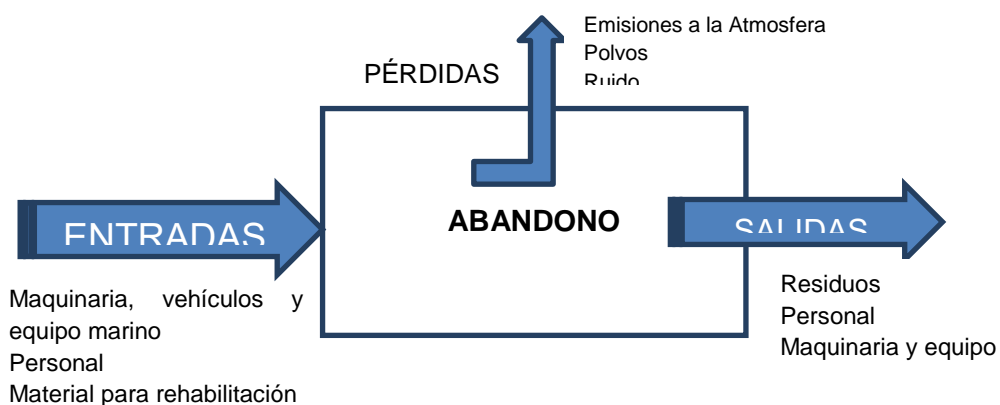


Figura V-6. Modelo conceptual para el balance de materia en un escenario en la etapa de Abandono.

V.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

En esta fase se realiza la calificación ambiental de cada uno de los impactos. Las interacciones resultantes entre actividades de proyecto y componentes ambientales, fueron evaluadas con base en la experiencia y opinión de expertos.

Para la valoración numérica se utilizó una fórmula (Golder Associates 2000) donde se incluyeron los criterios (ver **Tabla V-8**), a los cuales se les asignó un valor numérico, lo cual permitió hacer comparaciones y nos sirvió para determinar la importancia y jerarquizar los diferentes impactos. La clasificación ambiental para cada impacto (CA) se determinó por la siguiente fórmula:

Tabla V-8. Criterios de evaluación de impactos (valoración cuantitativa).

Criterio	Evaluación	Descripción	Valor
Carácter (C)	Positiva	Beneficio para el factor o componente.	1
	Negativa	Perjuicio para el factor o componente.	-1
Riesgo (R)	Baja	Ocurrencia improbable.	1
	Medio	Baja probabilidad de ocurrencia.	2
	Alto	Posible o probable.	3
	Muy alto	Ocurrencia inminente.	4
Extensión (E)	Puntual	Cuando el área afectada se circunscribe al predio del proyecto.	1
	Local	Cuando el área afectada se circunscribe al área de estudio del proyecto.	2
	Regional	Cuando el área alterada sobrepasa el área de estudio del proyecto.	3
Intensidad (I)	Leve	El grado de alteración es bajo.	1
	Moderada	Se pronostica que los efectos no exceden los criterios establecidos en la normatividad o causan cambios bajo los rangos de la variabilidad natural.	2
	Alta	Los efectos exceden los criterios establecidos en la normatividad o causan cambios más altos que la variabilidad natural.	3
Duración (D)	Temporal	Desaparecen los efectos al cesar la actividad.	1
	Permanente	No desaparecen los efectos al terminar la actividad.	2
Valor cualitativo ambiental (S)	Bajo	Cuando el componente ambiental ha sufrido modificación considerable. El proyecto no tiene incidencia sobre la degradación del medio.	1
	Moderado	Cuando el componente ambiental ha sufrido alguna modificación. El proyecto puede aumentar el grado de alteración.	2
	Mayor	Cuando el componente ambiental no ha sido intervenido o sus condiciones hacen que los impactos sean muy significativos.	3

$$CA = C * P * (R + E + I + D + S).$$

Donde P, corresponde a la asignación del peso (en un rango del 0.1 al 1) asignado a cada indicador evaluado por opinión experta de especialistas con experiencia tanto en el área de estudio como en la ejecución de proyectos similares.

Los impactos ambientales valorados para los componentes ambientales en los cuales se identificó algún tipo de interacción, se evaluaron de acuerdo a los criterios de importancia utilizando los rangos de valor que se muestran en la **Tabla V-8** y fueron descritos en una Matriz.

A los impactos ambientales calificados para todos los componentes ambientales se les determinó su significancia, de acuerdo a los rangos de valor que se muestran en la **Tabla V-9** y fueron descritos en una matriz.

En general un impacto se calificó como significativo o altamente significativo cuando estuvo involucrado un componente ambiental de importancia mayor, y cuando el efecto sobre él es irrecuperable y cubre una extensión amplia.

Tabla V-9. Rangos de valor de importancia.

Rangos de valor	Significancia	Código
0 a 5	Positivo no significativo	Azul claro
5.1 a 15	Positivo significativo	Azul
-5 a 0	Negativo no significativo	Amarillo
-10 a -5.1	Negativo significativo	Rosa
-15 a -10,1	Negativo altamente significativo	Rojo

La metodología para evaluar los impactos al ambiente de un proyecto, sigue teniendo un buen grado de subjetividad, sin embargo, es una herramienta que permite apreciar en forma global las repercusiones más importantes del proyecto, haciendo un balance de los beneficios y los efectos adversos.

Hay que recordar que los valores de impacto resultantes envuelven un factor de peso de acuerdo al objetivo prioritario que conlleve la acción que provocó dicho impacto, lo que resulta en valores ponderados que suavizan hasta cierto punto el balance entre los impactos adversos y benéficos.

En la **Tabla V-10** se muestran los resultados de la valoración de la importancia y evaluación de la significancia de los impactos ambientales identificados para las distintas etapas del Proyecto.

Al analizar los valores contenidos en la matriz (valores entre -5 a 0), puede apreciarse que todos los impactos negativos resultaron ser no significativos en todas las etapas del Proyecto, en el contexto del área de estudio ya que todos los impactos tienen una extensión muy puntual.

Respecto a los impactos positivos, en todas las etapas del Proyecto (Preparación, Operación y abandono), la calidad de vida y el crecimiento económico, del factor socioeconómico, resultaron significativos y estará dado por la contratación de mano de obra que tendrá una significancia sobre la economía de la localidad.

Otro impacto positivo significativo es sobre la Biota Marina, ya que con la introducción de las estructuras de cultivo para mejorar el reclutamiento de bivalvos en nuevas áreas antes desiertas muy probablemente aumentará no solo las poblaciones de almeja mano de león sino el número de otras especies comerciales de alto valor comercial en esta zona que también requieren de más larvas producidas por los desoves de las especies nativas, así como un enriquecimiento en la composición y complejidad de las relaciones tróficas propiciando un mayor equilibrio en el ecosistema local.

Tabla V-10. Evaluación numérica de los impactos ambientales en las etapas de preparación, operación y abandono del Proyecto.

ETAPA	COMPONENTE	FACTOR	OBRA O ACTIVIDAD	CARÁCTER DEL IMPACTO		RIESGO	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	DURACIÓN	SENSIBILIDAD	RESULTADO	CALIFICACIÓN
				C	P							
				C	P	R	E	I	D	S	CA	
PREPARACIÓN DEL SITIO	ATMÓSFERA	Calidad del aire.	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.3	3	1	1	1	2	-2.4	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
		Confort acústico	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.3	3	1	1	1	2	-2.4	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	SUELO	Calidad del Suelo	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal.	-1	0.3	2	1	1	1	2	-2.1	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	ZONA MARINA	Calidad del agua.	Armado e instalación de la infraestructura, generación de residuos.	-1	0.5	4	1	1	1	2	-4.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	BIOTA MARINA	Vegetación	Generación de residuos.	-1	0.5	4	1	1	1	2	-4.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
		Fauna	Armado e instalación de la infraestructura, generación de residuos.	-1	0.5	2	1	1	1	2	-3.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	SOCIAL	Empleo	Contratación de mano de obra	1	0.4	3	2	1	1	3	4	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
	ECONÓMICO	Actividades Productivas	Contratación de mano de obra	1	0.4	2	3	1	2	3	4.4	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CLIMA (AIRE)	Calidad del aire.	Transporte en embarcaciones	-1	0.3	3	1	1	1	2	-2.4	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	ZONA MARINA	Calidad del agua.	Introducción y engorda de organismos	-1	0.5	3	2	3	2	2	-6	NEGATIVO SIGNIFICATIVO
		Calidad del agua.	Cosecha y generación y disposición de residuos.	-1	0.5	3	1	1	1	1	-3.5	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	BIOTA MARINA	Fauna	Introducción y engorda de organismos	-1	0.5	3	2	3	2	2	-6	NEGATIVO SIGNIFICATIVO
		Productividad primaria	Colecta de organismos reproductores.	-1	0.5	3	2	1	1	1	-4	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO
	SOCIAL	Calidad de vida	Cosecha.	1	0.3	4	1	1	1	3	3	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
		Empleo	Contratación de mano de obra.	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
	ECONÓMICO	Programas de desarrollo	Contratación de mano de obra. Cosecha	1	0.5	2	3	1	2	3	5.5	POSITIVO SIGNIFICATIVO
		Actividades Productivas	Contratación de mano de obra. Cosecha	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
	ABANDONO	ZONA MARINA	Calidad del agua.	Desmantelamiento y generación de residuos.	-1	0.3	4	1	1	1	2	-2.7
SOCIAL		Empleo	Contratación de mano de obra.	1	0.5	3	2	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO
ECONÓMICO		Actividades Productivas	Contratación de mano de obra.	1	0.5	2	3	1	1	3	5	POSITIVO NO SIGNIFICATIVO

Como resultado de la evaluación de los impactos en función de su valoración, se obtuvieron 3 **impactos significativos** y 17 **impactos no significativos**, tanto negativos (-) como positivos (+).

Estos impactos se darán sobre 11 factores ambientales pertenecientes a 6 componentes (atmósfera, suelo, zona marina, biota marina, sector social y sector económico) como resultado de su interacción con las actividades del Proyecto.

IMPACTOS RELEVANTES (SIGNIFICATIVOS)

Perjudiciales o Negativos.

De acuerdo con la **Tabla V-5** (Matriz de impactos) y **Tabla V-10** (Evaluación de impactos), los **impactos significativos** que se presentarán, con la ejecución del proyecto, estarán durante las etapas de operación y mantenimiento, y serán los siguientes:

Etapas de Operación y Mantenimiento (OM)

Durante la operación de la granja acuícola, los impactos negativos significativos, (OM-5, OM-6, OM-7, OM-8), ocurrirán sobre los componentes ambientales; Zona Marina y Biota Marina (**Figura V-2**), debido a la introducción y engorda de los organismos bivalvos, que de no tener cuidados en la inocuidad de las semillas o de bioseguridad en el proceso de mantenimiento de los organismos cultivados, esto podría incurrir en la proliferación de agentes microbiológicos patógenos, lo que impacta en la calidad del agua y propagación de enfermedades en los moluscos bivalvos residentes de la laguna, lo que tiene un efecto indirecto en la fauna marina residente.

