

**Área que clasifica.** -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

**Identificación del documento.** -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas.** -Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.



**Firma del titular.- Ing. Juan Manuel Torres Burgos**

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** -Resolución ACTA\_09\_2022\_SIPOT\_1T\_2022\_ART69, en la sesión celebrada el 18 de Abril de 2022.



# 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**



## **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

### **CAPÍTULO I**

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

## Contenido

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. -----</b>	<b>3</b>
<b>II.I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. -----</b>	<b>3</b>
II.I.1 Nombre del proyecto. -----	3
II.I.2 Ubicación del proyecto-----	3
<b>II.II. Datos generales del promovente. -----</b>	<b>4</b>
II.II.1 Nombre o razón social-----	4
II.II.2 Registro Federal de Contribuyente del promovente -----	4
II.II.3 Nombre y cargo del representante legal. Anexar copia certificada del poder otorgado. -----	4
II.II.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones -----	4
<b>II.III. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental-----</b>	<b>4</b>
II.III.1 Nombre o razón social-----	4
II.III.2 Dirección -----	4
<b>Figura I.1 Ubicación física del proyecto. ....</b>	<b>3</b>

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

### II.I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

#### II.I.1 Nombre del proyecto.

"ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE"

#### II.I.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubicará en las coordenadas geográficas 24°17.00' Latitud Norte y 110°20.25' Longitud Oeste, aproximadamente a 405.00 m al Sur (153°) de la Isla Gaviota, a 183.00 m al Oeste (253°) de Punta Gaviota y a 632.00 m al norte (324°) de Nepomuceno, en el municipio de La Paz, estado de Baja California Sur, tal como se muestra en la siguiente imagen.

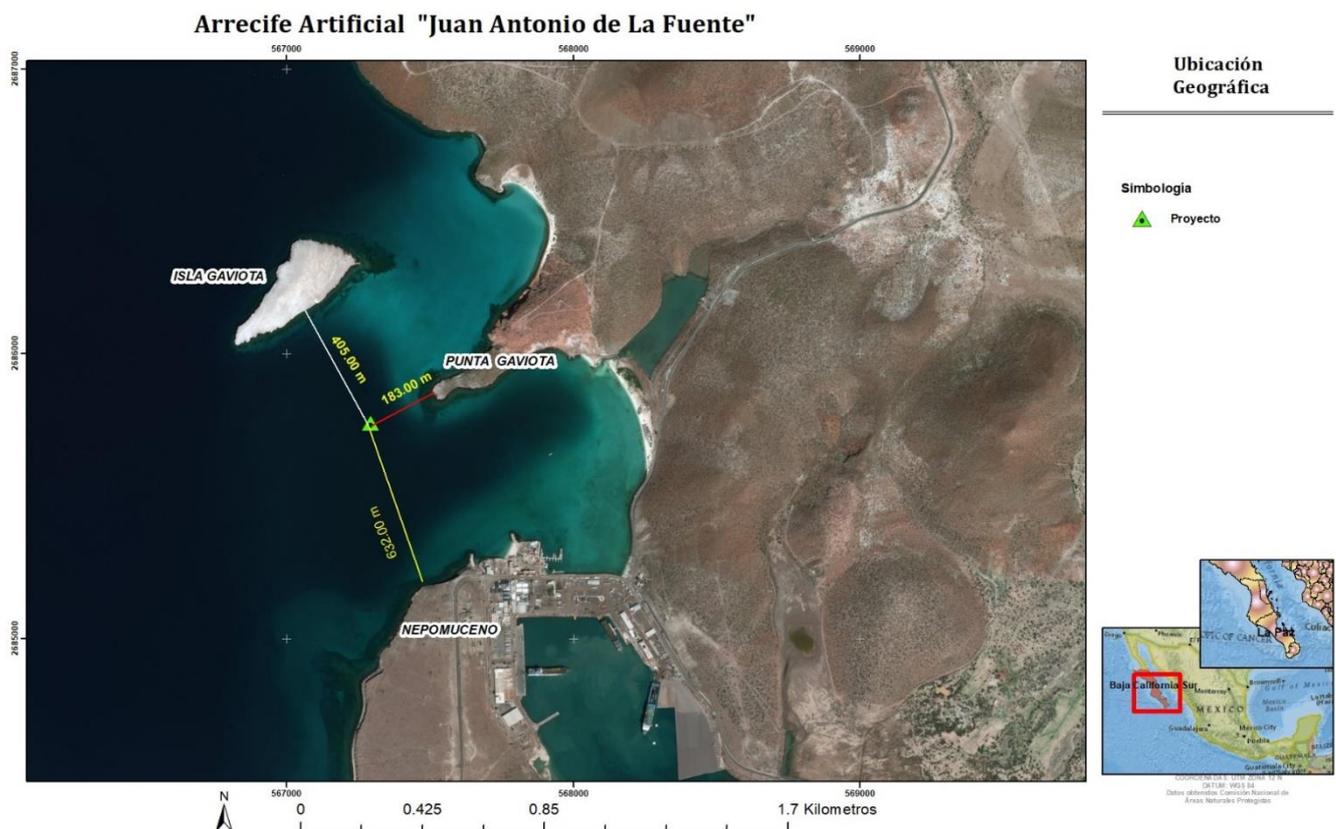


Figura I.1 Ubicación física del proyecto.

## **II.II. Datos generales del promovente.**

### **II.II.1 Nombre o razón social**

Gobierno del Estado de Baja California Sur

### **II.II.2 Registro Federal de Contribuyente del promovente**

[REDACTED]

### **II.II.3 Nombre y cargo del representante legal. Anexar copia certificada del poder otorgado.**

[REDACTED]

### **II.II.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones**

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

## **II.III. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental**

### **II.III.1 Nombre o razón social**

[REDACTED]

[REDACTED]

### **II.III.2 Dirección**

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

# **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

## Contenido

<b>II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>4</b>
<b>II.I. INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>4</b>
<b>II.II. INFORMACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>7</b>
<b>II.II.1 Naturaleza del proyecto.</b> .....	<b>8</b>
<b>II.II.2 Objetivo.</b> .....	<b>8</b>
<b>II.II.3 Justificación</b> .....	<b>9</b>
<b>II.II.4 Selección del sitio</b> .....	<b>10</b>
<b>II.II.5 Ubicación física.</b> .....	<b>11</b>
<b>II.II.6 Dimensiones del proyecto</b> .....	<b>13</b>
<b>II.II.7 Inversión requerida</b> .....	<b>13</b>
<b>II.II.8 Vida útil del proyecto.</b> .....	<b>13</b>
<b>II.II.9 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua</b> .....	<b>13</b>
<b>II.III. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO</b> .....	<b>14</b>
<b>II.III.1 Programa de trabajo.</b> .....	<b>20</b>
<b>II.III.2 Obras y/o actividades del proyecto</b> .....	<b>21</b>
<b>II.III.3 Obras provisionales</b> .....	<b>21</b>
<b>II.III.4 Preparación del sitio</b> .....	<b>21</b>
<b>II.III.5 Construcción</b> .....	<b>21</b>
<b>II.IV. Operación y Mantenimiento</b> .....	<b>21</b>
<b>II.V. Desmantelamiento y abandono</b> .....	<b>21</b>
<b>II.VI. Generación de residuos</b> .....	<b>22</b>

## Tablas y Figuras

<b>Tabla II.1 Características generales del buque</b> .....	<b>15</b>
<b>Fig. II.1 Ubicación geográfica del proyecto.</b> .....	<b>12</b>
<b>Fig. II.2 Buque ARM "Juan Antonio de la Fuente" PC-208</b> .....	<b>14</b>

**Fig. II.3 Desmantelamiento de la Ex unidad de superficie ARM Juan Antonio de la Fuente (matrícula PC-208). ..... 18**  
**Fig. II.4 Proceso para llevar a cabo el hundimiento. .... 20**

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día la conservación del medio ambiente y la biodiversidad deben ser una de las prioridades de la humanidad.

En 1994 surgió una iniciativa de carácter Internacional de Arrecifes (ICRI por sus siglas en inglés) apoyada por diferentes gobiernos y organizaciones de carácter internacional, con el objetivo de implementar programas a nivel local, nacional e internacional sobre la conservación, restauración y uso sustentable de los arrecifes<sup>1</sup>. En este contexto, y considerando que actualmente más del 10% de los arrecifes en el mundo se encuentran deteriorados gravemente, se tiene que una estrategia para su conservación son los arrecifes artificiales desarrollados por el ser humano para contribuir en salvaguardar el patrimonio marino.

Un arrecife artificial es una estructura creada por el hombre con diferentes materiales y dimensiones, y que son depositadas en lecho marino con el fin de imitar algunas funciones de los arrecifes naturales<sup>2</sup>. Un arrecife artificial funciona como hábitat de diferentes especies de flora y fauna marina y también para proteger, restaurar y regenerar los hábitats acuáticos. Además, son utilizados para el fomento de la investigación, el uso recreativo como el buceo y el uso de la zona donde se encuentren para fines educativos.

En particular para México, la entonces CONAPESCA<sup>3</sup> en el Informe del Taller "Uso Potencial y Regulación de Arrecifes Artificiales en México", cito que los *Arrecifes Artificiales (AA)* son *estructuras incorporadas al ambiente acuático, posicionadas estratégicamente con la finalidad de proveer hábitat, refugio y crecimiento a las especies de la flora y fauna marina. Estas estructuras generan nuevos nichos ecológicos, comunidades y ecosistemas.*

Para la conformación de un arrecife artificial se utilizan diferentes estructuras tales como estructuras de concreto, metal o acero y barcos o embarcaciones que ya no cumplen con su función. Los barcos de acero que han perdido su capacidad útil de navegación, son de las principales

---

<sup>1</sup> <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes>

<sup>2</sup> Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo /PNUMA.

<sup>3</sup> [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104395/Act\\_04\\_Informe\\_Taller\\_Arrecifes\\_Artificiales\\_Cam2010.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104395/Act_04_Informe_Taller_Arrecifes_Artificiales_Cam2010.pdf)

estructuras para la formación de arrecifes artificiales, ya que proveen un sustrato duro para aquellas especies que lo necesitan como las algas, esponjas, gorgonias y corales, entre otras más. A su vez, tanto estos organismos, como la propia estructura artificial, proveen refugio y alimento a las más diversas especies como los peces, los crustáceos y moluscos.

Los arrecifes artificiales además de servir como espacios para la colonización de nueva vida submarina, también ayudan a disminuir la presión sobre los arrecifes naturales proporcionando sitios alternativos para el buceo y la pesca submarina, actividades que pueden llegar a sobreexplotar las zonas de arrecifes. Otro de los grandes beneficios de estas estructuras es su contribución a la disminución de la pesca ilegal mediante el uso de redes de arrastre. Este agresivo método de pesca suele arrasar con el fondo marino, destruyendo completamente ecosistemas muy sensibles y de difícil recuperación. Los arrecifes artificiales provocan que las redes queden atoradas y se rompan, por lo que los pescadores se abstienen de emplearlas en estas zonas. Los beneficios de los arrecifes artificiales son bastantes, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para la protección y preservación del medio marino contra todas las fuentes de contaminación, según lo establecido en el Convenio de Londres.

La propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)<sup>4</sup> señala que *crear un arrecife coralino artificial mediante el hundimiento de un barco que ha concluido su vida útil, o bien, estructuras de concreto y otros materiales dispuestos de tal forma que ofrezcan hábitat y refugio a peces, crustáceos, moluscos, caracoles y esponjas, entre otros organismos, es una opción viable para conservar y/o recuperar ecosistemas marinos naturales de este tipo, ya que:*

- *Reducen la presión sobre los arrecifes naturales expuestos a la sobreexplotación por buceo turístico o para obtener sus recursos, que se vuelven prácticas destructivas.*
- *Generan espacios para dar cabida a determinada cantidad y variedad de especies de flora y fauna submarina, según las proporciones que ofrezcan.*
- *Dan impulso al turismo sostenible: desarrollo económico de las comunidades locales en armonía con la naturaleza.*

---

<sup>4</sup> <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/los-arrecifes-artificiales-ayudan-a-conservar-los-naturales?idiom=es>

- *A la investigación y la academia le brindan la oportunidad de desarrollar trabajos científicos sobre la colonización de organismos y monitoreo de la evolución del arrecife.*
- *Disminuyen la pesca ilegal al dificultar el uso de redes de arrastre, pesca que viola las leyes ambientales y arrasa con especies de todo tipo*

Es así que el proyecto que se propone, y que lleva por nombre "**Arrecife Artificial Juan Antonio de la Fuente**", no difiere de lo señalado por la SEMARNAT, ya que pretende crear un arrecife artificial mediante el hundimiento de un buque en la Bahía de La Paz, en el estado de Baja California Sur, que también conlleva promover el turismo y fomentar la investigación.