COMPONENTE AMBIENTAL	ACTIVIDADES / FACTOR AMBIENTAL	OM			
		Introducción de organismos.		Engorda de organismos.	
ATMOSFERA	Calidad del aire				
	Confort acústico				
SUELO	Calidad del suelo				
ZONA MARINA	Calidad del agua marina	-IMc	A2	-IMc	A2
BIOTA MARINA	Vegetación				
	Fauna	-IMc	A2	-IMc	A2
	Productividad primaria				
SOCIAL	Calidad de vida				
	Empleo				
ECONÓMICO	Programas de desarrollo				
	Actividades productivas				

Figura V-2. Fragmento de la Tabla V-7, matriz de caracterización de impactos.

Benéfico o Positivo.

De acuerdo con la **Tabla V-5** (Matriz de impactos) y **Tabla V-10** (Evaluación de impactos), el **impacto significativo** que se presentarán, con la ejecución del proyecto, estarán durante las etapas de operación y mantenimiento, y será el siguiente:

Etapas de Operación y Mantenimiento (OM)

El impacto benéfico o positivo que se presentará (OM-12), será sobre los componentes Económico y su factor ambiental Programas de desarrollo (**Figura V-3**), por la viabilidad del proyecto económico vendría a coadyuvar con lo ya establecido en el Programa de Desarrollo del Estado: generar un aumento de producción acuícola en el Estado de Baja California Sur, que contribuya al incremento en el PIB estatal. La demanda de mercado regional sea satisfecha y con posibilidades de extenderse al mercado internacional, fortaleciendo la producción acuícola del Estado y aumentando el crecimiento económico y el ingreso per cápita por la actividad de venta de moluscos.

COMPONENTE AMBIENTAL	ACTIVIDADES / FACTOR AMBIENTAL	OM	
		Cosecha	
ATMOSFERA	Calidad del aire		
	Confort acústico		
SUELO	Calidad del suelo		
ZONA MARINA	Calidad del agua marina	-DIn	S1
BIOTA MARINA	Vegetación		
	Fauna		
	Productividad primaria		
SOCIAL	Calidad de vida	+DL	S1
	Empleo		
ECONÓMICO	Programas de desarrollo	+In	S1
	Actividades productivas	+IL	S1

Figura V-3. Fragmento de la Tabla V-7, matriz de caracterización de impactos.

V.4 IMPACTOS SINÉRGICOS

Un impacto ambiental sinérgico está definido por el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental como aquel que se produce cuando el efecto continuo de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales consideradas aisladamente (Guía MIA-REGIONAL, SEMARNAT).

Como se observó en el punto V.2, uno de los atributos empleados para determinar la importancia de los impactos ambientales es la sinergia (**Tabla V-6**), es decir, Por la interrelación de acciones y alteraciones que son aquellos que se producen cuando la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental, su propiedad de interactuar con otros impactos ambientales distintos generando un efecto mayor a aquel que podría esperarse si los impactos fueran analizados de manera independiente.

Las consideraciones para identificar la presencia de relaciones sinérgicas fueron las siguientes:

1. Sólo se analizó la interacción sinérgica de impactos ambientales previamente identificados.
2. No existe sinergia si los impactos se desarrollan en tiempos diferentes (no ocurren simultáneamente).
3. No existe sinergia cuando el resultado de los impactos es el mismo ya sea cuando se presentan simultáneamente y cuando se presentan de manera independiente (en tiempo y/o localización).
4. No existe sinergia si la actividad que origina los diferentes impactos es la misma, con afectaciones sobre diferentes componentes y factores ambientales, ya que éstos no son comparables entre sí.
5. No se consideró sinergia entre un impacto benéfico y un impacto perjudicial, ni entre dos impactos benéficos.

No se encontraron impactos sinérgicos en la ejecución del proyecto.

V.5 IMPACTOS RESIDUALES

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

El criterio para identificar los impactos ambientales residuales fue el planteamiento de un escenario del Proyecto para el cual las medidas de mitigación, planteadas en el Capítulo VI, serían aplicadas de manera eficaz.

La evaluación de los impactos ambientales se concentró en los impactos significativos, debido a que el resto de los impactos identificados como irrelevantes se verán igualmente reducidos en su importancia al aplicar las medidas correspondientes.

Cabe señalar que durante este análisis no se incluyeron los impactos benéficos, ya que las medidas aplicadas para su mitigación son planteadas para la atención de los impactos negativos.

Como resultado se obtuvo que en un escenario en el cual las medidas de **prevención**, mitigación y compensación (planteadas a cada impacto relevante, en el Capítulo VI) han sido aplicadas eficazmente, no existirán impactos residuales, que presentan un valor alto de significancia.

Durante la operación de la granja acuícola, los impactos negativos significativos, (OM-5, OM-6, OM-7, OM-8), ocurrirán sobre los componentes ambientales; Zona Marina y Biota Marina que al aplicar como medida de prevención el establecimiento un programa de bioseguridad, en convenio con COEPRIS- Gobierno del estado, así como la vigilancia del Comité de Sanidad Acuícola de B.C.S. y de aplicar un programa de monitoreo de calidad del agua para asegurar que esté en óptimas condiciones para el desarrollo de poblaciones de moluscos bivalvos.

De aplicarse correctamente estas medidas de prevención, no se presentarán los impactos residuales.

V.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Como se define en el Reglamento de la LGEEPA en Materia del Impacto Ambiental, un impacto ambiental acumulativo es el efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos

que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente lo están generando (Guía MIA-Regional, SEMARNAT). Es con estos impactos sobre los cuales se realiza un análisis de interacción acumulativa.

Como se observó en el punto V.2, uno de los atributos empleados para determinar la importancia de los impactos ambientales es el impacto acumulativo (**Tabla V-6**), es decir, Por la interrelación de acciones y alteraciones, que son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a las acciones pasadas, presentes o razonablemente esperadas en el futuro.

En este caso, los mismos impactos significativos (OM-5, OM-6, OM-7, OM-8), fueron clasificados como acumulativos (ver **Tabla V-7**), ya que las acciones inherentes al cultivo de moluscos que pueden causar daño en sobre el medio marino, existen otros acciones dentro de la laguna, que se suman para afectar también al medio marino.

A su vez todos estos impactos se acumulan con los similares ocasionados durante la construcción y la operación de otros proyectos acuícolas y/o pesqueros.

Sin embargo, con la aplicación de las medidas de prevención propuesta, tales como el el programa de monitoreo de la calidad del agua, el programa de bioseguridad y la vigilancia del Comité de Sanidad Acuícola de B.C.S., los controles se mantendrán por debajo del umbral establecido por las normas correspondientes.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

A partir de la identificación y evaluación de impactos realizada en el capítulo anterior, se seleccionaron los impactos negativos relevantes como base para el establecimiento y aplicación de las medidas correspondientes para prevenir, atenuar y/o compensar las actividades que se pretenden llevar a cabo por la ejecución del Proyecto.

Se considera que con la implementación de estas medidas se reducen los impactos negativos relevantes y los NO relevantes del Proyecto.

VI.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS

Las medidas correctivas se clasifican en:

a) Preventivas.- Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, que evitan la aparición de un impacto ambiental por los elementos definitorios de la actividad (tecnologías, procesos, diseño, etc.).

b) Mitigación.- Conjunto de acciones propuestas, dirigidas a reducir o atenuar los impactos ambientales negativos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación causada por la realización del proyecto en cualquiera de sus etapas.

c) Compensación.- Conjunto de acciones para contrarrestar daños causados por impactos ambientales, con acciones que no evitan la aparición del efecto ni lo anulan, pero contrapesan de alguna manera la alteración del factor (reforestación, pago por contaminar, etc.).

Se establecerán Líneas estratégicas con el objetivo de mitigar cierto tipo de impactos acumulativos, o en ciertas zonas de la región, agrupados de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas y que se incluyen en un Programa de Manejo Ambiental.

VI.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

En el Programa de Manejo Ambiental (PMA) se proponen y programan las estrategias, medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados de las actividades del Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en la Laguna Ojo de Liebre en cada fase y etapa de su

desarrollo, incluyendo la de abandono.

En el capítulo anterior (Capítulo V) se estableció que los impactos identificados como significativos son aquellos que obtuvieron una puntuación mayor o igual a - 5.1, y además se incluyen otros impactos relevantes y de manera general las medidas de mitigación propuestas.

Objetivo general.

El objetivo principal del Programa de Manejo Ambiental es lograr la conservación del entorno ambiental durante las diferentes etapas del Proyecto, así como establecer un conjunto de medidas necesarias para la mitigación, compensación y prevención de los efectos adversos (críticos y severos), causados por las actividades del Proyecto sobre los factores ambientales, según la identificación y valoración efectuadas en el capítulo anterior, así como las recomendaciones para el control, seguimiento y mejoramiento de las medidas establecidas.

El **Programa de Manejo Ambiental** consiste en 6 planes o subprogramas que se enlistan a continuación y cuyo cronograma se presenta en la **Tabla VI-1**.

1. Medidas de Ubicación y de Diseño.
2. Procedimientos de Construcción y Operaciones.
3. Programa de rescate y reubicación de especies de Fauna marina en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y otras especies relevantes.
4. Programa de Manejo de residuos.
5. Programa Monitoreo de calidad del agua.
6. Programa de manejo de la Unidad Acuícola

Tabla VI-1. Programa de Manejo Ambiental.

Planeación y diseño	PLAN			1. MEDIDAS DE UBICACIÓN Y DE DISEÑO
	ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
	PC	OM	AB	
X				<p>Estas medidas están incluidas en el diseño y planeación de la Unidad de Manejo Acuícola que se describen a detalle en el Capítulo II.</p> <p>Ubicación</p> <p>Con el fin de minimizar los impactos sobre un sitio determinado por la instalación de una Unidad de Manejo Acuícola en la Laguna Ojos de Liebre, B.C.S. Se construirá frente al campo pesquero "Las Casitas", sitio ya impactado en tierra, que es utilizado para el botado de embarcaciones pequeñas utilizadas en la pesca y para el desembarque del producto, para aprovechar la infraestructura existente, que fue desarrollada para el establecimiento del campo, tales como; camino de acceso y caseta de vigilancia. El uso del suelo designado para ese sitio es de zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera en dónde está permitida la actividad pesquera y acuícola con fines sustentables.</p>
X				<p>Diseño</p> <p>Para garantizar llevar a cabo el cultivo y engorda de bivalvos, con especial énfasis en las especies de almeja Catarina (<i>Argopecten ventricosus</i>), almeja generosa (<i>Panopea globosa</i> y <i>P. generosa</i>), ostión japonés (<i>Cassostrea gigas</i>), callo de hacha (<i>Atrina maura</i>), callo de hacha largo (<i>Pinna rugosa</i>), almeja mano de león (<i>Nodipecten subnodosus</i>) y almeja chocolata (<i>Megapitaria squalida</i>) será el sistema e instalaciones a utilizar: intensivo (larvas, post-larvas y juveniles), semi-intensivo (juveniles) y extensivo (engorda).</p> <p>La engorda se llevarán a cabo en distintas artes de cultivo serían líneas madre o "long-line" en donde se suspenden lámpara japonesas, cajas ostrícolas tipo "Nestier" o sartas, balsas con sartas o cajas ostrícolas, estantes o racks fijos en la zona intermareal con sartas y canastas tipo australiano. También se utilizaran costales de malla plástica que se colocan en camas (Sistema Francés) en la misma zona intermareal. Los organismos de hábitos bentónicos como todas las almejas y callos se colocarán en el fondo donde estarán protegidas con tubos de PVC, mallas plásticas o dentro de un cerco de malla plástica sostenidas con postes de madera o PVC, todas estas artes se ubicarán dentro de un polígono de 3,847.669 hectáreas.</p>

PLAN			2. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIONES
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AB	
X	X	X	<p>Calidad del aire</p> <p>Debido a que en el Estado de Baja California Sur no existe el programa de verificación vehicular, todos los vehículos automotores que se empleen deberán de someterse y cumplir con un programa de mantenimiento periódico correspondiente a vehículos, equipo y maquinaria que se utilizarán en la construcción y operación del Proyecto, con objeto de estar en condiciones de cumplir con las normas aplicables en la materia</p> <ul style="list-style-type: none"> NOM-041-SEMARNAT-2006. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. <p>Vehículos y Maquinaria</p> <ol style="list-style-type: none"> Al inicio de las actividades deberá estructurarse el programa de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos y maquinaria. Realizar y verificar que el programa de mantenimiento de vehículos y maquinaria (afinación) se ejecute. Establecer un programa de mantenimiento para los vehículos con la finalidad de minimizar sus emisiones y optimizar el uso de combustible. Cada unidad o equipo deberá contar con una bitácora de servicio en la cual conste se cumpla con esta disposición <p>En cuanto a las emisiones de ruido, deberán mantenerse dentro de los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994 evitando la sobre-exposición de los trabajadores conforme la NOM-011-STPS-2001.</p> <p>Adicionalmente se deberá considerar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> Deberá dar mantenimiento a los caminos de terracería, compactándolos dónde se requiera.