## II.II. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

A través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, el **Gobierno del Estado de Baja California Sur (promovente)**, presenta a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, para su evaluación, el proyecto que lleva por nombre "**Arrecife Artificial Juan Antonio de la Fuente**" (en adelante referido como **el proyecto**), el cual consistirá en el hundimiento del buque "ARM Juan Antonio de la Fuente PC-208" en zona marina al sur de la Isla Gaviota, en el estado de Baja California Sur, con la finalidad de formar un arrecife artificial. Este buque de la armada de México fue donado por la Secretaria de Marina (SEMAR) al Gobierno del Estado de Baja California Sur, con la finalidad de crear un arrecife artificial.

El **Gobierno del Estado de Baja California Sur**, con la finalidad de aplicar las mejores prácticas para el proyecto, está considerando las Directrices relativas a la colocación de arrecifes<sup>5</sup> cuya objetivo es garantizar que el desarrollo de los arrecifes artificiales sean coherentes con los fines y las disposiciones del Convenio de Londres y su protocolo, las cuales se observan con la finalidad de que el proyecto sea compatible con el ambiente. Entre las directrices se tienen las siguientes:

**Viabilidad ambiental y durabilidad:** los materiales empleados para el arrecife deben minimizar los riesgos al medio ambiente y los materiales deben ser de larga duración y químicamente estables.

Se deberán retirar todos los materiales capaces de producir residuos flotantes, así como aquellos que sean fuente de posible contaminación al medio marino (plásticos, espumas, tuberías, combustibles, refrigerantes, equipo eléctrico, motores, colectores de aceite, etc.).

**Estabilidad:** los materiales empleados deben tener la estabilidad suficiente para soportar el impacto de las olas y las mareas.

**Funcionalidad:** el arrecife debe cumplir su finalidad u objetivo.

---

<sup>5</sup> Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo /PNUMA.  
<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Publications/Documents/Artificial%20Reefs%20Spanish.pdf>

El **promovente** no solo consideró criterios de buenas prácticas para el proyecto, sino que también consideró una serie de criterios para la selección del sitio del hundimiento, acordados por varias instancias de los tres niveles de Gobierno (ver apartado de Selección del sitio).

### **II.II.1 Naturaleza del proyecto.**

Como ya fue mencionado, con el presente proyecto se pretende crear un Arrecife Artificial (AA) mediante el hundimiento del casco de un buque en el fondo marino, con la finalidad de ser una estrategia sustentable para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona. La propia estructura artificial proveerá de refugio y alimento a diversas especies como peces, crustáceos y moluscos entre otros, además de que ayudará a reducir la presión que ejerce el ser humano sobre las áreas naturales y los arrecifes (el área del proyecto no incidirá en éstos).

El proyecto también será de gran beneficio a los pobladores y a los prestadores de servicios turísticos, ya que como bien se ha mencionado un AA es una alternativa para actividades de recreación como lo es el buceo, y sobre todo cuando se trata de una embarcación sumergida, la cual es de gran atracción para los visitantes, por lo que coadyuvará al Programa Sectorial de Turismo 2015-2021 que involucra diversos programas como el de Turismo de Naturaleza y Aventuras, cuyo objetivo es consolidar la forma de atractivos y actividades turísticas de naturaleza y aventura de manera sustentable, generando mayor flujo de turismo en la zona e impulsando la creación de empresas de turismo de naturaleza, aventura y cultural en todo el Estado. Este Programa sectorial se alinea con el eje turístico del Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021 del Gobierno del Estado de Baja California Sur.

### **II.II.2 Objetivo.**

El objetivo del proyecto es crear un arrecife artificial mediante el hundimiento del casco de un buque donado por la SEMAR al Gobierno del Estado de Baja California Sur, que además de constituir un nuevo ecosistema, sea un sitio alternativo para el buceo recreativo que podrá observar la fauna asociada al arrecife, y que además contribuya a descargar la presión turística en zonas de interés marino como aquellas con presencia de corales, reduciendo con ello el impacto de este tipo de actividades.

Aunado a ello, el arrecife artificial podrá promover la investigación científica y la educación ambiental.

Es importante resaltar que el **proyecto solo conlleva el hundimiento del casco del buque para la creación del arrecife**, y que aun cuando previo a ello se deben llevar a cabo una serie de actividades como la limpieza del buque, su traslado al sitio del hundimiento y el mismo hundimiento del buque, será la propia **SEMAR la responsable** de llevarlas a cabo bajo sus procedimientos, por lo que dichas actividades **no las realizará la promovente**.

### II.II.3 Justificación.

**Un arrecife artificial incrementa la biodiversidad en toda la cadena trófica debido a que conforma nichos ecológicos y sustrato de comunidades biológicas, contribuyendo al crecimiento del ecosistema.**

**Evita impactos sobre corales, arrecifes naturales, áreas aledañas y recursos pesqueros, además de que constituye puntos nuevos de agregación de vegetación y fauna marina para diversos usos y beneficios.**

Los arrecifes naturales conforman comunidades marinas muy productivas, sirven de sustrato a una infinidad de algas e invertebrados y actúan como refugio de peces. Estos ecosistemas sostienen recursos biológicos que proporcionan diversos usos, entre ellos el turismo náutico y la actividad pesquera. Por el beneficio que conllevan los arrecifes, desde ya hace varios siglos se han creado arrecifes artificiales con diferentes materiales (rocas, estructuras de barcos hundidos, bloques de concreto) y objetivos (pesquería, protección costera, turismo, maricultura).

En este sentido, la SEMAR donó el casco del buque ARM Juan Antonio de la Fuente PC-208, al Gobierno del Estado de Baja California Sur, con el fin de crear un arrecife artificial para el beneficio del turismo y la vida marina en la Bahía de La Paz, B.C.S., lo que motivó a proponer el proyecto, que conlleva tanto un beneficio ambiental (creación de nuevos hábitats), como económico.

#### II.II.4 Selección del sitio.

Con la finalidad de seleccionar el sitio idóneo del proyecto y verificar que se realizará considerando buenas prácticas, se constituyó un grupo interdisciplinario para el hundimiento de la unidad de superficie ARM Juan Antonio de la Fuente PC-208, conformado por instituciones de los tres órdenes de gobierno, instituciones académicas, de investigación, y del sector privado:

- SEMARNAT, SEMAR (ZN-2 y Capitanía del puerto), PROFEPA, CONANP (Dirección Regional y Dirección del ANP Área de Protección de Flora y Fauna Balandra, Dirección del Parque Marino Archipiélago Espíritu Santo).
- Capitanía de Puerto Regional de La Paz.
- Gobierno del Estado de B.C.S. (Dirección de Planeación Turística y Proyectos de Infraestructura del Estado de B.C.S., Secretaría de Turismo Ecología y Sustentabilidad del Estado de B.C.S., Subsecretaría de la Consejería Jurídica del Gobierno del Estado de B.C.S.).
- API, B.C.S.
- Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR)
- Pronatura Noroeste, A.C.

Este grupo interdisciplinario llevó a cabo varias reuniones con el objetivo de determinar la mejor opción para la zona del hundimiento del buque, para la cual se tenían cuatro propuestas: canal de San Lorenzo a una milla afuera del naufragio Salvatierra; a una milla afuera del puerto pesquero El Pulguero; a una milla afuera de San Rafaelito, y afuera de Balandra, mismas que fueron descartadas por no presentar las condiciones óptimas de profundidad, además de afectar las vías de navegación.

Finalmente, en la reunión del 16 de octubre de 2019, el grupo interdisciplinario acordó que el sitio idóneo para el hundimiento era el ubicado en las coordenadas geográficas 24°17.00' Latitud Norte y 110°20.25 Longitud Oeste, al sur de la Isla Gaviota (**fuera** de la ANP Balandra), porque la **profundidad** (zona de hundimiento es de -22.00 m) es idónea para el casco a sumergir y **no** afectará las rutas de navegación.

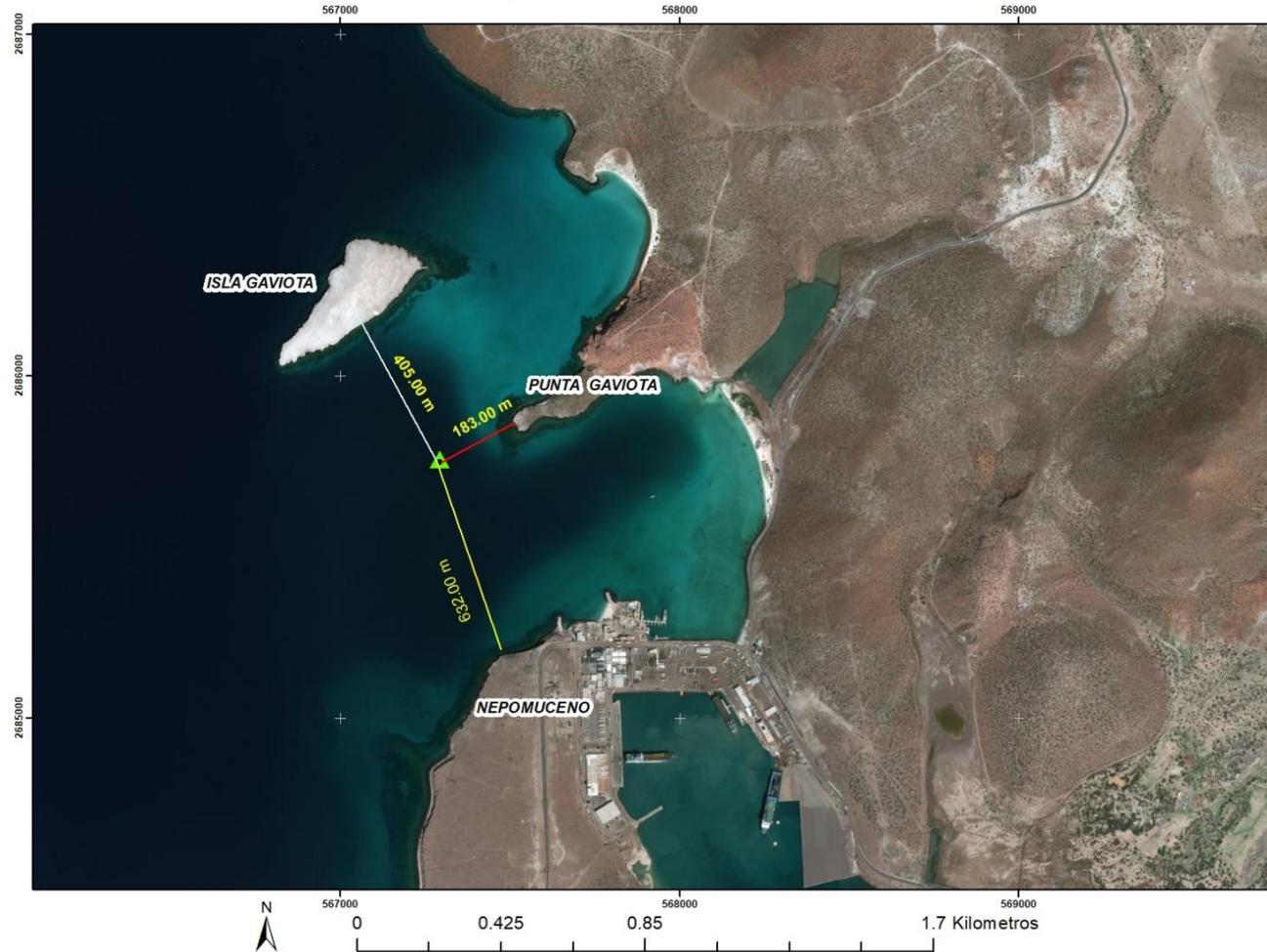
Las condiciones del sitio fueron verificadas mediante trabajo de campo en donde se verificó la profundidad y presencia de organismos marinos (ver Capítulo IV).

Los acuerdos de cada una de las reuniones del grupo interdisciplinario quedaron asentadas en las correspondientes minutas de trabajo (ver anexo).

### **II.II.5 Ubicación física.**

El proyecto quedará ubicado en las coordenadas geográficas 24° 17.00' Latitud Norte y 110°20.25' Longitud Oeste, aproximadamente a 405.00 m al Sur (153°) de la Isla Gaviota, a 183.00 m al Oeste (253°) de Punta Gaviota y a 632.00 m al norte (324°) de Nepomuceno, en la Bahía de La Paz, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur, tal como se muestra en la siguiente imagen.

## Arrecife Artificial "Juan Antonio de La Fuente"



### Ubicación Geográfica

#### Simbología

▲ Proyecto



COORDENADAS: UTM ZONA 14 N  
DATUM: WGS 84  
Datos obtenidos: Comisión Nacional de  
Áreas Naturales Protegidas

Fig. II.1 Ubicación geográfica del proyecto.