PLAN			3. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA MARINA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AB	
X			<p>Rescate y reubicación de Fauna</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se instrumentará el programa de rescate y reubicación de fauna marina, el cual se considera como medida de mitigación al impacto que generará las obras y actividades del proyecto, por la instalación de las estructuras donde se fijarán los organismos cultivados, con el precepto de no comprometer la biodiversidad, y que con esta medida se dé cumplimiento al impacto por muerte de individuos de fauna de interés biológico. 2. Se hará conforme al programa de diseño de la unidad acuícola y una semana antes de la instalación conforme al programa de trabajo. 3. Se deberá contratar personal especializado en la identificación y manejo de fauna marina. 4. Las estrategias de rescate deberán estar enfocadas a la protección de individuos de ámbito hogareño pequeño/baja movilidad, rescate y reubicación de organismos de baja movilidad y educación ambiental. 5. La técnica de captura y reubicación estará enfocada a especies de Bentos y algunas especies de Necton como el género <i>Hippocampus</i> y todas las especies incluidas en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010. 6. Se deberá coordinar con las autoridades correspondientes (PROFEPA) los sitios y fecha de liberación de la fauna capturada. 7. Se deberá instrumentar un programa de educación ambiental, dirigido a los trabajadores, sobre especies de fauna y medidas de seguridad en su manejo. 8. Se comunicará a todos los trabajadores que no se permite recolectar ninguna especie de flora y fauna. Se informará también a los trabajadores sobre el estado y nivel de protección de la vida silvestre en esta área natural protegida, y las sanciones por infracciones.

PLAN			4. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AB	
X	X	X	<p>Residuos Sólidos Urbanos (RSU)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Convenir con la autoridad municipal el sitio de disposición final. 2. Contactar con un recolector de residuos autorizado. Si se decide hacer la transportación en vehículos de la misma empresa, éstos deberán ser aprobados por el municipio. 3. Colocar contenedores en sitios estratégicos dentro del sitio del Proyecto. Éstos deberán estar debidamente etiquetados, indicando que tipo de residuos contiene. 4. Instrumentar un subprograma de reducción, separación, reciclaje y reutilización de residuos. 5. Llevar bitácora de la estimación de generación de residuos y las boletas de ingreso al sitio de disposición. 6. Mediante brigadas de limpieza, realizar labores de recolección de residuos que hayan sido dispersados por el viento. Esta acción durante la preparación del sitio y construcción deberá ser preferentemente al concluir la jornada. 7. Informar y capacitar a los trabajadores del programa de Manejo de Residuos. 8. Se elaborará una lista de los considerados residuos peligrosos, para que no sean generados en el sitio del proyecto (ejemplo: Grasas y aceites residuales y sus recipiente, trapos impregnados de grasas y aceites, filtros usados de motores, llantas, balastras, asbesto, etc).

PLAN			5. PROGRAMAS DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AB	
	X		<p>Se deberá de instrumentar un Programa de Monitoreo de Agua Marina</p> <p>Sus objetivos principales serán:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar los cambios espaciales y temporales sobre las principales variables físicas, químicas y biológicas en la zona de cultivo y sus alrededores en el cuerpo agua lagunar. 2. Verificar la no afectación de la biota ni de la calidad del agua durante un período de introducción y engorda de los moluscos bivalvos cultivados. <p>Estrategias</p> <p>Se deberá hacer el diseño para definir el número y ubicación de estaciones de muestreo así como los parámetros físicos, químicos y biológicos a determinar en cada una de las estaciones.</p> <p>Con la medición de parámetros fisicoquímicos (fósforo, amonio, nitratos etc.) y biológicos indicadores (plancton y bentos) que se realizarán al menos semestralmente para ajustar la orientación y el manejo de las zonas de cultivo, para asegurar que exista una oxigenación y recambio de agua óptimos para una adecuada degradación de los metabolitos y excretas responsables de contaminación.</p> <p>Al momento de existir un incremento no deseable, en los parámetros monitoreados, se deberán tomar las medidas necesarias para remediar la calidad del agua.</p>

PLAN			6. PROGRAMA DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD DE MANEJO ACUÍCOLA
ETAPA			OBJETIVO Y ESTRATEGIAS
PC	OM	AB	
	X		<p>Objetivo</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar las buenas prácticas de manejo sanitario en los cultivo acuícola, para disminuir y evitar condiciones que favorezcan la presencia de agentes patógenos y su diseminación. <p>Estrategias</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Capacitar al personal sobre el conocimiento, las mejoras continuas y la aplicación de buenas prácticas son parte fundamental para la producción y el acceso a mercados. 2. Considerar la bioseguridad en la introducción de los organismos a cultivar. Ésta implica identificar, priorizar e identificar estrategias eficaces y necesarias para prevenir la introducción, proliferación y propagación de patógenos. 3. Cumplir lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables; del ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; y de los Lineamientos Técnicos Específicos para la Ejecución y Operación del Programa Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria. 4. Establecer acciones de vigilancia en coordinación con el Comité de Sanidad Acuícola de B.C.S. para ayudar a detectar, prevenir, y controlar la dispersión de enfermedades de alto impacto en la unidad de manejo acuícola. Además de la supervisión la correcta aplicación de las medidas sanitarias establecidas.

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

1. La implementación del Proyecto se restringirá estrictamente a las obras, actividades y límites autorizados por la SEMARNAT a través del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.
2. En todas las fases o etapas: construcción, operación y mantenimiento, el Proyecto contará con un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) con metas, criterios y estrategias específicas para supervisar, verificar y coordinar el cumplimiento de sus obligaciones ambientales y la observancia de las medidas de prevención, mitigación, compensación y monitoreo ecológico manifestadas.

Se promoverá la integración de los monitoreos comprometidos y obligados por el proyecto en un sistema único de vigilancia ecológica.

El Proyecto Unidad de Manejo Acuícola en la Laguna Ojo de Liebre incluirá el compromiso del cumplimiento de los términos, condicionantes y obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT, así como la legislación y normatividad ambiental vigente aplicable.

3. En todas las fases de construcción, operación y mantenimiento el Proyecto contará con un programa interno de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente y/o refuerce los fines de los demás programas.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este capítulo se realizó un análisis para visualizar el Sistema Ambiental Regional (SAR) bajo estudio considerando la construcción de escenarios con datos georreferenciados; se describen los posibles escenarios futuros del SAR considerando en primer término al escenario sin Proyecto, seguido de otro escenario con Proyecto y finalmente, uno que incluya al Proyecto con sus medidas de mitigación haciendo énfasis en el comportamiento de los factores ambientales identificados en la evaluación de impacto ambiental.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin Proyecto.

A partir del diagnóstico realizado en esta Manifestación de Impacto Ambiental (capítulo IV), se formuló un escenario para el SAR, sin considerar el Proyecto como variable de cambio. Se trata, por un lado, de definir aquellos cambios derivados de las tendencias o bien del rompimiento de éstas y por otro lado, de la suposición de eventos nuevos que pudiesen llevar a plantear situaciones futuras diferentes en cuanto a los elementos ambientales regionales y sus interacciones.

- ***Escenario sin Proyecto.***

Este escenario describe como se comportaría el SAR si no se llevaran a cabo las actividades relacionadas con el Proyecto, describiendo las tendencias de desarrollo y el comportamiento de los componentes ambientales identificados en el diagnóstico y la evaluación del impacto ambiental, correspondientes al medio biótico, abiótico y socioeconómico, el grado de conservación o de perturbación existente sin Proyecto con lo cual se reconoció la tendencia del SAR.

Con el fin de identificarlos cambios en las condiciones actuales y futuras del SAR, se consideraron una serie de *indicadores de cambio*¹ para identificar las tendencias del cambio en el ecosistema, de manera que permita establecer un comparativo entre los distintos escenarios mencionados con anterioridad del antes y el después de la ejecución del Proyecto,

¹*Indicador de cambio se define como “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente” (Ramos, 1987), permiten evaluar la dimensión de las alteraciones por el establecimiento de un proyecto y/o desarrollo de una actividad.*

comparando así los impactos relevantes ocasionados por la ejecución del Proyecto. Es importante destacar que los indicadores de cambio se tomaron de acuerdo con los obtenidos en el Capítulo V.

Medio marino

Presenta una interfase con el medio terrestre que corresponde a la zona costera. La línea del frente costero en Las Casitas, ha sido impactado ya que se ha utilizado como campo pesquero por más de 30 años, como zona de botado y atraque de embarcaciones menores.

El confinamiento natural de la Laguna Ojo de Liebre acentúa los efectos de la gran evaporación que caracteriza toda la región y como un resultado de esto la salinidad dentro de la laguna excede los valores encontrados en la adyacente Bahía Sebastián Vizcaíno. Por esta razón la Laguna Ojo de Liebre cae dentro de la categoría de las lagunas y esteros hipersalinos. Potsma (1965) describe el exceso de salinidad en la Laguna Ojo de Liebre, y sus efectos resultantes sobre la circulación de la misma. Sus observaciones muestran que la salinidad en la laguna se incrementa hacia el interior de ésta presentando valores típicos de aguas oceánicas alrededor de 34 *psu* cerca de la boca y alcanzando valores de 50 *psu* en la zona de la cabeza. Las temperaturas por otro lado se incrementan solo unos grados desde la boca a la cabeza de la laguna. La densidad es por lo tanto controlada por la salinidad y se incrementa siguiendo el mismo patrón de ésta. Las observaciones de la distribución vertical de salinidad y de corrientes en dicho estudio indican que el agua más densa formada en el interior de la laguna es transportada parcialmente hacia la bahía a lo largo del fondo del canal principal.

Otros ejemplos de este tipo de sistemas pueden ser encontrados alrededor del mundo en latitudes similares. En una escala mayor el Golfo de Spencer, localizado en el sur de Australia, es un ejemplo de una laguna hipersalina (Nuñez Vaz, et al., 1990). El Mar de Cortés, confinado entre la costa continental de México y la Península de Baja California, actúa también como una laguna hipersalina (Bray, 1988); y en una escala aún mayor el Mar Rojo (Phillips, 1966) y el Mar Mediterráneo son afectados por un balance de procesos similares.

Es útil entonces pensar en la circulación dentro de la laguna en términos de tres componentes que deben ser estudiadas y que nos permitan analizar el sistema de acuerdo a los objetivos

planteados: una componente debida a la marea, que fluctúa con los períodos de ésta y aporta la masa requerida para elevar y bajar el nivel del mar dentro de la laguna en fase con el nivel en la bahía; una segunda componente estable, producida por la evaporación y la distribución de densidad asociada; y la tercera componente producida por el esfuerzo del viento sobre la superficie del mar, que produce un transporte neto en la capa superficial.

En el campo pequero Las Casitas, el supralitoral se constituye principalmente de arenas consolidadas que contienen gran cantidad de conchas y guijarros, así como fanerógamas terrestres herbáceas que marcan el límite del supralitoral y el mesolitoral.

El meso litoral se integra de sustrato duro (arenisca) y sedimentos gruesos entre arena semifina. El infralitoral presenta extensas camas de pastos marinos sobre sedimentos finos y arenosos en los que se presentan ocasionalmente grupos de macroalgas y moluscos principalmente gasterópodos

La zona del proyecto el sitio está dominado por zonas bajas de entre 0 a 2.5 m y en el borde del polígono se registraron profundidades de 2 a 4 m y algunos canales someros de 3 a 4 m y en la parte suroeste se encuentra un canal que cruza de noroeste a sureste con profundidades de hasta 8 m. En el polígono del proyecto cruzan de noreste a suroeste una serie de canales muy ramificados que se derivan del canal que corre hacia el puerto El Chaparrito, en la parte noreste estos se unen formando una pequeña zona de 2 m de profundidad.

En el SAR no se ha registrado la presencia de especies vegetales acuáticas bajo estatus de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos aplicables como la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, (CITES); convenios internacionales.

La tendencia es a conservar la alta integridad ecológica y muy alta diversidad biológica, y que por estas características es definida así por la CONABIO como zona prioritaria, la Laguna Ojo de Liebre.

Por otro lado de acuerdo a la normatividad las especies de mamíferos marinos reportados bajo algún tipo de protección, pueden ser afectadas indirectamente en su distribución y abundancia por el desarrollo de la zona costera del SAR.

Las actividades como la pesca también afectarán a las especies de moluscos, crustáceos y peces que se pescan de manera comercial comúnmente, por pescadores ribereños de diversos campamentos pesqueros.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con Proyecto.

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (significativos) que generará el Proyecto en los componentes ambientales del SAR afectados directamente por el Proyecto.

En este escenario no se incluyen las medidas de mitigación, prevención y compensación basándose en las respuestas ambientales que se consideran a futuro, derivadas por las modificaciones causadas por el desarrollo del Proyecto. (Tabla VII-1).

Tabla VII-1. Cambios identificados en el SAR.

Etapa de cambio	Componente Afectado	Cambio generado
Preparación del Sitio y Construcción	Aire, zona marina, fauna marina	Cambio en la calidad del aire, generación de ruido, cambio en la calidad del agua, Pérdida de individuos de fauna.
Operación y Mantenimiento	Aire, Ruido, Fauna, Paisaje y Socioeconómico	Cambio en la calidad del agua, generación de ruido, posible mortandad de moluscos.
Abandono del sitio	Zona marina	Cambio en la calidad del agua.

De acuerdo a la descripción de las fuentes de cambio por etapa, los escenarios serán:

Preparación del sitio y construcción:

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, los cambios generados en el SAR, en la escala identificada en el capítulo V serán muy rápidos y temporales y habrá modificaciones sobre el medio físico, biológico y social.

Operación y mantenimiento:

En la etapa de operación y mantenimiento, el escenario será mucho menos dinámico, debido a que las actividades serán la engorda y cosecha de los organismos a cultivar, así como actividades de mantenimiento.

Estas actividades serán paulatinas desde la conclusión de la etapa de construcción, y generarán cambios, ya que la producción de bivalvos es la mayor salida del Proyecto. En la operación en la proyecto se es posible que se generen agentes patógenos que puedan afectar a los bivalvos residentes de la Laguna o al modificar los parámetros físicos, químicos y biológicos habrá cambios a la calidad del agua.

Abandono:

Durante este período, se realizarán las actividades de desmantelamiento, de las estructuras instaladas para el establecimiento de los cultivos, por lo que el sistema presentará una nueva dinámica que será de menor duración y magnitud en comparación con las otras etapas.

Durante esta etapa se movilizarán equipos para el desmantelamiento y remoción de las instalaciones. Estas actividades ocasionarán cambios en la calidad del agua. En conclusión, los cambios antes mencionados se pueden resumir como se mencionan en la **Tabla VII-1**.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Para el desarrollo de este escenario se consideraron tanto las medidas de mitigación propuestas como las correspondientes medidas de prevención por los impactos residuales, destacando las mejoras que pudiera presentar el SAR con la implementación de las mismas (**Tabla VII-2**).

Este escenario presenta la proyección a futuro de las modificaciones sobre los componentes ambientales después de la ejecución de las actividades y la construcción de las obras del Proyecto considerando la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas en el Capítulo VI.

Cabe mencionar que las tendencias que presenta la problemática del SAR descrita no se modifica por el desarrollo del Proyecto dada las magnitudes de los cambios tanto positivos como negativos.

Tabla VII-2. Descripción de los componentes ambientales del SAR utilizados en la evaluación de impacto ambiental en los escenarios “línea base” y con “Proyecto y medidas de mitigación”

Componente	Factor	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
ATMOSFERA	Calidad del Aire	Además existe contaminación generada por el tránsito de vehículos en calles y caminos no pavimentados de la zona suburbana.	La calidad del aire en la Laguna Ojo de Liebre no se verá afectada directamente por la operación de la unidad acuícola, ya que el tránsito vehicular será prácticamente el mismo que actualmente se da en los caminos hacia la zona costera de la Laguna. Para disminuir un poco la generación de polvos, se les dará constantemente mantenimiento a los caminos que son tratados con agua salada para su compactación.
	Confort Acústico	Las fuentes de emisión de ruido son las embarcaciones menores que circulan en la laguna y los vehículos terrestres.	Respecto al ruido, su tendencia en el SAR es a incrementarse, por actividades antropogénicas diversas, sin llegar a ser relevante, principalmente por no tener planes agresivos para desarrollar infraestructura, así como por las condiciones de los factores físicos como dispersantes y amortiguantes. En la zona aledaña al predio del Proyecto, las fuentes fijas de emisión de ruido serán las mismas que las actuales.
SUELOS	Uso del Suelo	Las políticas particulares de uso de suelo establecidas para el predio del proyecto son de amortiguamiento en reserva de la biosfera.	En el SAR la tasa de cambio de uso de suelo es baja, especialmente en la unidad en la que se localiza el predio del Proyecto donde las políticas particulares de uso de suelo establecidas son para pesca y acuicultura, así que la tendencia será a no modificar los espacios naturales.
	Calidad del suelo	Existen evidencias de contaminación en el suelo por residuos sólidos no peligrosos.	El cambio se presentará más generación de residuos sólidos, pero aplicando un programa de manejo de estos.
ZONA MARINA	Calidad de Agua Marina	Los resultados de calidad bacteriológica, en general no	Existen parámetros del agua que al rebasar los estándares son indicativos de contaminación, como son: O ₂ ,

Componente	Factor	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		sobrepasan los criterios de calidad para uso recreativo de contacto primario.	<p>(Oxígeno), turbidez, DBO₅, (Demanda bioquímica de oxígeno), DQO (Demanda química de oxígeno), concentración de fósforo total y NH₃, (amoníaco), por ello durante el cultivo se contempla el monitoreo diario o periódico de estos parámetros según les corresponda.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El monitoreo de estos parámetros nos indicará el momento exacto para poner en práctica el establecimiento de las medidas adecuadas para disminuir los contaminantes, entre las cuales se encuentran la aireación del sistema. ▪ Seleccionar tasas de siembra que no excedan la capacidad de carga o asimilación del sistema. ▪ La acuicultura intensiva requiere que el embalse tenga una adecuada tasa de recambio y además proveer de aireación mecánica complementaria para prevenir constantes concentraciones bajas de oxígeno y de esa forma promover la nitrificación y otros procesos aeróbicos y de purificación natural del agua. ▪ Para disminuir el índice de enfermedades se deberá mantener las densidades correctas, biomasa en función de la calidad de agua para lograr un mejor crecimiento. ▪ En la fase de engorda la posible contaminación por el uso indiscriminado o no controlado de productos químicos y antibióticos, será mitigada elaborando un manual de buenas prácticas de manejo y sanidad acuícola donde se especifique la problemática e identificar la enfermedad por parasitismo o bacteriosis.
BIOTA MARINA	Fauna Marina	La fauna marina presenta una gran diversidad, es una mezcla	El aumento desmedido y sin control sanitario del cultivo de moluscos bivalvos podría ocasionar la proliferación de

Componente	Factor	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		de origen tropical, templado y cosmopolita. Existen una gran cantidad de especies de importancia económica como: peces, almejas, jaibas, langosta. Asimismo, en el área existe un potencial turístico relacionado con especies marinas: observación de ballenas y otros mamíferos marinos.	<p>enfermedades parasitarias que pudieran afectar a las poblaciones silvestres de la Laguna.</p> <p>Es por ello que se capacitará al personal sobre el conocimiento, las mejoras continuas y la aplicación de buenas prácticas acuícolas, que sean parte fundamental para la producción y el acceso a mercados.</p> <p>Se considerará la bioseguridad en la introducción de los organismos a cultivar. Ésta implica identificar, priorizar e identificar estrategias eficaces y necesarias para prevenir la introducción, proliferación y propagación de patógenos.</p> <p>En coordinación con el Comité de Sanidad Acuícola de B.C.S. se establecerá las acciones de vigilancia para ayudar a detectar, prevenir, y controlar la dispersión de enfermedades de alto impacto en la unidad de manejo acuícola. Además de la supervisión la correcta aplicación de las medidas sanitarias establecidas.</p> <p>De establecer e implementar un Programa de buenas prácticas acuícolas, no se esperan cambios importantes en el Sistema Ambiental Regional</p>
	Productividad Primaria	La Laguna Ojo de Liebre es considerada como una zona con elevada productividad fitoplanctónica y sus poblaciones son muy diversas, fluctuando en relación con la temperatura del agua y el periodo de luz solar.	Debido a que el proyecto no tendrá influencia sobre este factor, no se espera observar cambios por lo que se considera que la Laguna se mantendrá como una zona con elevada productividad fitoplanctónica y sus poblaciones son muy diversas, fluctuando en relación con la temperatura del agua y el periodo de luz solar.
SOCIAL	Calidad de Vida	El sistema tiene un índice de pobreza o marginación Muy	La instalación de la unidad de manejo acuícola de productos altamente rentables asociado al aumento

Componente	Factor	Estado basal	Pronostico con Proyecto y medidas de mitigación
		Bajo, está considerada como una de las que ofrece mejor calidad de vida de México y en Baja California Sur. Índice de bienestar. El 90 % de la población tiene acceso a servicios públicos (agua, electricidad). Sin embargo en los caseríos aledañas al Proyecto existe una marginación muy alta.	de las ganancias económicas aportará un beneficio a este componente sin por ello, reflejarse directamente en los indicadores mencionados en el capítulo V de evaluación de impacto ambiental, por la magnitud de los cambios.
	Empleo	Existe un nivel de desempleo muy bajo. El sector terciario, son servicios (principalmente turísticos), genera el 81,8 % de empleos. El municipio de La Paz, así como la ciudad de La Paz, pertenecen al área geográfica "A" de los Salarios Mínimos Generales (SM) en México.	La instalación de infraestructura para una unidad de manejo acuícola generará empleos, aportando beneficio al SAR, sin por ello, reflejarse directamente en los indicadores mencionados en el capítulo V de evaluación de impacto ambiental, por la magnitud de los cambios.
ECONÓMICO	Programas de Desarrollo	El plan de desarrollo considera la actividad acuícola y pesquera como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región.	El plan de desarrollo considera la actividad acuícola y pesquera como una alta prioridad para impulsar el desarrollo de la región. Por lo que este escenario se mantiene.
	Actividades Productivas	En Guerrero Negro Las actividades principales son el comercio y servicios turísticos.	La instalación de infraestructura una unidad de manejo acuícola potenciará el desarrollo de las actividades productivas en el SAR.