### **II.II.6 Dimensiones del proyecto.**

La superficie del proyecto será de 300.0 m<sup>2</sup>, considerando las dimensiones del buque 34.340 m de eslora y 8.648 m de manga.

### **II.II.7 Inversión requerida.**

Los principales gastos del proyecto fueron sufragados por la Secretaría de Marina (donación del buque y atraque antes del hundimiento), el H. Ayuntamiento de La Paz (remolque del casco), y la iniciativa privada. En cuanto a los costos que quedan por sufragar se resumen en los siguientes:

Remolque del casco: \$2'004,738.35 M.N.

Promoción y publicidad: \$728,995.77 M.N.

Estudios diversos y permisos: \$3'523,479.53 M.N.

Limpieza y preparación para el hundimiento: \$3'929,688.12 M.N.

Total \$10'186,901.77 M.N.

### **II.II.8 Vida útil del proyecto.**

Se estima que la estructura del buque podrá permanecer en el fondo del mar por al menos 250 años. Por la naturaleza del proyecto no se tiene la certeza de cómo se comportará la comunidad arrecifal una vez que se vaya perdiendo la integridad de la estructura del barco por corrosión.

### **II.II.9 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua.**

Las actividades que se desarrollan en el área marina propuesta para el proyecto están relacionadas al buceo deportivo, turismo naturalista (observación), pesca deportiva y en general actividades acuáticas.

### II.III. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El buque de la Secretaría de Marina (ZN-2) que lleva por nombre ARM "Juan Antonio de la Fuente" PC-208 (ver siguiente figura), causó baja del servicio activo de la Armada de México el 16 de julio de 2019 por no cumplir los requisitos mínimos que garanticen una navegación segura en la mar, exponiendo la seguridad del personal y de la propia unidad; por tal motivo, como ya fue referido, la SEMAR entregó en donación al Gobierno del Estado de B.C.S. el casco del buque para ser utilizado como atractivo turístico (buceo) y/o arrecife artificial.



*Fig. II.2 Buque ARM "Juan Antonio de la Fuente" PC-208*

Las características generales del buque son las siguientes:

Tabla II.1 Características generales del buque.

Características Generales.	Datos
A.- Eslora	34.340 m (112'8").
B.- Manga	8.648 m (28'4.5").
C.- Puntal al centro	4.153 m (13'7.5").
D.- Desplazamiento (condición normal)	134 toneladas.
E.- Desplazamiento (condición máxima)	148 toneladas
F.- Numero de Cuadernas	37
G.- Superficie de la obra viva	187 m <sup>2</sup>

Como fue mencionado previamente, el proyecto considera una etapa que es el **hundimiento** del buque para la creación del arrecife, siendo **la propia SEMAR** quien la lleve a cabo, al igual que las actividades previas al hundimiento, que no forman parte del proyecto, y que solo se mencionan como referencia a continuación:

- 1. Donación.** Se llevó a cabo tanto el acuerdo entre la SEMAR y el Gobierno del Estado de Baja California Sur para la donación del buque, como el procedimiento legal para realizar la donación del casco de la patrulla naval ARM "De la Fuente" PC-208.
- 2. Selección del sitio.** Se conformó un grupo interdisciplinario (comisión) compuesto por autoridades de diferentes niveles de gobierno, instituciones académicas y de investigación y una asociación civil (el cual fue descrito en el apartado II.II.4 Selección del sitio) para realizar los estudios pertinentes y establecer el lugar idóneo donde se llevaría a cabo el hundimiento y, por ende, la creación del arrecife artificial. Dando como resultado la ubicación geográfica 24° 17.00' Latitud Norte y 110°20.25' Longitud Oeste (ver minutas anexas).

**3. Preparación, limpieza y acondicionamiento de la unidad (eliminación o retiro de sustancias químicas, materiales tóxicos u otros materiales contaminantes al ambiente marino).** La SEMAR llevó a cabo el desmantelamiento de la embarcación retirando cualquier elemento contaminante o tóxico que pudiera afectar la flora y fauna marina, de tal manera que tuviera las condiciones para su hundimiento.

El desmantelamiento consistió en el retiro total de combustible, aceite de sentinas, tanques de almacenamiento, sistemas de combustibles, material eléctrico, cajas de engranaje, fibra de vidrio, cables, maquinaria, retiro de material flotante no biodegradable, remoción de basura, lavado de sentinas, lavado a alta presión y desengrasante interior de las máquinas pesadas, retiro de gatos hidráulicos y de cualquier elemento que pueda producir agentes contaminantes.

Una vez efectuada la limpieza, se procedió a preparar el casco para poder realizar buceo dentro de la estructura. La preparación consistió en el retiro de cualquier elemento estructural que quedo flojo o sensible al desprendimiento; así mismo, se realizaron cortes de mamparos amplios para evitar obstáculos que pudieran convertirse en trampas para los buzos.

Estas actividades fueron realizadas por la propia SEMAR, bajo sus procedimientos, en las instalaciones de la API en el Puerto de Pichilingue, B.C.S. y fueron supervisadas por el mismo comité interinstitucional conformado para la selección del sitio, participando además otras instancias:

- SEMAR (Segunda Zona Naval), SEMARNAT, PROFEPA, CONANP (Área de Protección de Flora y Fauna Balandra).
- Gobierno del Estado de Baja California Sur (Dirección de Planeación Turística y Proyectos de Infraestructura, Dirección de Gestión de la Subsecretaría de Sustentabilidad).
- COEPRIS (Comisión Estatal para la Protección contra Riesgos Sanitarios en B.C.S.).
- API B.C.S.
- H. Ayuntamiento de La Paz (Dirección de Ecología).
- Asociación Conservación del Territorio Insular Mexicano, A.C.

Todas ellas llevaron a cabo un recorrido para verificar las actividades y constataron que la Ex unidad de superficie ARM Juan Antonio de la Fuente (matrícula PC-208) se encuentra libre de hidrocarburos, sustancias químicas u otros materiales contaminantes al medio marino, lo cual quedó asentado en el Acta Administrativa levantada el día 18 de febrero de 2020 (ver Anexo).

Las siguientes imágenes evidencian el proceso de desmantelamiento y limpieza del buque. Para mayor referencia se incluye Anexo fotográfico de las actividades realizadas por la SEMAR.



Fig. II.3 Desmantelamiento de la Ex unidad de superficie ARM Juan Antonio de la Fuente (matrícula PC-208).

**4. Hundimiento.** Actualmente el buque se encuentra en el muelle de altura de API en el Puerto de Pichilingue, por lo que una vez que ha sido certificado que la Ex unidad de superficie ARM Juan Antonio de la Fuente (matrícula PC-208) está libre de hidrocarburos, sustancias químicas u otros materiales contaminantes al medio marino, la SEMAR procederá a su traslado al sitio de hundimiento, que es el motivo de este proyecto, teniendo como primera actividad la colocación de 4 boyas en el sitio del hundimiento para poder ubicar el sitio exacto.

Para efecto del traslado, la SEMAR procederá al enganche y amarre del buque a un barco grúa que remolcará el casco al sitio de hundimiento, y una vez posicionado en éste se retirarán los cabos de amarre y anclas y se retirará el barco grúa y embarcaciones que lo acompañan.

En el sitio de hundimiento se colocarán anclas de fijación para facilitar la orientación del casco en el sentido de las corrientes dominantes de la zona.

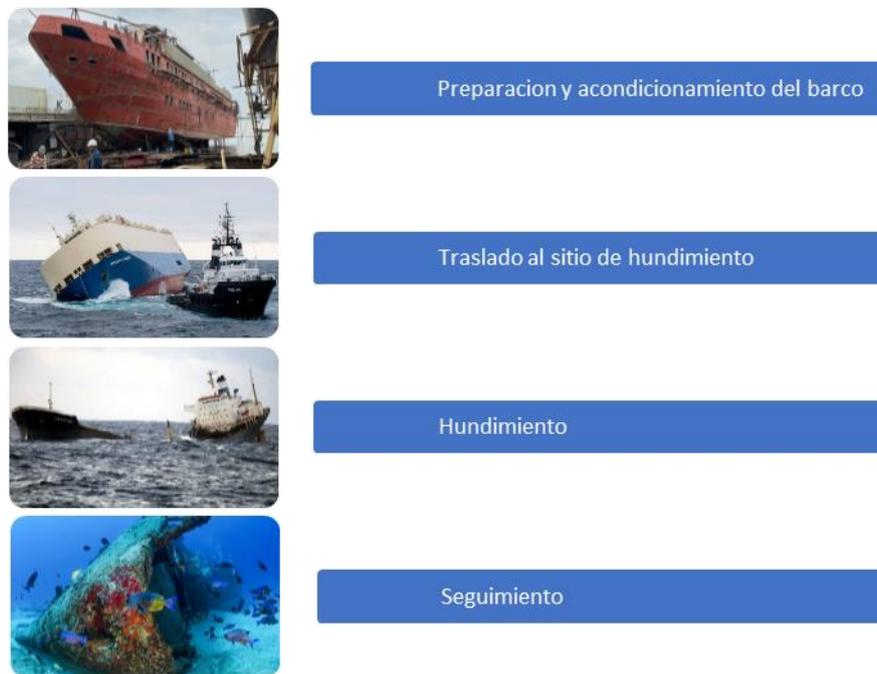
El hundimiento se controlará por medio de boyas inflables, para dirigir el fondeo del casco, en tanto que las nuevas "groeras" abiertas repentinamente por las cargas lineales para que el agua ingrese a los diversos compartimientos y el casco se inunde rápidamente, asegurarán el hundimiento y un descenso vertical y balanceado hasta tocar fondo y concluir con la actividad de hundimiento. Por la repentina inundación de sus compartimientos, y las maniobras de fondeo, el casco finalmente ocupará su lugar en el lecho marino; iniciando así, desde ese mismo momento, el proceso natural de población del nuevo refugio de vida marina. Acto seguido, se efectuará la supervisión de la colocación del casco en el lecho marino y la eliminación de los cabos y estobos de fondeo.

Las cargas lineales consisten en el uso de explosivos para provocar la apertura de perforaciones (groeras) que permitan que el agua penetre al casco, y a sus diversos compartimientos, propiciando su hundimiento. Esta actividad es propia de la SEMAR, con los permisos correspondientes de la SEDENA, y se estima que por la consistencia del fondo marino no se levanten nubes de sedimentos masivas que causen demasiada turbidez de fondo, ya que la textura del mismo es arenoso, por lo que se prevé que la perturbación a la vida marina será mínima y no causará alteraciones al lecho marino porque la actividad es

puntual e instantánea, además de que la superficie del casco es menor a los 300 m<sup>2</sup>, superficie poco significativa en comparación con la superficie de la Bahía de La Paz.

Como parte del seguimiento al proyecto se instalará boya a la estructura y se llevarán a cabo inspecciones periódicas revisando la estructura y sus anclajes.

En la siguiente figura se muestra un diagrama general para el hundimiento del buque.



*Fig. II.4 Proceso para llevar a cabo el hundimiento.*

Cabe señalar que el hundimiento se llevará acorde y en estricto sentido a los procedimientos de la SEMAR y conforme a la normativa aplicable.

### **II.III.1 Programa de trabajo.**

El tiempo estimado para llevar a cabo el hundimiento, actividad propia del proyecto, es de aproximadamente 4 horas.

### **II.III.2 Obras y/o actividades del proyecto.**

Las únicas acciones que se realizarán son el remolque y fijación del casco en el sitio hundimiento, y serán realizadas por la SEMAR.

### **II.III.3 Obras provisionales.**

No será necesaria la instalación de obras o sitios adicionales para llevar a cabo el hundimiento.

### **II.III.4 Preparación del sitio.**

No se requerirá realizar algún acondicionamiento o tratamiento especial al fondo marino donde se llevará a cabo el hundimiento. No obstante, en el perímetro de hundimiento se realizará el señalamiento previo mediante boyas para indicar la ubicación de hundimiento y la colocación de las anclas para la fijación del casco.

**Señalización:** Con el fin de garantizar un señalamiento adecuado para las embarcaciones en tránsito y visitantes, se instalarán boyas en el sitio exacto del hundimiento en coordinación con la Capitanía Regional de Puertos.

### **II.III.5 Construcción.**

El proyecto no conlleva actividades constructivas.

## **II.IV. Operación y Mantenimiento.**

Asentado el casco en el lecho marino iniciará inmediatamente el objetivo del proyecto, que será el proceso natural de población del nuevo refugio de vida marina.

Por su naturaleza el proyecto no contempla una etapa de mantenimiento como tal, salvo incursiones submarinas con la finalidad de verificar los anclajes y la estabilidad del casco del buque.

## **II.V. Desmantelamiento y abandono.**

Por el objetivo del proyecto no se pretende realizar el desmantelamiento o retiro de la estructura del fondo marino que funcionara como arrecife artificial. Se puede decir que el proyecto será permanente hasta la desintegración de sus elementos.