VII.4 Pronóstico ambiental.

A partir del análisis de los tres escenarios anteriores se presenta el pronóstico del comportamiento de los principales componentes que serán afectados por el desarrollo del Proyecto.

La Localidad de Las Casitas presenta una playa arenosa con grandes áreas de inundación. El supralitoral se constituye principalmente de arenas consolidadas que contienen gran cantidad de conchas y guijarros, así como fanerógamas terrestres herbáceas que marcan el límite del supralitoral y el mesolitoral.

El meso litoral se integra de sustrato duro (arenisca) y sedimentos gruesos entre arena semifina. El infralitoral presenta extensas camas de pastos marinos sobre sedimentos finos y arenosos en los que se presentan ocasionalmente grupos de macroalgas y moluscos principalmente gasterópodos.

En la zona cercana al canal de mareas, en la zona del cultivo, se presentan con abundantes restos de conchas de moluscos con zonas de fango soportando el crecimiento de pastos escasos, algas verdes y coralinas con presencia de algunas esponjas, erizos y pepino de mar.

Es una laguna hipersalina en la que existe un exceso de salinidad respecto del océano adyacente debido a su situación geográfica y sus características morfológicas, existiendo un gradiente muy pronunciado de salinidad entre la boca de la laguna y su parte superior, o cabeza.

Sobrepuesto a este gradiente, en cualquier punto de la laguna la salinidad sufre variaciones con diversas escalas de tiempo en donde se ha encontrado que la salinidad en un punto de la laguna puede variar hasta en 2 *psu* durante el transcurso de un día.

En la Laguna Ojo de Liebre el componente principal en la circulación del agua se debe a la circulación inducida por la marea, que por las características morfológicas de la laguna es, en magnitud, la componente más importante y produce un flujo y reflujos del agua hacia el mar abierto con velocidades típicas que alcanzan magnitudes de 1 ms^{-1} . La calidad del agua es propicia para las pesquerías y el establecimiento de cultivos acuícolas.

En la laguna se pueden encontrar de manera natural bancos grandes de las almejas catarina (*Argopecten circularis*), chocolata (*Megapitana spp.*), callo de hacha (*Pinna rugosa*), pata de mula (*Anadara tuberculosa*), almeja voladora (*Pecten voqdesi*) y en menor abundancia madre perla (*Pinctada mazatlanica*) y concha nácar (*Pteria sterna*), vestigios de mano de león (*Lyropecten subnudus*), así también otras especies de moluscos que se encuentran en esta laguna son los caracoles panocha (*Astrea undosa* y *A. turbanica*), chino (*Muricanthus nigritus*) y burro (*Strombus galeatus*). Así mismo existen otros grupos de invertebrados pertenecientes al grupo de los crustáceos como la langosta (*Panulirus sp*) y la jaiba (*Callinectes sp.*) que podrían verse afectados por un mal manejo en la implementación del Proyecto acuícola.

Las especies de tortugas reportadas para la zona de la Reserva son tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), jabalina (*Caretta caretta gigas*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), caguama prieta (*Chelonia mydas*).

Entre los mamíferos marinos más carismáticos se encuentra la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), especie sujeta a protección especial, que durante la temporada invernal arriba a la costa occidental de la península donde se reproduce, siendo las principales áreas de reproducción las Lagunas de Ojo de Liebre y San Ignacio, ubicadas dentro de la Reserva.

El lobo marino (*Zalophus californianus*) se presenta en ambas costas de la Reserva. Es una especie muy abundante y actualmente se encuentra bajo protección especial. Otro mamífero marino presente en las costas de la Reserva es la foca común o foca de puerto (*Phoca vitulina*), también sujeta a protección especial.

La calidad del agua y la fauna marina, factores del componente Zona Marina, solo los elementos del SAR que más se verían afectados por lo que, con la implementación de un manual de buenas prácticas de cultivos acuícolas para moluscos bivalvos y en específico para el Proyecto de esta Unidad de producción; y siguiendo los procedimientos y controles de rutina, con la finalidad de prevenir y reducir la contaminación de la producción que se genere por agentes físicos, químicos y/o microbiológicos. Esto contribuirá a la salud de la unidad y a los organismos que habitan del Sistema Ambiental Regional.

De aplicarse esta medida de prevención, estos factores ambientales no se verán modificados.

Además se deberá de establecer y vigilar el cumplimiento de las normas técnicas sanitarias para el desarrollo y comercialización de los moluscos bivalvos, de todos los participantes en el Proyecto. Y con el aval de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) y el Comité de Sanidad Acuícola de B.C.S, implementar un programa de monitoreo de calidad del agua que permita identificar con tiempo problemas de sanidad.

VII.5 Evaluación de alternativas.

En este caso por las características del Proyecto no se presentan alternativas ya que:

a) La Ubicación: Se desarrollará en un sitio ya considerado como campo pesquero. Lo anterior favorece al aprovechamiento de la poca infraestructura existente para el arribo y salida de embarcaciones menores así como el camino de acceso para todas las actividades en el manejo de la unidad acuícola. Cabe mencionar que a nivel de Reserva de la Biosfera, está considerado dentro del área de amortiguamiento, en el que está permitido el uso del suelo acuícola y por sus características ambientales se considera un sitio apto para desarrollar dicho proyecto.

La configuración batimétrica del sitio, es ideal para el desarrollo de los cultivos de bivalvos lo que permite que se aproveche la mayor parte del polígono en las zonas de mayor profundidad se puede colocar en la superficie las líneas madres para la pre engorda, en el fondo las últimas fases de engorda de las almejas y callos, en la zona intermedia las líneas ajustables para la engorda y la de menor profundidad se aprovechan para el cultivo en camas y líneas ajustables con canastas australianas para dar el acabado tipo gourmet a los bivalvos que lo requieran.

b) De tecnología: En la región del sistema lagunar Ojo de Liebre - Laguna Manuela, los moluscos bivalvos, son un recurso pesquero de mucha importancia económica y las tallas que se alcanzan, aunado de la calidad ambiental del sitio, tienen una gran demanda a nivel internacional, de ahí la importancia de la actividad extractiva que se ha venido incrementando en los últimos años. Es por ello indispensable establecer el cultivo de estos organismos en la Laguna para evitar la sobreexplotación del recurso, mermando las poblaciones naturales del cuerpo de agua.

El conocimiento de la reproducción es crítico para entender los ciclos de vida y las estrategias

reproductivas de cualquier especie, conocimientos que son indispensables para desarrollar programas de manejo sustentable de los recursos y en algunos casos, sentar las bases para el desarrollo del cultivo de las especies. La laguna Ojo de Liebre, brinda todos los elementos indispensables para el establecimiento de estos cultivos.

c) De reducción de la superficie a ocupar: En el arreglo general de la Unidad de Manejo Acuícola, en una sola superficie restringida de la Laguna, se podrá apreciar que la distribución de las instalaciones estará optimizada por lo que se logrará el mínimo de superficie viable para Proyectos acuícolas de este tipo.

d) De compensación de impactos significativos: Se proponen las medidas adecuadas para reducir o eliminar los impactos identificados (ver capítulo VI).

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la Información

De acuerdo al artículo número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregan cuatro (4) ejemplares originales en forma impresa y diez (10) en versión electrónica, en disco óptico (CD), de los cuales ocho (8) se entregarán en PDF protegido, uno de los CD en formato PDF lleva la leyenda “CONSULTA AL PÚBLICO”. En todos los casos las figuras, planos, fotografías, etc., son a color. Se integra un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental que no excede de 20 cuartillas.

La información entregada está completa y en idioma español para evitar que la autoridad requiera de información adicional y esto ocasione retraso o falta de continuidad en el proceso de evaluación.

VIII.1.1 Cartografía

Los planos se integraron como figuras, dentro del texto de esta manifestación de impacto ambiental. Se realizaron de acuerdo a las especificaciones de la Guía para elaborar la Manifestación Ambiental en su Modalidad Regional.

VIII.1.2 Fotografías

Fueron integradas en el cuerpo de esta Manifestación de Impacto Ambiental como **Figuras**, para dar mayor claridad a cada uno de los capítulos presentados.

VIII.1.3Otros Anexos

Anexo 1. Documentos legales.

Anexo 2. Cartografía

Anexo 3. Manuales

Anexo 4. Enlaces de sitios con videos relacionado a las técnicas de cultivo semi-mecanizados

VIII.2 Memorias

Identificación de impactos. La metodología seguida tanto para la evaluación del impacto ambiental como la valoración cuantitativa de impactos para el presente trabajo, se describe a continuación y se enmarcó en lo especificado por la Guía para desarrollar una manifestación modalidad regional de la SEMARNAT.

A) Evaluación en Campo Establecimiento de Línea Base. Se realizaron visitas de campo para el establecimiento de la línea base y observación del estado inicial de los componentes ambientales en las cuales se hicieron recorridos de reconocimiento del área de estudio en general y en particular del predio del Proyecto. En este trabajo participaron especialistas para caracterizar el medio físico, biológico y socioeconómico.

B) Construcción del escenario modificado. La información proporcionada por el promovente, relacionada con la descripción del proyecto y las actividades a desarrollar durante la preparación del sitio, la construcción, operación y abandono de sitio del proyecto se sintetizó, ordenó y analizó. Con base en esta información, se elaboró la lista de las principales actividades a desarrollar para la ejecución del proyecto.

A partir de esta lista, fueron seleccionadas las actividades con potencial de causar impactos ambientales significativos en el área de estudio. Se revisó la información obtenida sobre regulaciones y ordenamientos de uso del suelo en el capítulo III y se utilizó la información generada en la caracterización ambiental, la correspondiente al diagnóstico y estructura del sistema desarrollado en el capítulo IV de esta Manifestación, para elaborar un listado de los componentes Y factores relevantes o críticos para el funcionamiento del sistema, que podrían ser potencialmente afectados por el proyecto.

Se generó una Matriz de Leopold en la cual, en las filas o renglones se colocaron los componentes del sistema que podrían ser afectados por el proyecto; y en las columnas, se listaron las acciones que se desarrollarán por la ejecución del proyecto para identificar las interacciones entre las actividades y los componentes relevantes y críticos.

Se modeló el escenario actual y se le sumaron las interacciones y efectos potenciales que se generarán con el desarrollo del proyecto para construir el escenario modificado.

Se realizó una comparación entre el escenario diagnóstico (línea base/actual) y el modelo hipotético del escenario futuro con el proyecto. El resultado conseguido permitió observar la diferencia entre el escenario diagnóstico (actual) y el escenario futuro, lo que se utilizó posteriormente como base para proponer las correspondientes medidas de prevención, mitigación y compensación.

C) Identificación de Impactos. En esta fase se discutieron las interacciones que se presentarían en los factores y componentes ambientales relevantes y críticos, al desarrollar las actividades del proyecto. La metodología a utilizar fue la de matrices y cadenas de impactos.

Las interrelaciones identificadas como positivas o negativas sobre los componentes relevantes y críticos, fueron tomadas de la Matriz de Leopold y registradas en la Matriz Cribada.

Las interacciones resultantes entre actividades de proyecto y componentes ambientales relevantes, fueron evaluadas con base en la experiencia y opinión de expertos, de acuerdo a la importancia y relevancia del componente potencialmente afectado y calificando: carácter del impacto (+ o -), magnitud, extensión o alcance, duración y si aplica, sinergia, acumulación y controversia, así como si la factibilidad de aplicar medida de mitigación. La evaluación y caracterización se basan en criterios establecidos por el grupo de trabajo de evaluación de impactos.

D) Caracterización y Descripción de los Impactos Ambientales. Una vez identificadas las interrelaciones (impactos) se procedió a calificarlas en cuanto a su magnitud, duración, extensión, etc., según los criterios de calificación establecidos más adelante y con base en la experiencia y la opinión de expertos. Ya calificados, los impactos se describieron para cada una de las etapas del proyecto.

E) Evaluación de los Impactos Ambientales. Los impactos se evaluaron para establecer su significancia, tomando en consideración la posibilidad (o no) de aplicación de alguna medida de mitigación que disminuya (o no) la magnitud del mismo.

Indicadores de impacto. Generalmente se utilizan como indicadores de impacto los diferentes componentes ambientales y se toman en cuenta los factores ponderados en la parte de Diagnóstico del capítulo IV. A continuación se enlistan los parámetros utilizados.

Lista indicativa de indicadores de impacto:

- **Calidad del aire.**- Límites establecidos por la Normatividad en Materia de Emisiones
- **Ruidos y vibraciones.**- Niveles sonoros (dB). Límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994.
- **Geología.**- Relieve. Recursos Pétreos, Cambio en la línea de costa (sedimentos).
- **Suelo.**- Características fisicoquímicas. Tasa de erosión. Estabilidad edáfica.
- **Hidrología.**- Disponibilidad en m³. Cuerpos de agua superficiales.
- **Hidrología subterránea.**- Balance Hídrico. Calidad del agua
- **Vegetación terrestre.**- Índice de valor de importancia (IVI). Riqueza. Presencia y Numero de especies protegidas (en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas afectadas/ especies reportadas.
- **Fauna Terrestre.**- Riqueza. Poblaciones de especies protegidas (en la NOM-059-SEMARNAT-2010) y/o endémicas afectadas / especies reportadas.
- **Paisaje.**- Singularidad. Integridad. Puntos de especial interés paisajístico afectado.
- **Zona Marina.**- Oceanografía física. Dinámica costera. Calidad del agua
- **Biota Marina.**- Vegetación marina afectada, Riqueza, Fauna marina afectada, Productividad primaria. Especies bajo estatus de protección. Especies comerciales.
- **Pesquerías y Comunidades de peces.**- Porcentaje de la pesca nacional en aguas interiores. Número de zonas de pesca. Número de especies aprovechadas. Captura y esfuerzo (rendimiento)
- **Factores Sociales.**- Vivienda. Calidad de vida. Salud y seguridad social.
- **Factores Económicos.**- Empleo. Planes de desarrollo. Diversidad de actividades productivas. infraestructura y servicios. Uso del suelo.

Criterios y metodologías de evaluación.

Metodologías de Evaluación y Justificación de la Metodología:

A) Matrices

Las matrices han sido elegidas como instrumento del método de identificación de impactos ambientales porque permiten considerar las acciones y los impactos del proyecto en el contexto de las demás acciones o impactos del proyecto. El uso de matrices tiene como fundamento evitar que se dirija la atención a uno de los factores o impactos en detrimento de otros (Canter, 1998).

Matriz de interacción. Esta matriz consiste en una modificación realizada a la Matriz de Leopold (1979). La ventaja de esta técnica es que se relacionan las actividades en las diferentes etapas del Proyecto con los componentes y factores ambientales, lo que facilita la interacción de éstas, reflejando los posibles impactos al ambiente durante la vida útil del Proyecto. Por lo tanto, es un buen método para mostrar resultados. Su principal desventaja es que en ocasiones puede no ser muy objetiva, ya que cada grupo evaluador tiene la libertad de desarrollar su propio sistema de jerarquización y evaluación de los impactos.

Los impactos identificados debido al desarrollo del Proyecto se calificaron con base en el efecto que ejercen las actividades inherentes al Proyecto sobre los factores ambientales, en función de una serie de atributos que determinan la importancia de cada interacción observada.

Fue a partir de la valoración de la importancia de los impactos, que se identificó a aquellos que resultarían ser relevantes (significativos), y hacia los que deberán concentrarse en mayor grado las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Para la identificación de las interacciones entre actividades del Proyecto y factores ambientales se generó una matriz conformada, por una parte, por la lista de los factores ambientales identificados (C= filas), y por otro lado por la lista de las actividades del Proyecto (A= columnas).

Se asignaron calificaciones según su naturaleza (N); positivas (+) para efectos potenciales de impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para efectos potenciales de impactos adversos. Se utilizó el número 1 seguido del signo positivo o negativo, así como los colores: en

azul para los efectos positivos y rojo para los negativos, para facilitar y hacer más gráfico su manejo). Este proceso se repitió para todas y cada una de las acciones del proyecto.

Para facilitar la identificación, registro y manejo de los impactos, en las interacciones que se presentarán, durante cada una de las diferentes etapas del Proyecto, se dividieron y numeraron bajo el siguiente esquema; **PC-00** para de Preparación del Sitio y Construcción; **OM-00** para las de la etapa de Operación y Mantenimiento; y **AB-00** para las de la etapa de Abandono

Las interacciones entre actividades del proyecto y factores ambientales, fueron evaluadas con base en la experiencia, la opinión de expertos y a partir de una valoración cualitativa, que consiste en obtener una estimación de los posibles efectos que recibirá el ambiente, mediante una descripción lingüística de las propiedades de tales efectos.

Criterios

En la **Tabla VI-6** se definen los criterios básicos y complementarios utilizados en la valoración de impactos.

Calificación.

Para la valoración numérica se utilizó una fórmula (Golder Associates 2000) donde se incluyeron los criterios (ver **Tabla V-8**), a los cuales se les asignó un valor numérico, lo cual permitió hacer comparaciones y nos sirvió para determinar la importancia y jerarquizar los diferentes impactos. La clasificación ambiental para cada impacto (CA) se determinó por la siguiente fórmula:

$$CA = C * P * (R + E + I + D + S).$$

Donde P, corresponde a la asignación del peso (en un rango del 0.1 al 1) asignado a cada indicador evaluado por opinión experta de especialistas con experiencia tanto en el área de estudio como en la ejecución de proyectos similares.

A los impactos ambientales calificados para todos los componentes ambientales se les determinó su significancia, de acuerdo a los rangos de valor que se muestran en la **Tabla V-9** y fueron descritos en una matriz.

En general un impacto se calificó como significativo o altamente significativo cuando estuvo involucrado un componente ambiental de importancia mayor, y cuando el efecto sobre él es irrecuperable y cubre una extensión amplia.

Tabla V-9. Rangos de valor de importancia.

Rangos de valor	Significancia	Código
0 a 5	Positivo no significativo	Azul claro
5.1 a 15	Positivo significativo	Azul
-5 a 0	Negativo no significativo	Amarillo
-10 a -5.1	Negativo significativo	Rosa
-15 a -10,1	Negativo altamente significativo	Rojo

VIII-3. Glosario de términos

Acuífero: es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas.

Área de sembrado: superficie que se utiliza para sembrado de las estructuras cuyas dimensiones están en función del número de estructuras arrecifales a utilizar.

Área rural: zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Autoridad Ambiental: es aquella encargada de hacer cumplir el Reglamento y demás leyes aplicables en materia Ambiental, dentro de su correspondencia

Banco de material: sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Bajada: franja de terreno suavemente inclinado formado en las bases de las cadenas montañosas.

Beneficioso o perjudicial: positivo o negativo.

Biodiversidad: es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Calidad Paisajística: se refiere a tres elementos de percepción como son: la calidad visual del entorno inmediato, las características intrínsecas del punto y la calidad del fondo escénico.

Capacidad instalada: potencia nominal o de diseño de una instalación eléctrica de generación o consumo

Características litológicas: descripción de las rocas: tamaño de grano, del tamaño de las partículas, así como sus propiedades físicas y químicas.

Componentes ambientales críticos: son aquellos 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.

Cuenca hidrológica: el agua que escurre en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve, el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas a través de un único escurrimiento superficial.

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

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.

Desmante: remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Despalme: retiro de la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de los edificios.

Estructura arrecifal: bloque de concreto construidas con cemento marino de acuerdo a las normas de la SEMAR cuyas medidas son 120 cm de largo 90 cm de ancho y 13 a 15 cm de alto.

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

Emisión: la descarga directa o indirecta a la atmosfera de toda energía o sustancia, en cualquiera de sus estados físicos.

Escorrentía: es la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida.

Erosión: proceso de sustracción o desgaste del relieve del suelo intacto (roca madre), por acción de procesos geológicos exógenos como las corrientes superficiales de agua o hielo glaciar, el viento o la acción de los seres vivos.

Especies Clave: especies con un papel e importancia funcional para las cadenas tróficas, pueden serlo en todos o en algún estadio de vida.

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.

Especies En riesgo: especies con algún estatus dentro de la NOM-SEMARNAT-059 o especies que aunque no están amenazadas o en peligro de extinción, presentan poblaciones en

deterioro, o con explotaciones pesqueras al máximo nivel sostenible.

Especies Endémicas: especies de distribución restringida al sitio o regional.

Especies Migratorias: especies de presencia temporal, que muestran hábitos migratorios, que utilizan la zona como parte de sus recorridos migratorios o en algún estadio de vida.

Especies Prioritarias: especies bajo protección especial en categoría de amenazadas o en peligro de extinción de acuerdo a la NOM-059. Especies que presentan un marcado deterioro y reducción poblacional.

Especies residentes: especies de presencia permanente.

Especies útiles: especies de importancia económica actual en el sitio. En el ambiente marino fueron especies de importancia pesquera actual

Estabilidad edafológica: la estabilidad edafológica de un suelo está relacionada con el grado de desarrollo que este presenta; y su relación está basada en el grado de intemperización edafocímica y se refiere a la descomposición y la desintegración química y física de las rocas y los minerales contenidos en ella.

Exorreica: es una cuenca que desemboca en el mar o en el océano.

Fragilidad del Paisaje: es la capacidad de absorción de los cambios que se produzcan en el mismo.