## II.VI. Generación de residuos.

No se prevé la generación de residuos. La SEMAR realizó la limpieza y acondicionamiento del buque bajo sus procedimientos y fue certificado por el grupo interdisciplinario (ver Anexo).

Resumiendo:

Con la finalidad de crear un arrecife artificial, la SEMAR donó al Gobierno del Estado de Baja California Sur el buque Juan Antonio de la Fuente PC 208, que se encuentra libre de sustancias tóxicas y elementos que pudieran ocasionar alguna contaminación al medio marino. La propia SEMAR llevó a cabo las actividades de limpieza y diferentes instancias, como la SEMARNAT, la PROFEPA, el Gobierno del Estado de Baja California Sur y el H. Ayuntamiento de La Paz, lo certificaron.

El sitio del hundimiento del buque fue determinado con la participación de diferentes instancias de los tres órdenes de Gobierno (SEMARNAT, SEMAR, PROFEPA, CONANP, Gobierno del Estado de Baja California Sur, H. Ayuntamiento de La Paz), instituciones académicas y de investigación (UABCS, CIBNOR y CICIMAR), no dejando de lado la participación de grupos civiles (PRONATURA Noroeste, A.C.).

El sitio propuesto considero la no afectación a ANP's, áreas sensibles o vías generales de comunicación, así como un sustrato y batimetría adecuadas.

La creación del arrecife artificial consideró además las Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales, publicación elaborada en cooperación entre la División de Aplicación de Políticas Ambientales del PNUMA y la Secretaría del Convenio y Protocolo de Londres de la División del Medio Marino de la OMI.



## **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

### **CAPÍTULO III**

**VINCULACIÓN CON LOS  
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS  
APLICABLES EN MATERIA  
AMBIENTAL Y, EN SU CASO,  
CON LA REGULACIÓN SOBRE  
USO DEL SUELO**

## Tabla de contenido

III.	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	4
III.1.	Introducción.....	4
III.2.	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.....	5
III.3	Leyes y Reglamentos Federales.....	7
III.3.1.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.....	8
III.3.2.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	10
III.3.3.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas.....	12
III.3.4.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	13
III.3.5.	Ley de Aguas Nacionales.....	13
III.3.6.	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.....	14
III.3.7.	Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.....	15
III.3.8.	Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias.....	16
III.3.9.	Ley General de Bienes Nacionales.....	17
III.3.10.	Ley Federal del Mar.....	17
III.4.	Normas Oficiales Mexicanas.....	18
III.5.	Programas de Ordenamiento Ecológico.....	18
III.5.1.	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC).....	19
III.6.	Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región.....	28
III.6.1.	Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024.....	28
III.6.2.	Plan Nacional de Plan Estatal de Desarrollo da BCS 2015-2021.....	30
III.6.3.	Programas Sectoriales.....	32
III.6.3.1.	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT).....	32
III.6.3.2.	Programa Sectorial de Turismo 2015-2021 del Estado de BCS.....	34
III.7.	Áreas Naturales Protegidas.....	34
III.7.I.	Áreas Naturales protegidas de jurisdicción Federal cercanas al proyecto.....	35
III.8.	Sitios Ramsar.....	36
III.9.	Instrumentos de política ambiental en el ámbito internacional.....	43

III.9.1. Directrices relativas a la colocación en el mar de materiales con fines distintos de la simple eliminación (construcción de arrecifes artificiales) .....	44
III.9.2. Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas (SEMARNAT 2006).....	46
III.9.3. Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas (CIMARES).....	49

## Tablas

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. ....	8
Tabla 2. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. ....	10
Tabla 3. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. ....	12
Tabla 4. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. ....	14
Tabla 5. Vinculación del proyecto con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas. ....	15
Tabla 6. Vinculación del proyecto con el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias. ....	16
Tabla 7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales. ....	17
Tabla 8. Vinculación del proyecto con la Ley Federal del Mar.....	17
Tabla 9. Sectores con aptitud predominante de la UGC 1 del POEMGC. ....	20
Tabla 10. Lineamiento ecológico de la UGC 1 del POEMGC. ....	21
Tabla 11. Vinculación del proyecto con las estrategias ecológicas del POEMGC. ....	22

## Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC).....	20
Figura 2. Ubicación del proyecto, con relación al ANP Área de Protección de Flora y Fauna Balandra..	35
Figura 3. Ubicación del proyecto con relación a los Sitio RAMASAR. ....	36

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

#### **III.1. Introducción**

Como se ha mencionado en el Capítulo II de la presente MIA-P, el proyecto consiste en el vertimiento del casco de un buque denominado "ARM Juan Antonio de la Fuente PC-208" en zona marina al sur de la Isla Gaviota, en el estado de Baja California Sur, con la finalidad de formar un arrecife artificial con la finalidad de aumentar la biodiversidad de la zona y beneficio a los pobladores y a los prestadores de servicios turísticos como una alternativa para actividades de recreación como lo es el buceo.

Tomando en consideración las características del proyecto, el presente Capítulo se llevó a cabo haciendo un análisis de la legislación federal en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional que guardan relación con el proyecto con el propósito de acreditar plenamente su cumplimiento a las disposiciones legales aplicables, así como su viabilidad.

La vinculación que se expone en el presente Capítulo tiene como propósito principal demostrar el cumplimiento del proyecto a la legislación ambiental y evidenciar su compatibilidad con los diversos ordenamientos de carácter Federal, Estatal e inclusive Municipal que en función de la ubicación del sitio del proyecto, resultan aplicables, en cuanto a los usos y aprovechamientos de suelo.

En este tenor y de conformidad con lo establecido en el artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el artículo 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales aplicables, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico,

las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.<sup>1</sup>

Por lo antes mencionados, en las subsecuentes páginas, se expondrá la vinculación del proyecto con los diversos instrumentos jurídicos en observancia en primer de Nuestra Carta Suprema.

### **III.2. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es la Ley Fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella expresa.

Los artículos que inciden de manera general en y durante la ejecución del proyecto son:

***Artículo 25.-** Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (...)*

*El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)*

*Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. (...)*

#### **Artículo 26.-**

*El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.*

*Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.*

---

<sup>1</sup> Artículo 35 de la LGEEPA, párrafo segundo, (...) Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

*La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)"*

En materia ambiental, el artículo 27 de la CPEUM, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

***"Artículo 27.- (...)"***

*La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictaran las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (...) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.*

***Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales*** en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, **zonas marítimas**, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas

*o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley.*

*(...)"*

El proyecto se ajusta a las disposiciones emanadas de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se coadyuva con la metas buscadas por el Gobierno Federal en materia de planeación y regulación de actividades, estableciendo con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico.

### III.3 Leyes y Reglamentos Federales

El sistema jurídico mexicano está conformado por una serie de Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

Particularmente en materia ambiental, el artículo 27 Constitucional referido con antelación, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; no obstante que son propiedad de la Nación **las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional**; el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

En este orden de ideas, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas

de carácter ambiental que las autoridades deberán determinar (Federación, Estados y Municipios), con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio del medio natural, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

De esta manera, la citada Ley prevé en su artículo 5, fracción II, que son facultades de la Federación, la aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal. En el caso que nos ocupa, el instrumento de política Ambiental a observar es la Evaluación del Impacto Ambiental, el cual se trata de un procedimiento a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en el artículo 28 de dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

### III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas pretendidas para su realización.

Tabla 1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<i>Artículo 15. Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.</i>	El presente proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental, se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de la MIA-P se contemplaron acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto (Ver capítulo V y VI de la presente MIA-P).
<i>Artículo 28. (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades,</i>	El proyecto consiste en crear un Arrecife Artificial (AA) mediante el hundimiento del casco de un buque en el

<p><i>requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</i></p> <p><i>(...)</i></p> <p><i>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;;</i></p> <p><i>(...)</i></p>	<p>fondo marino, con la finalidad de ser una estrategia sustentable para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona. La propia estructura artificial proveerá de refugio y alimento a diversas especies como peces, crustáceos, y moluscos entre otros. El proyecto también será de gran beneficio a los pobladores y a los prestadores de servicios turísticos, ya que como bien se ha mencionado un AA es una alternativa para actividades de recreación como lo es el buceo, y sobre todo cuando se trata de una embarcación sumergida, es de gran atracción para los visitantes, actualizándose así el supuesto contenido en la fracción IX del citado artículo.</p>
<p><i>Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</i></p> <p><i>(...)</i></p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto ambiental de sus obras y actividades, se presenta para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.</p> <p>La Manifestación de Impacto Ambiental presentada para su evaluación, incluye una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del proyecto, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>
<p><i>ARTÍCULO 131.- Para la protección del medio marino, la Secretaría emitirá las normas oficiales mexicanas para la explotación, preservación y administración de los recursos naturales, vivos y abióticos, del lecho y el subsuelo del mar y de las aguas suprayacentes, así como las que deberán observarse para la realización de actividades de exploración y explotación en la zona económica exclusiva.</i></p>	<p>El proyecto observará la normatividad que le resulte aplicable conforme a la actividad que lleve a cabo, no obstante ello dentro de la presente MIA se proponen las medidas que por las posibles afectaciones que se pudieran ocasionar al medio marino, al momento de llevar a cabo el hundimiento del casco del buque se pudieran ocasionar.</p>
<p><i>ARTÍCULO 132.- La Secretaría se coordinará con las Secretarías de Marina, de Energía, de Salud, de Turismo y de Comunicaciones y Transportes, a efecto de que dentro de sus respectivas atribuciones intervengan en la prevención y control de la contaminación del medio marino, así como en la preservación y restauración del equilibrio de sus ecosistemas, con arreglo a lo establecido en la presente Ley, en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley Federal del Mar, la Ley General de Turismo, las convenciones internacionales de las que México forma parte y las demás disposiciones aplicables.</i></p>	<p>En su momento el proyecto también solicitará los demás permisos y autorizaciones que se deban obtener, como lo es el caso ante la Secretaría de Marina par el vertimiento del casco del buque, así como la obtención de la opinión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, respecto a la no afectación a las vías navegables.</p>

### III.3.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Artículo 28 de la LGEEPA, establece que es el Reglamento de dicho ordenamiento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el que determina cuales son las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances puedan producir impactos ambientales significativos, desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y de igual forma también determina cuales son aquellas obras o actividades que no deban sujetarse al proceso de evaluación de impacto.

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el Artículo 5 del Reglamento en cuestión, donde se establece lo siguiente:

*Tabla 2. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p><i>(...)</i></p> <p><b>Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:</b></p> <p><i>Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o <b>arrecifes artificiales</b>, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:</i></p> <p><i>a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;</i></p> <p><i>b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y</i></p> <p><i>c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.</i></p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad, el proyecto consiste en crear un Arrecife Artificial (AA) mediante el hundimiento del casco de un buque en el fondo marino, con la finalidad de ser una estrategia sustentable para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona. La propia estructura artificial proveerá de refugio y alimento a diversas especies como peces, crustáceos, y moluscos entre otros. El proyecto también será de gran beneficio a los pobladores y a los prestadores de servicios turísticos, ya que como bien se ha mencionado un AA es una alternativa para actividades de recreación como lo es el buceo, y sobre todo cuando se trata de una embarcación sumergida, es de gran atracción para los visitantes.</p> <p>Las obras y actividades que comprende el proyecto, por su naturaleza y ubicación se encuentran comprendidas dentro del ámbito de competencia en materia de evaluación de impacto ambiental por parte de la Autoridad Federal en el inciso R).</p> <p>Por las consideraciones antes expuestas y características del proyecto, es que de manera previa a cualquier obra y actividad relacionada con el mismo, se presenta la MIA-P para su evaluación y correspondiente autorización por parte de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (“DGIRA”).</p>

<p><i>"Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I.- Regional, o II.- Particular."</i></p>	<p>Atendiendo a los presentes supuestos, la modalidad en que se presente el presente proyecto es en su modalidad particular.</p>
<p><i>"Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;"</i></p>	<p>El proyecto cumple con el alcance del precepto reglamentario en cita, ya que para aspirar a la viabilidad del proyecto y autorización correspondiente, el promovente de manera previa a cualquier obra y actividad, ha procedido a la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, a través de la cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, que generará la obra y su actividad, así como la forma de evitar o atenuar los mismos dentro del marco de evaluación de impacto ambiental.</p>
<p><i>Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar: I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación; II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</i></p>	<p>En el capítulo IV de la presente MIA-P, se describen las condiciones actuales del sistema ambiental, lo cual nos da una idea general de que tan conservadas o perturbadas se encuentran las zonas en que se desarrollará el proyecto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que conforman al proyecto.</p> <p>Cabe destacar, que el sitio del proyecto no se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida, lo anterior, aunado al análisis ambiental del sitio en razón de determinación de su estado, así como de las medidas y acciones de mitigación y compensación permiten minimizar la posible afectación en la funcionalidad del ecosistema.</p> <p>Asimismo, está el compromiso a evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del presente proyecto.</p>
<p><i>Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</i></p>	<p>El proyecto se sujetará a lo dispuesto en la resolución respectiva, en el caso de una autorización a favor del mismo, así como lo establecido en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, condición que se expresa de antemano en la presente MIA-P, al igual que dicha condición será medible a través de los informes y/o reportes que en el futuro se rindan para efectos de cumplimiento y verificación.</p>

### III.3.3. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas

Conforme al Artículo 3° de la LGEEPA, las áreas naturales protegidas (ANP) se consideran:

*"Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley".*

Las ANP proporcionan servicios ambientales y bienes primordiales para el bienestar de las comunidades que viven dentro de ellas, así como para los centros de población fuera de ellas. Algunos de los principales servicios ambientales que tienen son: la provisión de agua, sumideros de carbono, regulación climática, disminución de la vulnerabilidad de los efectos de cambio climático, y la oportunidad de desarrollar actividades productivas como el turismo y producción de alimentos, entre muchos otros.

Tabla 3. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p>Artículo 44. Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.</p> <p>Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan.</p>	<p>El proyecto no se encuentra ubicado dentro de ninguna Área Natural Protegida, ya sea de carácter Federal, Estatal o Municipal, lo cual se evidencia en el presente Capítulo con el título de Áreas Naturales Protegidas.</p>
<p>Artículo 46.- Se consideran áreas naturales protegidas:</p> <p>I.- Reservas de la biosfera;</p> <p>II.- Se deroga.</p>	<p>Como se podrá observar en el apartado correspondiente del Presente Capítulo denominado Áreas Naturales Protegidas, se identificó que el proyecto no incide dentro de ninguna de éstas, resultando así que la más cercana es la denominada</p>

<p>III.- Parques nacionales; IV.- Monumentos naturales; V.- Se deroga. VI.- Áreas de protección de recursos naturales; VII.- Áreas de protección de flora y fauna; VIII.- Santuarios; IX.- Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales; X.- Zonas de conservación ecológica municipales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales, y Fracción XI.- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. (...)</p>	<p>Área de Protección de Flora y Fauna "Balandra", categoría a que hace referencia el presente artículo en su fracción VII.</p>
---	---

### **III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

En relación a la presente Ley, se manifiesta que el proyecto no generará ningún tipo de residuos, dado que el casco del buque será donado con previa limpieza del mismo, motivo por el cual su hundimiento no implicará la generación de residuos que requieran de su manejo y aplicación de la presente Ley o su Reglamento.

### **III.3.5. Ley de Aguas Nacionales**

La presente Ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Considerando que la presente Ley sólo resulta ser de observancia para quienes pretende llevar a cabo la realización de descargas aguas residuales a la zona marina, la misma no es de observancia para el proyecto, ya que sólo se regula el vertimiento de aguas y la construcción de infraestructura hidráulica, lo cual no es el caso que nos ocupa.

### III.3.6. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

De las disposiciones legales contenidas en la presente Ley, es de resaltarse que se regulan las obligaciones derivadas de los daños ocasionado al ambiente razón por la que el presente proyecto se vincula con las siguientes disposiciones.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>Artículo 10.- 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.</i></p> <p><i>De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.</i></p>	<p>A efecto de no contravenir la presente disposición, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto, el mismo se ajustará a la resolución que la autoridad emita, no obstante que en caso de generar un daño al ambiente, la promovente reparará o compensará el mismo.</p>
<p><i>Artículo 11.- La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.</i></p> <p><i>En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.</i></p> <p><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</i></p>	<p>Con la finalidad de no realizar acciones que pudieran ser ilícitas y den lugar a una responsabilidad por daños ocasionados al ambiente, es que se ha sometido al procedimiento de evaluación del impacto ambiental el proyecto, para obtener la autorización correspondiente, en la que la autoridad precisará las obras y actividades autorizadas, así como en su caso, las condiciones a que se sujetarán las mismas; por lo que una vez que sea expedida dicha autorización, el promovente se ajustará a la misma.</p>

<i>concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.</i>	
---	--

### **III.3.7. Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas**

La presente ley es de jurisdicción federal, sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

La interpretación de estas disposiciones corresponde, para efectos administrativos, al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Marina.

Considerando que el proyecto consiste en el vertimiento del casco de una embarcación para la conformación de un arrecife artificial, a continuación se hace la siguiente vinculación:

*Tabla 5. Vinculación del proyecto con la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.*

<b>Artículo</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<p><i>Artículo 3.- Para efectos de la presente Ley, se entenderá como vertimiento en las zonas marinas mexicanas, lo siguiente:</i></p> <p><i>(...)</i></p> <p><i>II.- El hundimiento deliberado de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones en el mar, con el único objeto de deshacerse de ellas;</i></p>	<p>El objetivo del proyecto es crear un arrecife artificial mediante el hundimiento del casco de un buque, donado por la SEMAR al Gobierno del Estado de Baja California Sur, que además de constituir un nuevo ecosistema, sea un sitio alternativo para el buceo recreativo que podrá observar la fauna asociada al arrecife, y que además contribuya a descargar la presión turística en zonas de interés marino como aquellas con presencia de corales, reduciendo con ello el impacto de este tipo de actividades.</p> <p>Aunado a ello, el arrecife artificial podrá promover la investigación científica y la educación ambiental, por lo que su hundimiento no se realizará por el único efecto de deshacerse de la misma de manera deliberada.</p>
<p><i>Artículo 5.- La Secretaría es la autoridad en materia de vertimientos y tendrá las siguientes facultades:</i></p> <p><i>I. Otorgar y cancelar los permisos de vertimientos y vigilar su cumplimiento; asimismo, suspender cualquier vertimiento deliberado de desechos u otras materias que contravenga las disposiciones de la presente Ley;</i></p>	<p>Para dar cumplimiento al presente artículo, se obtendrá el permiso de vertimiento que emite la Secretaría de Marina a través de la presentación del Formato correspondiente.</p>

### III.3.8. Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias

El presente Reglamento es aplicable a los vertimientos deliberados de materia, sustancias o desechos en marítima jurisdiccionales mexicanas, por lo que considerando que el proyecto realizará el vertimiento a través del hundimiento de una embarcación para la conformación de un arrecife artificial a continuación se realiza la siguiente vinculación con las disposiciones legales que se han considerado aplicables al proyecto.

*Tabla 6. Vinculación del proyecto con el Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias.*

Artículo	Vinculación con el proyecto
<i>ARTÍCULO 5.- Ninguna persona física o moral podrá efectuar vertimientos deliberados sin la previa autorización expedida por la Secretaría de Marina, quien la otorgará en forma y términos que señala esta Reglamento.</i>	Para la realización del proyecto se obtendrá el permiso de vertimiento que expide la Secretaría de Marina a fin de no contravenir el presente artículo.
<i>ARTICULO 7.- El permiso se otorgará para verter los desechos y otras materias en la zona específicamente determinada por la Secretaría de Marina, desde barcos y aeronaves; las plataformas u otras estructuras utilizarán dichos medios para trasladar sus desechos hasta el lugar indicado para su vertimiento. Lo anterior independientemente del permiso que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorgue por lo que hace a su transportación.</i>	El proyecto obtendrá los permisos y autorizaciones que resulten procedentes obtener previo a la realización del hundimiento pretendido.
<i>ARTICULO 10.- No se otorgará permiso alguno para vertimientos que alteren las normas y calidad del agua o que pongan en peligro la salud humana, su bienestar o el medio marino, sistemas ecológicos o potencialidades económicas y que afecten las áreas recreativas tales como balnearios en las playas, "marinas" y zonas deportivas.</i>	El proyecto no pretende la alterar la calidad del agua o poner en riesgo la salud humana o el medio marino, ya que al pretender conformar un arrecife artificial, se busca generar las condiciones ideales para la reproducción de especies marinas, asimismo, se llevarán a cabo acciones que disminuyan posibles afectaciones en el medio marino, como puede ser la dispersión de sedimentos.
<i>ARTÍCULO 11.- No se permitirá el abandono o hundimiento deliberado en el mar de ningún barco o aeronave, plataforma u otra estructura que por sí mismos contaminen el ambiente marino o las áreas de recreo a que alude el Artículo anterior.</i>	El casco del buque que se hundirá al medio marino, no contará con ninguna estructura que pudiera afectar el medio marino, ya que previamente será desabrigada para estar en condiciones de hundirse.

### **III.3.9. Ley General de Bienes Nacionales**

La presente Ley es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer, los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal; las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades, y la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

*Tabla 7. Vinculación del proyecto con la Ley General de Bienes Nacionales.*

Artículo	Vinculación con el proyecto
<p><i>Artículo 7.- Son bienes de uso común: (...) III.- El mar territorial en la anchura que fije la Ley Federal del Mar; (...)</i></p>	<p>El proyecto se desarrollará sobre bienes nacionales, ya que el proyecto se localizará dentro de la zona marina al sur de la Isla Gaviota, en el estado de Baja California Sur, con la finalidad de formar un arrecife artificial.</p>

### **III.3.10. Ley Federal del Mar**

La presente Ley es reglamentaria de los párrafos Cuarto, Quinto, Sexto y Octavo del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a las zonas marinas mexicanas, por lo que atendiendo a que parte del trazo del proyecto se colocará en la zona marina del Golfo de California se vincula el presente proyecto con los artículos aplicables.

*Tabla 8. Vinculación del proyecto con la Ley Federal del Mar.*

Artículo	Vinculación con el proyecto
----------	-----------------------------

<p><i>ARTICULO 3o.- Las zonas marinas mexicanas son:</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li><i>a) El Mar Territorial</i></li><li><i>b) Las Aguas Marinas Interiores</i></li><li><i>c) La Zona Contigua</i></li><li><i>d) La Zona Económica Exclusiva</i></li><li><i>e) La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares y</i></li><li><i>f) Cualquier otra permitida por el derecho internacional.</i></li></ul>	<p>El proyecto se desarrollará sobre la zona marina mexicana como es el mar territorial, ya que para la conformación del arrecife se hará uso del casco de un buque, el cual se sumergirá en el fondo marino al sur de la Isla Gaviota, en el estado de Baja California Sur.</p>
<p><i>ARTICULO 7o.- Corresponde al Poder Ejecutivo Federal la aplicación de esta Ley, a través de las distintas dependencias de la Administración Pública Federal que, de conformidad con la Ley Orgánica de ésta y demás disposiciones legales vigentes, son autoridades nacionales competentes según las atribuciones que confieren a cada una de ellas.</i></p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto que se analiza, ya que se tramitarán los permisos que resulten necesarios independientemente de la autorización en materia de impacto ambiental, que guarden relación con la realización del proyecto en el mar territorial que sean necesarios ante la Unidades Administrativas correspondientes.</p>

### **III.4. Normas Oficiales Mexicanas**

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. En este sentido el proyecto se ajustará a las Normas oficiales Mexicanas que le resulten aplicables.

### **III.5. Programas de Ordenamiento Ecológico**

El ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento de política ambiental, el cual debe llevarse a cabo como un proceso de planeación el cual contiene la regionalización o la determinación de las zonas ecológicas, según corresponda, y los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio; mientras que los programas de desarrollo urbano, buscan establecer usos de suelo buscando un crecimiento ordenado de las áreas urbanas principalmente, pues el desarrollo urbano en México se ha caracterizado por la expansión desordenada de sus áreas urbanas, lo que ha generado zonas marginadas, segregación habitacional y la ocupación irregular del suelo en las periferias.

También, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con las dependencias

competentes, formular, expedir y ejecutar los programas de ordenamiento ecológico marino, que tendrán por objeto establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes.

Atendiendo a la intención de los instrumentos antes citados, el proyecto se vinculará con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

### **III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC)**

El presente instrumento fue publicado mediante Acuerdo en el Diario Oficial de la Federación el 15 de diciembre de 2006. El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, a través del cual gobierno y sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Bajo este contexto, a lo largo de este proceso se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

Para facilitar la aplicación de acciones en el área de estudio del presente ordenamiento, se generaron 22 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con características homogéneas en términos de los patrones regionales de presión, fragilidad y vulnerabilidad. De éstas, 15 limitan con la costa y se denominan unidad de gestión costera (UGC) y 7 se ubican en medio del océano y se denominan unidad de gestión oceánica (UGO).

Tomando en cuenta la ubicación del proyecto, este se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental Costera (UGC) 1 denominada "**Los Cabos - La Paz**", cuyas aptitudes predominantes son la Conservación y Turismo, dentro de la Unidades Ambientales que conforman la UGC, el proyecto

que nos ocupa se ubica dentro de la Unidad Ambiental 2.2.2.7.1.8, como se muestra en la siguiente imagen.