Fuente móvil de contaminación atmosférica: todo vehículo motorizado de combustión interna con la capacidad de desplazarse y que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmosfera.

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

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 significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de

la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

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

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

Importancia: indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente.

Intemperización: cambios ambientales (temperatura, luz, viento etc.) a los que la roca sólida se encuentra expuesta en la superficie terrestre, experimentando demolición y degradación.

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.

Lixiviado: líquido que se forma en los procesos de reacción, arrastre y percolación de los residuos sólidos, que contiene disueltos o en suspensión elementos contaminantes que están presentes en los residuos mismos.

Llanura costera con lomeríos: área predominantemente con elevaciones bajas extendidas y no mayores a 200 metros de altitud sobre el nivel base de referencia, que termina en el mar.

Lomerío tendido: conjunto de lomas o elevaciones no mayores a 200 metros sobre el nivel base de referencia, extendidas en forma horizontal.

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

Medidas de compensación: conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

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

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

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

Playa arenosa: topografía compuesta de material arenoso, desarrollada a lo largo de la costa.

Perturbación: proceso que modifica patrones espaciales y temporales de composición de especies (presencia o ausencia, abundancia absoluta relativa, riqueza) y estructura (distribución espacial, tanto vertical como horizontal, de la biomasa y los organismos, diversidad y equitabilidad, redes tróficas, estructura de edades y tamaños de las poblaciones), así como la dinámica y funcionamiento de los ecosistemas (tasas de flujo de energía y reciclaje de nutrientes, interacciones de las especies, sucesión).

Piso de valle: depresión alargada e inclinada hacia el mar o una cuenca endorreica.

Región fitogeográfica: flora de una región geográfica determinada.

Residuos de manejo especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

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.

Sedimento: material sólido, fragmentario y no consolidado, originado en la superficie de la tierra por decantación o precipitación.

Sierra baja: línea de montañas con una elevación poco considerable, se caracteriza por tener surcos en lugar de piedras en las alturas. Su paisaje es el de una llanura que de pronto se sume

en el abismo.

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.

Visibilidad: es la cualidad perceptible, que se relaciona con el área o territorio que puede apreciarse desde un punto determinado.

VIII.4 Referencias Bibliográficas

- Ansari, Z.A., B.S. Ingole y A.H. Parulekar, 1986. Effect of high organic enrichment on benthic polychaete population in an estuary. *Mar. Poll. Bull.* 17: 361-365.
- Arredondo, G. F. 1983. Variación cualitativa y cuantitativa del fitoplancton del estero El Cardón, Baja California Sur (noviembre 1978 a junio de 1979). Tesis de licenciatura. UABC. 51 p.
- Bastida-Zavala, J.R. y J.A. de León-González 2002. A new species of *Hydroides* (Polychaeta: Serpulidae) from western México. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 82,
- Bellan, G. 1964. Influence de la pollution sur le faune annélidienne des substrats meubles. *Comm. Intern. Explor. Sci. Mer. Médit.* 1964: 123-126.
- Berkeley, E. y C. Berkeley 1939. On a collection of Polychaeta, chiefly from the best coast of Mexico. *Ann. Mag. Nat. Hist. ser 2, 3:* 321-346.
- Berkeley, E. y C. Berkeley 1958. Some notes on a collection of Polychaeta from the northeast Pacific south of Latitude 32° N. *Can. J. Zool.* 36: 399-407.
- Booij N. R. C. Ris, and I. H. Holthuijsen. 1999. A third-generation wave model for coastal regions: 1. Model description and validation, *J. Geophys. Res* 104 (C4), 7649-7666.
- Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Pub., Dubuque Iowa, 3 ed. 237 pp.
- Campa, M. F. y Coney, P. J. 1982. Tectono-Stratigraphic terrones and mineral resource distribution in México. *Eart SCI.* Vol. 20.
- Chamberlin, R. V. 1919. The annelida Polychaeta of the Albatros tropical Pacific Expedition, 1891-1905. *Mem. Mus. Comp. Zool. Harv. Univ.* 48: 1-514.
- CICESE. 2006. Programa de predicción de marea MAR versión 0.32. Ensenada, B.C.
- CONAPO, 1995, Índice de Marginación por localidad 1995, Consejo Nacional de Población, México.
- Consejo de Recursos Minerales (CRM). 1999. Monografía Geológica- Minera del Estado de Baja California Sur. Pachuca Méx.

- Cota, H. y J. Gimete. 1986. Observaciones sobre la vegetación del Desierto Vizcaíno en Baja California. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 31: 37-42.
- Crema, R. y A.M. Bonvicini-Paglai 1980. The structure of benthic communities of an area of thermal discharge from a costal power station. *Mar. Poll, Bull.* 11: 221-224.
- De La Cruz-Orozco, M.E. 2002. Efecto de El Niño 1998 – La Niña 1999 en el oxígeno disuelto de la región sur de la Corriente de California. Tesis profesional, UABC, Ensenada, B.C. 75 P.
- De León González, J.A. & V. Díaz-Castañeda 1998. Two new species of *Nereis* (Polychaeta: Nereididae) from Todos Santos Bay, Ensenada, Baja California, México. *Procc. Biol. Soc. Wash.* 111(4): 823-828.
- De León-González, J.A. A. Rodríguez-Valencia 1996. Orbiniidae (Polychaeta) from soft bottom of the western coast of Baja California Peninsula, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 58(3): 169-174.
- De León-González, J.A. & G. Góngora-Garza 1992. Soft-bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, México. 3. A new species of *Ceratocephale* (Nereididae). *Cah. Biol. Mar.* 33: 417-424.
- De León-González, J.A. & V. Solís-Weiss 1998. The genus *Perinereis* (Polychaeta: Nereididae) from Mexican littorals with the redescription of *P. anderssoni* and *P. elenacasoae*. *Procc. Biol. Soc. Wash.* 111(3): 674-693. (USA).
- De León-González, J.A. 1990a. *Eunice orensanzi*, a new eunicid polychaete from the western coast of Baja California Sur, Mexico: with a key to the known mexican species of *Eunice*. *Rev. Biol. Trop.* 38 (2A): 259-266
- De León-González, J.A. 1990b. Dos serpulidos nuevos para el Pacífico mexicano y duplicidad opercular en *Hydroides crucigerus* (Polychaeta: Serpulidae). *Rev. Biol. Trop.* 38 (2A): 335-338.
- De León-González, J.A. 1991a. Poliquetos de fondos blandos de la costa occidental de Baja California Sur, México. I. Pilargidae. *Cah. Biol. Mar.*, 32: 311-321.
- De León-González, J.A. 1992. Soft bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, México. II. Poecilochaetidae. *Cah. Biol. Mar.* 33: 109-114.
- De León-González, J.A. 1994. Soft bottom polychaetes from the western coast of Baja California Sur, Mexico. 4. Onuphidae. *Cah. Biol. Mar.* 35: 57-67.
- De León-González, J.A. 1998. Spionidae and Opheliidae (Annelida: Polychaeta) from the western coast of Baja California, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 60 (1): 7-16
- De León-González, J.A. y V. Solís-Weiss. 2000. A review of the Polychaete family Nereididae from western Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 67 (1): 1-20.
- De León-González, J.A. y V. Solís-Weiss 2001. Two new species of *Nereis* (Polychaeta: Nereididae) from the Mexican Pacific. *Procc. Biol. Soc. Wash.* 114(4): 881-886.
- DE VRIEND, H. 1991. Mathematical modeling and large scale coastal behavior: Part I. Physical processes. *Journal of Hydraulic Research*, 29, 727-740.

- DHI. 1994. Hydrodynamic module. User's guide, release 2.4, General utilities, Danish Hydraulic Institute, Hørsolm, Denmark, 76 p.
- Diario Oficial de la Federación. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 6 de Marzo: 1-85.
- Díaz-Castañeda, V. & J.A. de León González (en revisión). Contribución al conocimiento de las comunidades de anélidos poliquetos de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *En: Bahía Magdalena, Estudios Ecológicos*. CICIMAR-IPN.
- Downes, B.J., P.S. Lake, E.S.G. Schreiber and Glaister. 2000. Habitat structure, resources and diversity: the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. *Oecologia*, 123: 269-581.
- DURAZO, A.R. Y T.R. BAUMGARTNER. 2001. Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography*, **54**, 7-31.
- ELIAS, E.P.L., J. CLEVERINGA, M.C. BUIJSMAN, J.A. ROELVNIK Y M.J.F. STIVE. 2006. Field and model data analysis of sand transport patterns in Texel Tidal Inlet (the Netherlands). *Coastal Engineering*, **53**, 505-529.
- Fauchald, K. 1968. Onuphidae (Polychaeta) from Western Mexico. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol. 3: 1-82.
- Fauchald, K. 1970. Polychaetous annelids of the families Eunicidae, Lumbrineridae, Iphitimidae, Arabellidae, Lysaretidae and Dorvilleidae from Western Mexico. *Ibid.* 5: 1-135.
- Fauchald, K. 1972. Benthic polychaetous annelids from deep water off Western Mexico and adjacent areas in the Eastern Pacific Ocean. *Ibid.* 7: 1-575.
- FIGUEROA-GONZÁLEZ, J.C. 2002. Circulación superficial considerando geostrofia y la deriva de Ekman, entre Ensenada, B.C. y San Carlos, B.C.S. durante 1999. Tesis profesional, UABC, Ensenada, B.C. 60 p.
- Flores, E.Z. 1998. Geosudcalifornia. Geografía, agua y ciclones. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. Pp 277
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World Soil Resources Reports No. 94. Roma. 334 pp.
- FOREMAN, M. G. G. 1977. Manual for tidal heights analysis and prediction. Pac. Mar. Sci, Inst. of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney, B.C. Rep. 77-10, 97 pp.
- FOREMAN, M. G. G. 1978. Manual for tidal heights analysis and prediction. Pac. Mar. Sci, Inst. of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sydney, B.C. Rep. 78-6, 70 pp.
- FRÍAS V. Y C. MORENO. 1988. Ingeniería de costas. Limusa, pp. 339.