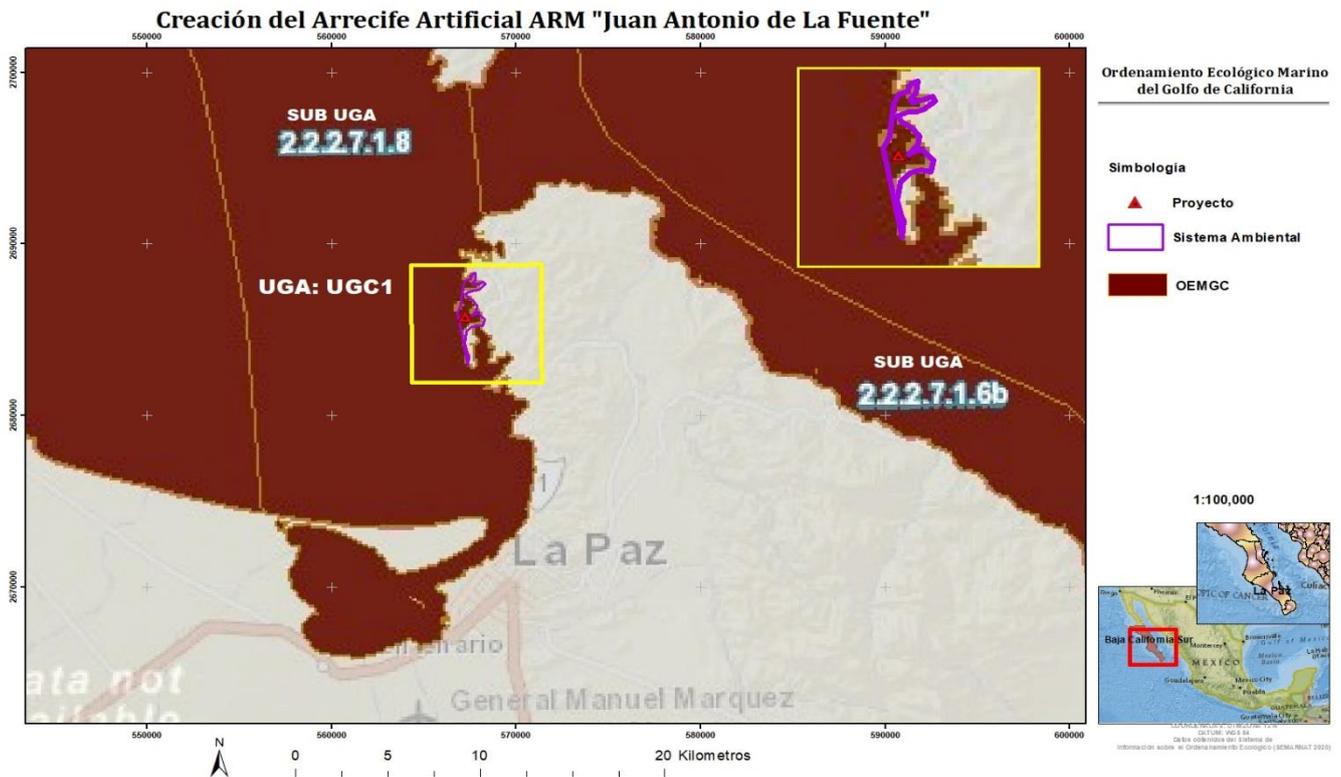


Figura 1. Ubicación del proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California (POEMGC).

En observancia de lo anterior, se tiene que la UGC, tiene las siguientes características:

Tabla 9. Sectores con aptitud predominante de la UGC 1 del POEMGC.

Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud.
Turismo (aptitud alta)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fondeaderos, puertos naturales, centros náuticos y marinas.</li> <li>- infraestructura hotelera y de comunicaciones y transportes.</li> <li>- servicios asociados al buceo, al surf, a la pesca deportiva y a los deportes acuáticos.</li> <li>- zonas de distribución de mamíferos marinos, tortugas marinas y aves marinas.</li> <li>- playas de interés para el sector.</li> <li>- áreas naturales protegidas: Parque Nacional Cabo Pulmo, Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, entre otras,</li> </ul>

	que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California
<b>Conservación (aptitud alta)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alta biodiversidad.</li> <li>- zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las cuales se encuentra el pepino de mar, la tortuga laúd, la tortuga golfinia, el tiburón peregrino, el tiburón blanco, el tiburón ballena, la ballena jorobada y la ballena azul.</li> <li>- zonas de distribución de aves marinas.</li> <li>- áreas naturales protegidas: Parque Nacional Cabo Pulmo, Área de Protección de Flora y Fauna Cabo San Lucas y las Islas Espíritu Santo y Cerralvo, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California</li> </ul>

De los atributos antes señalados, podrá notarse que no se contempla al hundimiento de embarcaciones o la conformación de arrecifes artificiales, pues el objetivo del proyecto es crear un arrecife artificial mediante el hundimiento del casco de un buque, donado por la SEMAR al Gobierno del Estado de Baja California Sur, que además de constituir un nuevo ecosistema, sea un sitio alternativo para el buceo recreativo que podrá observar la fauna asociada al arrecife, y que además contribuya a descargar la presión turística en zonas de interés marino como aquellas con presencia de corales, reduciendo con ello el impacto de este tipo de actividades. Aunado a ello, el arrecife artificial podrá promover la investigación científica y la educación ambiental.

A continuación también se expone, el lineamiento ecológico aplicable a la UGC 1.

*Tabla 10. Lineamiento ecológico de la UGC 1 del POEMGC.*

<b>Lineamiento ecológico</b>
Las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de prevención que permita mantener los niveles de presión actual, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio y por un nivel de presión marina medio.

Respecto al presente lineamiento, cabe señalar que el proyecto no pretende la realización de actividades productivas, sin embargo implementará acciones a fin de mantener los atributos ambientales, pues el hundimiento en este caso de un buque para la conformación de un arrecife artificial generan condiciones idóneas para el establecimiento de organismos marinos, ya que

proporcionan al sustrato refugio y lugares de crianza a diversas especies, además de convertirse en lugares muy atractivos para la práctica del buceo, razón de más para considerar que el proyecto es compatible y congruente con el presente lineamiento.

Se hace hincapié en que el presente programa, tiene el carácter de programático ya que a través de las diversas estrategias que se proponen dentro del presente instrumento se encuentran dirigidas a su atención por parte de las distintas autoridades en el ámbito de sus atribuciones y competencia, lo que se traduce en que los particulares sólo podrán hacer aquello que la Ley les permite, en este caso el presente instrumento no establece obras o actividades permitidas o prohibidas, no obstante ello, a fin de acreditar la compatibilidad del proyecto con el presente instrumento se presenta la vinculación del mismo con aquellas estrategias que se han considerado que guardan relación con el proyecto como las dirigidas al Medio Ambiente y los Recursos Naturales. En lo general, las estrategias proponen acciones de aplicación general para la atención y prevención de los conflictos identificados en la etapa de diagnóstico, que tendrán que aplicarse de acuerdo a los atributos ambientales que determinan la aptitud sectorial en cada UGA.

*Tabla 11. Vinculación del proyecto con las estrategias ecológicas del POEMGC.*

Estrategias Ecológicas	Vinculación
<p><b>2.7 Medio Ambiente y Recursos Naturales</b></p> <p>1. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones, definirá las áreas en las que se deberán implementar esquemas espacialmente explícitos de protección, conservación, preservación y restauración, con base en la información que se genere como resultado de la Agenda de Investigación de este Proceso o de otras fuentes, relativa a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación, identificando rutas migratorias, áreas de crianza, refugio y reproducción.</li> <li>• Identificación de zonas de riqueza biológica, hábitats y ecosistemas prioritarios (tales como arrecifes; pastos marinos; humedales costeros, en particular manglares; bahías; esteros; lagunas costeras; islas y dunas costeras, entre otros) y procesos ecológicos críticos como sugerencias.</li> </ul>	<p>Como se observa, la presente estrategia requiere de la intervención de la SEMARNAT, así como del resto de las estrategias que se seguirán vinculando en este rubro de medio ambiente y recursos naturales en el marco de sus atribuciones, no obstante ello, para la realización del presente proyecto se ha identificado la distribución de especies en el medio marino en que será ubicado el casco del buque para la conformación de un arrecife artificial, por lo que no se ocasionará ninguna afectación a las mismas y se contribuirá a generar condiciones idóneas para el establecimiento de organismos marinos, ya que proporcionan al sustrato refugio y lugares de crianza a diversas especies.</p> <p>Por otra parte, de acuerdo a las Directrices Relativas a la Colocación de Arrecifes Artificiales de la OMI, los arrecifes artificiales se construyen en ocasiones con el fin de aumentar o modificar la biodiversidad, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los arrecifes colocados en planicies submarinas arenosas introducen sustratos duros y la biota correspondiente en zonas en las que antes no existían;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los arrecifes pueden destinarse específicamente a aumentar al máximo la variedad y cantidad de las colonizaciones epibióticas incluyendo un gran número de nichos de distinto tamaño;</li> <li>• Los arrecifes también pueden destinarse al aprovechamiento del "efecto de borde" (al parecer, la biota más sedentaria elige los bordes para establecerse, posiblemente para aumentar al máximo su exposición a las corrientes).</li> </ul>
<p>2. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones, garantizará que en la evaluación del impacto ambiental de las obras y/o actividades del sector turístico, acuícola, comunicaciones y transportes, pesquero y demás sectores productivos que incidan en los humedales costeros (principalmente manglares), se establezcan las medidas preventivas, de mitigación y/o restauración procedentes que permitan la continuidad funcional y estructural de estos ecosistemas, así como el mantenimiento de su biodiversidad y productividad.</p>	<p>El proyecto no afectará zonas de humedales costeros, con el hundimiento del casco del buque en el lecho marino, no obstante que el presente proyecto será sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, para obtener la autorización correspondiente, de manera previa a su realización, tal cual se desprende del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</p>
<p>3. La SEMARNAT en el marco de sus atribuciones promoverá la aplicación del enfoque precautorio cuando no se tenga la información suficiente para la adopción de medidas preventivas, de mitigación y restauración que permitan evitar que el proyecto afecte irremediablemente a los humedales costeros (principalmente manglares).</p>	<p>Como se ha mencionado con anterioridad, el proyecto no afectará zonas de humedales al ubicarse en el lecho marino, además de que se están proponiendo medidas por los efectos que pudieran causarse al medio marino por el hundimiento del casco del buque.</p>
<p>4. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones, llevará a cabo las acciones necesarias para evaluar el impacto de las diferentes actividades productivas sobre los humedales costeros (principalmente manglares) en el Golfo de California.</p>	<p>El proyecto no afectará ningún humedal, así como tampoco vegetación de manglar, al pretender realizar el hundimiento de una embarcación en una zona marina.</p>
<p>5. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones y en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, establecerá y dará seguimiento a un programa de identificación de humedales costeros (principalmente manglares) con deterioro, susceptibles de ser restaurados y definirá, con la participación de especialistas locales y convocando a los actores interesados, las áreas de atención prioritaria en los ámbitos regional y estatal, para el establecimiento de programas para su rehabilitación o recuperación, con base en su viabilidad técnica, económica y ambiental.</p>	<p>El proyecto no afectará zonas de humedales, así como tampoco vegetación de manglar y no tiene como propósito la implementación de un programa de identificación de humedales costeros; sin embargo al no verse afectados no se contraviene la presente estrategia.</p>
<p>6. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones y en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, definirá estrategias de conservación y manejo integral de humedales costeros (principalmente manglares) en el Golfo de California, con el objeto de proteger la biodiversidad asociada a los mismos y asegurar que el</p>	<p>El proyecto no tiene como finalidad definir estrategias de conservación y manejo integral de humedales costeros, además de que con el proyecto propuesto no afectarán humedales costeros.</p>

<p>uso y disfrute de los beneficios económicos y sociales que éstos generan no perjudique su condición futura</p>	
<p>7. Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT, la SAGARPA y demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes y con la participación de los sectores productivos, deberán coordinar acciones para la implementación de programas de rehabilitación de sistemas lagunares costeros y bahías que requieren ser restaurados.</p>	<p>Se coadyuva con la estrategia en cita, ya que con la inmersión de la embarcación y conformar un arrecife artificial se busca generar un ambiente adecuado para la reproducción de especies en la zona, es decir, es una estrategia sustentable para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona. La propia estructura artificial proveerá de refugio y alimento a diversas especies como peces, crustáceos, y moluscos entre otros.</p>
<p>8. La SEMARNAT en el marco de sus atribuciones garantizará que a través de la aplicación de programas y en el otorgamiento de concesiones, permisos, licencias, autorizaciones, dictámenes y resoluciones se asegure la protección de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats;</li> <li>● los hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros.</li> <li>● zonas de agregación, reproducción y crianza de aves marinas.</li> </ul>	<p>Una vez que la autoridad emita la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, la promovente del proyecto se ajustará al cumplimiento de los Términos y Condicionantes que dentro de la misma autorización la autoridad evaluadora establezca, tal cual se prevé por el artículo 47 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.</p>
<p>9. La SEMARNAT, en coordinación con la SAGARPA, continuará implementando el Programa de Protección de la Vaquita dentro del Área de Refugio ubicada en la porción occidental del Alto Golfo de California, así como fortaleciendo la coordinación de acciones que se requieran para la protección de esta especie.</p>	<p>Atendiendo a que la presente estrategia requiere que se implemente un Programa por las autoridades y el proyecto no se ubicará dentro del área de refugio a que se hace referencia, no se contraviene la estrategia en cita.</p>
<p>10. Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT generará la investigación científica necesaria para determinar el volumen mínimo de agua por unidad de tiempo, necesario para asegurar la conservación y la restauración de los ecosistemas asociados al Delta del Río Colorado, de manera que se asegure la sobrevivencia a corto y largo plazo de la mayoría de las formas de vida acuáticas.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con la estrategia de referencia, ya que no realizará acciones de investigación científica, sin embargo coadyuva ya que el arrecife artificial podrá promover la investigación científica y la educación ambiental.</p>
<p>11. Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT en coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores y demás instancias de coordinación binacional competentes, utilizará los resultados del punto anterior para integrar una propuesta de negociación que tenga como objetivo garantizar el volumen mínimo de agua por unidad de tiempo, necesario para asegurar la conservación y la restauración de los ecosistemas asociados al Delta del Río Colorado a través del incremento de los aportes del</p>	<p>Al respecto, el proyecto no tendrá ninguna intervención relacionada con la conservación y restauración de los ecosistemas asociados al Delta del Río Colorado.</p>

<p>Río Colorado al Alto Golfo de California. Dicha propuesta será puesta a consideración del titular del Ejecutivo Federal.</p>	
<p>12. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones continuará generando la investigación científica para el conocimiento de los ecosistemas y la biodiversidad, así como de los bienes y servicios ambientales que sustenten el diseño y aplicación de políticas e instrumentos de conservación.</p>	<p>El proyecto se ajusta a los instrumentos de política ambiental aplicables, aun cuando no tiene por objeto realizar actividades de investigación, a fin de evidenciar la compatibilidad del proyecto ante la autoridad con los mismos.</p>
<p>13. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones y en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, promoverá la integración de los intereses sectoriales en el diseño y aplicación de políticas e instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.</p>	<p>La presente estrategia requiere de la intervención de diversas autoridades para su realización y dentro de la cual no cabe la intervención de autoridades que no sean competentes para promover la integración, como es el caso de la autoridad promovente, de los intereses sectoriales en el diseño y aplicación de políticas e instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad.</p>
<p>14. La SEMARNAT en el marco de sus atribuciones y en coordinación con la SECTUR, los gobiernos de los estados y el sector turístico, fortalecerá la integración de un sistema de información a partir de los registros de avistamiento de ballenas, tiburones y tortugas marinas entre otros, que apoye el diseño y aplicación de políticas e instrumentos para su protección. Este sistema será integrado a la bitácora ambiental para apoyar la toma de decisiones en el Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con la integración de un sistema de información, como al que se hace referencia en la presente estrategia.</p>
<p>15. La SEMARNAT, en el marco de sus atribuciones y en coordinación con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, continuará generando la investigación científica para evaluar el impacto de las actividades productivas (pesca industrial, pesca ribereña, turismo y acuicultura) sobre los ecosistemas, la biodiversidad y los servicios ambientales que sustenten el diseño y aplicación de políticas e instrumentos de conservación.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con la estrategia de referencia, ya que no pretende llevar a cabo actividades de investigación, ni tampoco actividades productivas, sin embargo se han identificado los posibles impactos ambientales (ver Capítulo V de la presente MIA) que con el hundimiento del casco del buque se pudieran ocasionar al medio ambiente marino.</p>
<p>16. La SEMARNAT seguirá trabajando en el Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California en la difusión de las herramientas de conservación, protección y restauración de los recursos naturales, informando sobre su estado y aplicación en el Golfo de California, con el objeto de mejorar su eficiencia, su diseño y su implementación en la planeación regional.</p>	<p>El proyecto no guarda relación con la presente estrategia, sin embargo ha observado su contenido, al ubicarse el proyecto dentro del ámbito de aplicación del presente Programa de Ordenamiento Ecológico Marino.</p>
<p>17. La SEMARNAT continuará fortaleciendo el manejo de las áreas naturales protegidas existentes, así como los procesos de gestión de las propuestas actuales (anexo 3) y futuras para la creación de nuevas áreas</p>	<p>El proyecto ha observado la existencia de las Áreas Naturales Protegidas más cercanas al proyecto, como se verá en un apartado más adelante del presente Capítulo, identificándose que el proyecto no se localiza dentro de ningún Área Natural Protegida, asimismo, se</p>

<p>naturales protegidas en el Golfo de California, a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● la elaboración y la actualización de los planes de manejo;</li> <li>● el trabajo en el Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California para el fortalecimiento de la participación social en los procesos de declaratoria y de elaboración de los planes de manejo de las áreas naturales protegidas, de manera que se integren a la planeación regional;</li> <li>● el trabajo en el Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California para el desarrollo de estrategias que permitan establecer alianzas y sinergias con los sectores en la identificación y manejo del sistema de áreas naturales protegidas marinas y costeras en el Golfo de California y</li> <li>● el impulso, en colaboración con la SAGARPA, del manejo sustentable de las pesquerías en las áreas naturales protegidas, a través de la participación del sector de la pesca ribereña y de la pesca industrial en los Consejos Asesores de las áreas naturales protegidas.</li> </ul>	<p>plantea la vinculación con el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Balandra en la Bahía de La Paz en Baja California Sur.</p> <p>Asimismo el proyecto no guarda relación con la realización de trabajos con el Comité de Ordenamiento Ecológico, así como tampoco con el manejo sustentable de pesquerías.</p>
<p>18. La SEMARNAT en el marco de sus atribuciones seguirá robusteciendo la aplicación de herramientas sistemáticas para la identificación, selección y priorización de propuestas para el establecimiento de áreas naturales protegidas marinas y costeras, de manera que aseguren la protección de ecosistemas y recursos marinos prioritarios en el Golfo de California.</p>	<p>Con relación a la presente estrategia el proyecto no guarda relación con la misma, ya que no contempla el establecimiento de un Área Natural Protegida.</p>
<p>19. La SEMARNAT en el marco de sus atribuciones y en coordinación con el Comité de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California trabajará en el desarrollo de indicadores de sustentabilidad marina y costera que será integrados en la bitácora ambiental, con el fin de evaluar, monitorear y dar seguimiento sistemático al desarrollo regional y al estado de los ecosistemas y recursos naturales. Asimismo, trabajará en la definición y actualización de las herramientas y sistemas necesarios para su medición y análisis.</p>	<p>El proyecto no tiene como objetivo el desarrollo de indicadores de sustentabilidad marina y costera, sin embargo, el objetivo del mismo es crear un arrecife artificial mediante el hundimiento del casco de un buque, donado por la SEMAR al Gobierno del Estado de Baja California Sur, que además de constituir un nuevo ecosistema, sea un sitio alternativo para el buceo recreativo que podrá observar la fauna asociada al arrecife, y que además contribuya a descargar la presión turística en zonas de interés marino como aquellas con presencia de corales, reduciendo con ello el impacto de este tipo de actividades.</p> <p>Aunado a ello, el arrecife artificial podrá promover la investigación científica y la educación ambiental.</p>
<p>20. Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT en coordinación con SEMAR, SCT, SAGARPA y SECTUR, así como con las autoridades federales, estatales y municipales competentes, promoviendo la participación de la Secretaría de Salud, deberán proteger las aguas marinas y costeras de la</p>	<p>El proyecto en caso de ser necesario implementará las medidas que sean necesarias para mantener la calidad del agua, durante los trabajos que se realicen para el hundimiento del casco del buque. Cabe resaltar que la embarcación, se sumergirá al medio marino, libre de</p>

<p>contaminación proveniente de fuentes terrestres y de las actividades que se desarrollan en el mar, a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● el establecimiento de metas de calidad del agua que permitan mantener la contaminación marina dentro de los límites ambientales aceptables</li> <li>● el monitoreo del cumplimiento de las metas de calidad del agua</li> <li>● el establecimiento de planes de acción específicos en materia de prevención de la contaminación marina</li> </ul>	<p>cualquier material que pudiera causar un efecto contaminante al mismo.</p>
<p>21. La SEMARNAT en el marco de sus atribuciones y en coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales competentes promoverá el diseño e implementación de políticas e instrumentos ambientales que permitan aplicar el manejo integrado de cuencas hidrológicas y el manejo integrado de zona costera en la planeación y gestión del desarrollo en la región del Golfo de California.</p>	<p>Con la realización del proyecto, no se afectarán cuencas hidrológicas.</p>
<p>22. La SEMAR, en coordinación con la SEMARNAT y los gobiernos de los estados seguirá fortaleciendo las acciones tendientes a dar cumplimiento al Convenio para Establecer las Bases de Coordinación para Participar en las Labores de Prevención, Control y Combate de la Contaminación del Medio Marino en el Golfo de California.</p>	<p>El proyecto coadyuva con la presente estrategia, ya que pretende conformar un arrecife artificial, el cual tendrá como objetivo principal el generar el ambiente idóneo para la reproducción de especies en la zona.</p>
<p>23. Con fundamento en sus atribuciones la SEMARNAT en coordinación con la SEGOB seguirá fortaleciendo la implementación de estrategias eficaces para el manejo de los sistemas insulares, la protección y el aprovechamiento sustentable de su biodiversidad, conforme a los programas de manejo de las áreas naturales protegidas.</p>	<p>El proyecto se ha ajustado a las disposiciones que le han resultado aplicables y de observancia para el desarrollo del mismo.</p>
<p>24. Con fundamento en sus atribuciones la SEMARNAT, en coordinación con la SEGOB, la SAGARPA y la SECTUR fortalecerán la implementación de planes de acción para atender los principales problemas ambientales en las islas del Golfo de California que incluyen: la introducción de especies de flora y fauna exóticas; la extracción de individuos de especies nativas y endémicas de las islas; la perturbación de colonias de aves marinas y de lobo marino; la contaminación de las islas y la zona intermareal; la destrucción del hábitat; la erosión de los suelos y el uso desordenado de algunas costas insulares por parte del turismo.</p>	<p>El proyecto coadyuva con la estrategia en cita, pues al pretender la conformación de un arrecife artificial, se permitirá generar el ambiente idóneo para la reproducción de especies en la zona marina.</p>

### **III.6. Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región**

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28 de la citada Ley, la Secretaría revisará que se ajusten a las formalidades previstas en la misma Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, y se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Por tal motivo, a continuación se presenta la vinculación del proyecto con los instrumentos aplicables para su desarrollo.

En los sucesivos numerales se presenta el análisis correspondiente a los diversos instrumentos de política ambiental como son el Plan Nacional de Desarrollo, Planes de Desarrollo Estatales, Programas de Desarrollo Urbanos para los municipios involucrados y Ordenamientos Ecológicos del Territorio aplicables por estado.

#### **III.6.1. Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024**

El Plan Nacional de Desarrollo, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio del 2019, se establece dentro del mismo que la Constitución ordena al Estado mexicano velar por la estabilidad de las finanzas públicas y del sistema financiero; planificar, conducir, coordinar y orientar la economía; regular y fomentar las actividades económicas y "organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación". Para este propósito, la Carta Magna faculta al Ejecutivo Federal para establecer "los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del plan y los programas de desarrollo". El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es, en esta perspectiva, un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal.

El citado Plan contempla cuatro rubros:



Dentro de su apartado II, denominado Política Social contempla un rubro de Desarrollo Sostenible, dentro del cual se prevé que el gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, **ambientales** y económicos **que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico**. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

En este orden de ideas, el presente proyecto con su realización no comprometerá los recursos ambientales en perjuicio de las generaciones futuras ya que busca en todo momento generar un impacto positivo al medio ambiente marino, generando las condiciones idóneas para la

reproducción de especies, creando un arrecife artificial, por lo que es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo.

Asimismo, dentro del numeral IV. Epílogo, se menciona que para el 2021, se habrá garantizado la preservación integral de la flora y de la fauna, se habrá reforestado buena parte del territorio nacional y ríos, arroyos y lagunas estarán recuperados y saneados; el tratamiento de aguas negras y el manejo adecuado de los desechos serán prácticas generalizadas en el territorio nacional y se habrá expandido en la sociedad la conciencia ambiental y la convicción del cuidado del entorno.

Por lo que al respecto, ha de manifestarse que con el presente proyecto se busca que las especies marinas de la zona puedan encontrar las condiciones ideales con un arrecife artificial para su reproducción, por lo que resulta compatible con lo citado en el párrafo anterior.