- Garate-Lizarraga I., M.L. Hernández-Orozco, C. Band-Schmidt and G. Serrano-Casillas. 2001. Red tides along the coasts of Baja California Sur, México (1984 to 2001). *Oceánides*, 16(2):127-134.
- García E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Copen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. 252 pp
- García-Hernández V. C. (1998). Distribución de macroalgas asociadas a bancos de abulón en Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S., México. 129 pp.
- García-Hernández V. C. (1998). Distribución de macroalgas asociadas a bancos de abulón en Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. U.A.B.C.S. La Paz, B.C.S., México. 129 pp.
- GAUL, R. D. y S. B. JR. HARRIS. 1960. Nearshore currents off San Diego, California. *Journal of Geophysical Research*, 65(5): 1543-1556.
- Gaxiola Castro G., S. Nájera de Muñoz, y S. Álvarez Borrego. 1987. Fitoplancton de invierno del océano Pacífico mexicano. Winter Phytoplankton of the Mexican Pacific Ocean. *Ciencias Marinas*. 13(4):129-135.
- GODÍN, G. 1972. The analysis of tides. Toronto University Press, 264 pp.
- GONZÁLEZ-CALVILLO, A. Y L. A. CUPUL-MAGAÑA. 1986. Causas de erosión en Playas de Tijuana, B.C. durante el período 1975-1985. *Ciencias Marinas*, 12(3): 82-94.
- Grassle, J.F. y J.P. Grassle 1977. Temporal adaptations in sibling species Of *Capitella*. Pp. 177-190. *En. Ecology of Marine Benthos*. B.C. Coull (ed.), Univ. S. Carolina.
- GRAVENS, M.B., N. KRAUS Y H. HANSON. 1991. GENESIS: A Generalized Shoreline Change Model for Engineering Use, Report 2, Technical Reference. Technical Report CERC-89-19, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, MS.
- Guiry, M.D. 2006. *Algae Baseversion 4.1*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 02 August 2006.
- Guiry, M.D. 2006. *Algae Baseversion 4.1*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 02 August 2006.
- Hartman, O. 1939. New species of polychaetous annelids from southern California. *Univ. Calif. Publ. Zool.* 7: 159-171.
- Hartman, O. 1940. Polychaetous annelids, 2. Chrysopetalidae to Goniadidae. *Allan Hancock Pac. Exped.* 7: 173-287.
- Hartman, O. 1944. Polychaetous annelids, 5. Eunicea. *Allan Hancock Pac. Exped.* 10: 1-237.
- Hartman, O. 1947. Polychaetous annelids, 7. Capitellidae. *Allan Hancock Pac. Exped.* 10: 391-481.
- Hartman, O. 1950. Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. *Allan Hancock Pac. Exped.* 15: 1-181.
- Hartman, O. 1957. Orbiniidae, Apistobranchidae, Paraonidae and Longosomidae (=Heterospionidae). *Allan Hancock Pac. Exped.* 15: 211-393.
- Hernández-Trujillo S., F. Gómez-Ochoa y G. Verdugo-Díaz. 2000. Dinámica del plancton en la región sur de la Corriente de California. *Rev. Biol. Trop.* 49(1):15-30.

- HICKEY, B. M. 1979. The California Current system, hypotheses and facts. *Progress in Oceanography*, 191-279.
- HICKEY, B.M. 1998. Coastal oceanography of western North America from the tip of Baja California to Vancouver Islands: Coastal segment. *The Sea*, 11, eds. A.R. Robinson y K. H. Brink, New York, John Wiley and Sons, 345-391.
- Howell, S.N.G. 2001. Regional Distribution of the Breeding Avifauna of the Baja California Peninsula. *In* Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution, and Taxonomy (R.A. Erickson and S.N.G. Howell, eds.) Monographs in Field Ornithology. No. 3. Amer. Birding Assoc. Colorado Springs.
- Howell, S.N.G., R.A. Erickson, R.A. Hamilton & M.A. Patten. 2001. An Annotated Checklist of the Birds of Baja California and Baja California Sur. *In* Birds of the Baja California Peninsula: Status, Distribution, and Taxonomy (R.A. Erickson and S.N.G. Howell, eds.) Monographs in Field Ornithology. No. 3. Amer. Birding Assoc. Colorado Springs.
- Aguirre-Hernández E., G. Gaxiola-Castro, S. Nájera-Martínez, T. Baumgartner, M. Kahru, B. G. Mitchell. 2004. Phytoplankton absorption, photosynthetic parameters and primary production off Baja California: summer and autumn 1998. *Deep-sea Research II* 51 799-816.
- INEGI, 2010, XI Censo General de Población y Vivienda de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía.
- INEGI, 2010, Censo 1995 de Población y Vivienda de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.
- INEGI, 1996. Estudio Geohidrológico del Estado de Baja California Sur. Aguascalientes, Ags,
- INEGI, 1997, División Territorial del estado de BCS 1810 a 1995, México.
- INEGI, 1999, Indicadores de empleo y desempleo, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, 2010, Anuario Estadístico del Estado de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, 2010, Cuaderno Estadístico Municipal de San Cristóbal, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática México.
- INEGI, 2010, Anuario Estadístico del Estado de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, 2010, XII Censo General de Población y Vivienda del Estado de BCS, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI., 1982. Carta Topográfica: G11B38, esc. 1: 50 000
- KOMAR, P. D. 1974. Beach processes and sedimentation. Prentice Hall. Englewood Cliffs, N.J. 427 pp.
- KOMAR, P.D. Y D.L. INMAN. 1970. Longshore sand transport on beaches. *Jour. Geophys. Res.*, **75** (30): 5914-27.

- LARA-LARA, J.R. Y C. BAZÁN-GUZMÁN. 2005. Distribución de clorofila y productividad primaria por clases de tamaño en la costa del Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*, **31**(1A):11:21.
- LARIOS-CASTILLO, S. I. 1997. Características de la circulación en la región costera entre Tijuana y San Quintín, Baja California, México, durante octubre de 1995 y junio de 1996. Tesis de Maestría, UABC, Ensenada, B.C.
- León de la Luz, J. L., J. J. Pérez Navarro y A. Breceda. 2000. A transitional xerophitic tropical plant community of the Cape Region, Baja California. *Journal of Vegetation Science*. Vol 11, No. 4: 555-564.
- León de la Luz, J. L., Rocío Coria B. y J. Cansino. 1994. Listados florísticos de México: Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Serie Listados Florísticos de México, Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 29 p.
- León de la Luz, J. L.; J. Cancino H.; L. Arriaga C. Asociaciones Fisonómico-florísticas y Flora. 1991. en: L. Arriaga y A. Ortega. El Desierto Vizcaíno. Publicación 2 del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C. p 145-175.
- LLUCH-BELDA, D. 2000. Centros de Actividad Biológica en la costa occidental de Baja California. En: LLUCH-BELDA D., J. ELORDUY-GARAY, LLUCH-COTA S. Y G. PONCE-DÍAZ. Centros de Actividad Biológica (BACS) en el Noroeste de México. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT, pp- 49-64.
- LONGUET-HIGGINS, M.S. 1970. Longshore currents generated by obliquely incident sea waves, *Journal of Marine Research*, **XI** (3): 13-22.
- López-Ramos, E. 1979. Geología de México Tomo II. UNAM, México,
- LYNN, R.J. Y J.J. SIMPSON. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, **92**: 12,947-12,966.
- MARINONE, S.G. Y M. F. LAVÍN. 1997. Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. En: M.F. LAVÍN (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, 113-138 pp.
- MEDINA-FUENTES, E. 2003. Modelación de trayectorias de los derrames de hidrocarburos frente a las costas de Rosarito, B.C., México. Tesis Profesional, UABC, Ensenada, B.C., 44 p.
- MICHAUD, F., T. CALMUS, M. SOSSON, J. Y. ROYER, J. BURGOIS, A. CHABERT, F. BIGOT-CORMIER, B. BANDY, C. MORTERA-GUTIÉRREZ Y J. DYMET. 2005. La zona de falla Tosco-Abreojos: un sistema lateral derecho activo entre la placa del Pacífico y la Península de Baja California. *Boletín de la Soc. Geológica Mexicana*, Vol. Conmemorativo del Centenario Grandes Fronteras Teutónicas de México, Tomo LVII, No. 1, pp. 53-63.
- Millán-Núñez E., M.E. Sieracki, R. Millán-Núñez, J.R. Lara-Lara, G. Gaxiola-Castro and C. C. Trees. 2004. Specific absorption coefficient and phytoplankton biomass in the southern region of the California Current. *Deep-Sea Research II* 51 817-826 pp.
- Millán-Núñez E., y D.H. Loya-Salinas. 1993. Variabilidad temporal del fitoplancton en una zona costera del noroeste de Baja California. *Ciencias Marinas*. 19(1):61-74.

- Millán-Núñez R., E. Ripa Soleno y L. A. Aguirre Buenfil. 1987. Estudio preliminar en la composición y abundancia del fitoplancton y clorofilas en la laguna Ojo de Liebre, BCS. *Ciencias Marinas* 13(1):30-38.
- National Weather Service via el NOAA PORT con el servicio de datos de satélite <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>.
- Orellana, C. E., V. Gendrop F. y F. Arredondo G., 1987. El fitoplancton superficial del estero "El Cardón" B. C. S. (nov. 1978-jun. 1979). *Mem. V Simp. Biol. Mar. UABCS*: 9-15.
- Rangin, C., 1979. Evidence for superimposed subduction and collision processes during Jurassic-Cretaceous times along Baja California continental borderland. In: Abbott, P. L. And Gastil, R.G. (Eds.). *Baja California Geology*. Department of Geol. Sciences, San Diego Univ. Field-Trip Guidebook for the 1979 Geol. Soc. of Amer. Meeting, San Diego, Ca. P. 37-52.
- Reish, D. 1957. The relationship of the polychaetous annelid *Capitellacapitata* (Fabricius) to waste discharge of biological origin. Pp. 195-200. *En: Biological problems in Water Pollution*. U.S. Public Health Serv., Washington.
- RICO, A. Y H. DEL CASTILLO. 1990. La ingeniería de suelos en las vías terrestres, carreteras, ferrocarriles y aeropistas. Volumen I. LIMUSA, 459 p.
- Rioja, E. 1947. Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos de Baja California y Mar de Cortés. *An. Inst. Biol. UNAM* 18: 197-224.
- Rioja, E. 1963. Algunos anélidos poliquetos de las costas del pacífico de México. *An. Inst. Biol. UNAM* 33: 131-229.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México D.F. 431 p
- Salazar-Vallejo, S.I., J.A. de León González & H. Salaices 1989. *Poliquetos (Annelida-Polychaeta) de México*. Univ. Auton. Baja Calif. Sur, Libros Universitarios, 210 pp.
- Salinas, C., R. Coria y E. Díaz. 1991. *Climatología y Meteorología*. In: L. Arriaga y A. Ortega. *El Desierto Vizcaíno*. Publicación 2 del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C. p 95-115.
- Sánchez Pérez Elvia Denisse 2005. *Áreas Biogeográficas A Partir De Curvas Espectrales De Absorción De Luz Por Fitoplancton En Aguas Costeras De Baja California Durante Julio Del 2001*. Tesis Licenciatura Universidad Autónoma De Baja California Facultad De Ciencias Marinas.
- Sedlock, R.L., Ortega-Gutiérrez, F. y Speed, R.C. 1993. Tectono-Stratigraphic terranes and tectonic evolution of México. *Geological Society of America Special Paper* 278, 153 p.
- Servicio Sismológico Nacional (SSN)., 2004. *Bol. Sismológico Nacional*. (en línea) disponible en : <http://www.ssn.unam.mx/>.
- SHWARTZLOSE, A. Y J. L. REID. 1972. Near-shore circulation in the California Current. *CALCOFI Report*, 16: 57-65.

Simon, J.L. y D. M. Dauer 1977. Reestablishment of a benthic community following natural defaunation. pp. 139-154. *En Ecology of Marine Benthos*. B.C. Coull (ed.), Univ. S. Carolina.

TROYO-DIÉGUEZ, S., O. ZAYTSEV, M. SALDÍVAR-REYES Y A. LEÓN-MANILLA. 2005. Estudio de ondas gravitacionales en la Plataforma Pacífica de Baja California Sur. Resumen, <http://www.ugm.org.mx/pdf/geos02-2/OCE02-2.pdf>

Wiggins, I. L. 1969. OBSERVATIONS ON VIZCAINO DESERT AND ITS BIOTA. *Procc. Of the California Academy of Sciences*. 4th. Ser. Vol XXXVI, No. 11: 317-346

Wiggins, I. L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press., Stanford, CA. 1025 p.