### **III.6.2. Plan Nacional de Plan Estatal de Desarrollo da BCS 2015-2021**

La formulación del presente plan se ha realizado bajo una visión sistemática de la situación sudcaliforniana, al incluirse un diagnóstico que con precisión pondera las grandes fortalezas, así como las amplias oportunidades para dirigir al Estado hacia mejores condiciones de bienestar social, para esto se ha reexpresado la importancia que representa evaluando con detenimiento cuáles son las necesidades más urgentes que deben atenderse, se han establecido las políticas públicas más eficientes para resolverlas y se ha diseñado un sistema de planeación que permita generar las suficiencias presupuestales para sostener el esfuerzo en el mediano y largo plazo. El Plan Estatal de Desarrollo 2015-2021 (PED) está compuesto de la siguiente manera:

El presente apartado etiquetado como introductorio incluye el marco legal, la ruta metodológica para la composición del mismo; el diagnóstico de la situación actual y el análisis que detecta las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

La segunda parte contempla la visión, misión y ejes para el desarrollo, elementos que delimitarán el enfoque por el que tomará su curso la presente administración, mismos que establecerán cuales son los puntos de enfoque a partir de los cuáles se formularán las políticas públicas.

Asimismo, se incluye un anexo técnico con los elementos del Sistema de Planeación Democrática y los Resultados del Proceso de Consulta, mismo que contendrá la semaforización de los indicadores

y describe a detalle cuales fueron los factores que ponderó la sociedad y en consecuencia cuales son viables a implementar en el estado.

Es importante destacar que el PED tiene cinco ejes fundamentales que conllevan una visión de futuro:

<b>EJES RECTORES DEL PED</b>
Eje I. Infraestructura de Calidad
Eje II. Diversificación Económica
Eje III. Seguridad Ciudadana
Eje IV. Calidad de Vida
Eje V. Transparencia y Buen Gobierno

Dentro del Eje II, se contempla el rubro de Turismo, destacando que la información por destino turístico muestra que es importante diseñar productos turísticos en conjunto con los prestadores de servicios que generen mayores flujos de turistas que a su vez utilicen más los servicios turísticos, propiciando en los destinos de La Paz y Loreto mayor ocupación hotelera, así como un aumento en la estadía promedio de los turistas que se traduzca en una mayor derrama económica, empleo; así como una mejor utilización de la infraestructura de hospedaje disponible. Por lo que habrá de diseñarse y ejecutar un Plan Estratégico de Turismo de Naturaleza y Aventura, así como diversificar los mercados como puede ser el turismo para personas con capacidades diferentes.

Al respecto, el proyecto es congruente con los fines pretendidos en el presente Plan, ya que el presente proyecto pretende crear un arrecife artificial mediante el hundimiento del casco de un buque en el fondo marino, con la finalidad de ser una estrategia sustentable para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona. La propia estructura artificial proveerá de refugio y alimento a diversas especies como peces, crustáceos, y moluscos entre otros, además de que ayudará a reducir la presión que ejerce el ser humano sobre las áreas naturales y los arrecifes (el área del proyecto no incidirá en éstos).

El proyecto también será de gran beneficio para los pobladores y prestadores de servicios turísticos, ya que como bien se ha mencionado un arrecife artificial es una alternativa para

actividades de recreación como lo es el buceo, y sobre todo cuando se trata de una embarcación sumergida, que puede ser de gran atracción para los visitantes.

En este sentido el proyecto es congruente con el Plan Estatal de Desarrollo, al guardar estrecha relación con uno de los sectores de gran importancia para la zona como lo es el Turismo.

### **III.6.3. Programas Sectoriales**

En el caso del gobierno de México, los Programas Sectoriales son los objetivos, metas y líneas de estrategia para alcanzarse en un período de 6 años, el cumplimiento de los mismos específicamente para una actividad o sector, como educación, salud, energía, medio ambiente, etcétera. Estos elementos se obtienen a partir de un diagnóstico sobre la situación actualizada de tal o cual sector.

El programa puede estar bajo la tutela de alguna dependencia gubernamental o entidad pública, y una de éstas puede tener uno o varios programas, dependiendo de la visión organizativa del sector público; por lo que a continuación se vincula el proyecto con los siguientes Programas Sectoriales.

#### **III.6.3.1. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT)**

El presente Programa se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 07 de julio del 2020, contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

Los Objetivos prioritarios del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 son los siguientes.

*1.- Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.*

*2.- Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.*

3.- Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.

4.- Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.

5.- Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

Adicionalmente, en el numeral 7, denominado Estrategias prioritarias y acciones puntuales, de cada uno de los cinco Objetivos Prioritarios del Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024, se identifica en el numeral 1.3, lo siguiente:

*"1.3. Restaurar los ecosistemas, con énfasis en zonas críticas, y recuperar las especies prioritarias para la conservación con base en el mejor conocimiento científico y tradicional disponibles."*

Por lo que a continuación se citan las Acciones Puntuales y se vincula el proyecto con la que guarda relación:

Acciones puntuales	Vinculación
1.3.3.- Restaurar los ecosistemas naturales terrestres, dulceacuícolas y <b>marinos</b> , con énfasis en zonas críticas, para recuperar los servicios ambientales que proveen mediante un enfoque interdisciplinario, integral, intersectorial, participativo y territorial de largo plazo.	El proyecto no tiene por objeto principal la restauración; sin embargo, con la conformación del arrecife artificial, mediante el hundimiento del casco de un buque en el fondo marino, se plantea como una estrategia sustentable para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona. La propia estructura artificial proveerá de refugio y alimento a diversas especies como peces, crustáceos, y moluscos entre otros, motivo por el cual se coadyuva con la presente acción.

Adicionalmente el proyecto se alinea con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, particularmente en su numeral 14, que establece conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, por lo que bajo dicha perspectiva el proyecto es congruente al plantear como una estrategia sustentable el hundimiento de un casco de un buque para la creación de hábitats para la flora y fauna marina en la zona, por lo que bajo dichas consideraciones el proyecto no contraviene el presente Programa.

### **III.6.3.2. Programa Sectorial de Turismo 2015-2021 del Estado de BCS**

El Programa Sectorial de Turismo forma parte de los instrumentos de la planeación estratégica que el Gobierno de Baja California Sur implementa para que los ejes fundamentales del desarrollo se concreten en el sector turístico. La evolución de la actividad turística en Baja California Sur en las últimas décadas ha sido denotada. Sus principales indicadores nos confirman que la actividad económica más relevante es y será el turismo.

Dentro de dicho documento se contempla al Programa Desarrollo del Turismo de Naturaleza y Aventura, cuyo objetivo es consolidar la oferta de atractivos y actividades turísticas de naturaleza y aventura de manera sustentable, conforme a las vocaciones regionales, fortaleciendo la generación de producto turístico y la calidad en la prestación de los servicios, por lo que dentro de dicho rubro, el proyecto resulta ser compatible, ya que la conformación del arrecife artificial puede ser un atractivo turístico para la práctica de buceo recreativo, lo que se traduciría en parte del cumplimiento de las metas que tiene por objeto cumplir el citado Programa, ya que se busca posicionar a Baja California Sur como una potencia turística en la línea de producto de naturaleza y aventura; así como desconcentrar la actividad turística del segmento de sol y playa y diversificar la oferta, que podría ser a través de actividades de buceo.

## **III.7. Áreas Naturales Protegidas**

En México existen diversos tipos de áreas protegidas: federales, estatales, municipales y Áreas de Conservación Voluntarias. Las Áreas Naturales Protegidas (ANPs), son las áreas bajo la administración de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Los instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las áreas naturales protegidas a nivel mundial, se han conceptualizado como planes o programas de manejo, programas de conservación, programas de conservación y manejo, planes rectores, planes directores, etc. En nuestro país estos instrumentos se denominaban planes de manejo, programas

de trabajo, programas integrales de desarrollo, programas operativos anuales y/o programas de conservación y manejo.

Ahora bien, por la relevancia del tema, se ha dedicado un apartado exclusivo en torno a la revisión y análisis de dichos instrumentos como son los Decretos y Programas de Manejo de las áreas naturales protegidas involucradas en la zona propuesta para el proyecto.

### III.7.I. Áreas Naturales protegidas de jurisdicción Federal cercanas al proyecto

Las Áreas Naturales Protegidas son espacios marinos y terrestres que resguardan una gran variedad de seres vivos, en este sentido se identificó que el proyecto se localiza fuera de Áreas Natural Protegidas de competencia federal, resultando la más cercana la denominada **Área de Protección de Flora y Fauna "Balandra", en la Bahía de La Paz en Baja California Sur**, ubicándose el proyecto a **75.80 m** de la misma como se muestra en la siguiente imagen:

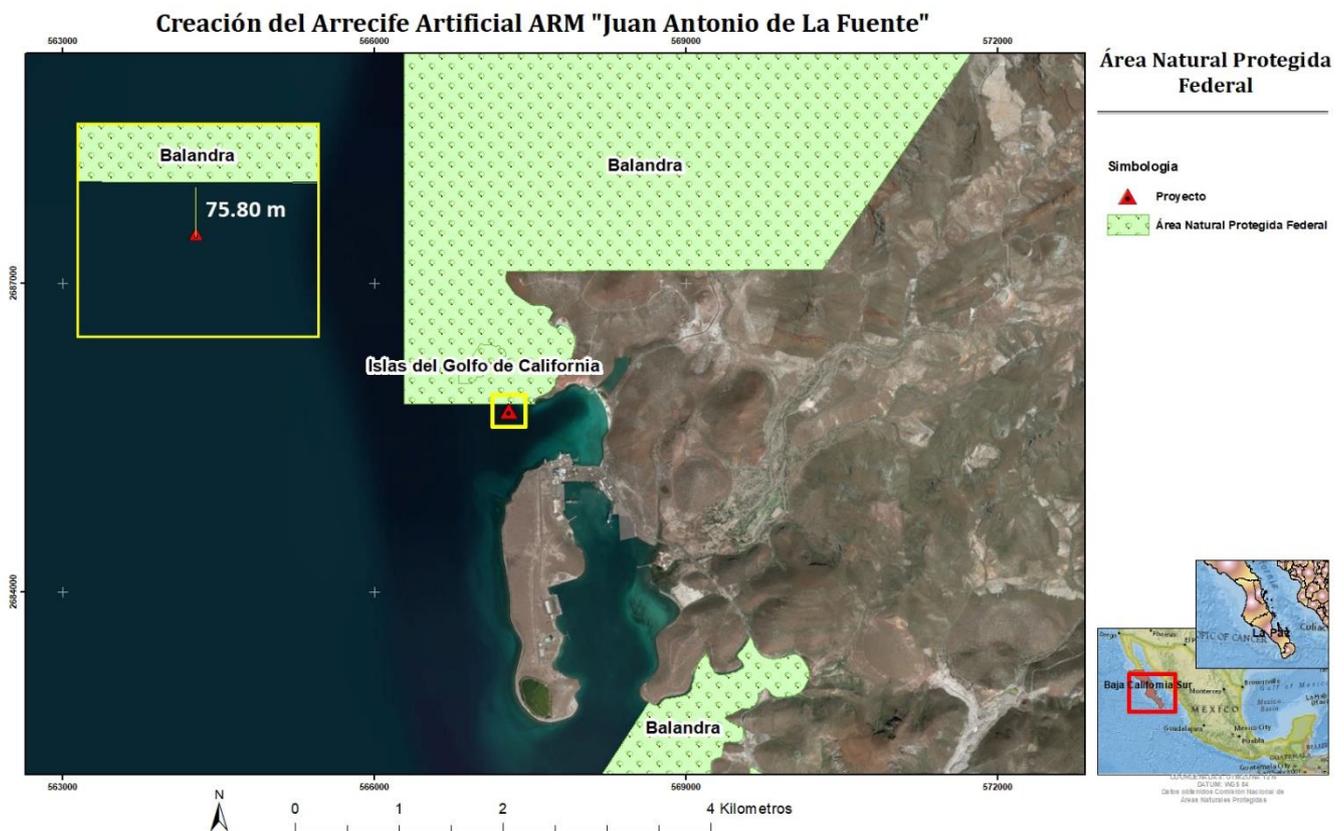


Figura 2. Ubicación del proyecto, con relación al ANP Área de Protección de Flora y Fauna Balandra.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto, no se encuentra sujeto a la observancia o Decreto de la presente Área Natural Protegida, dado el mismo se ubica fuera de la misma.

### III.8. Sitios Ramsar

El proyecto no incidirá dentro de ningún sitio Ramsar, siendo los más próximos al proyecto el denominado "Humedales el Mogote-Ensenada La Paz", el cual se localiza a una distancia de 143.00 m y a 141.00 m de "Balandra", como se podrá ver en la siguiente imagen.

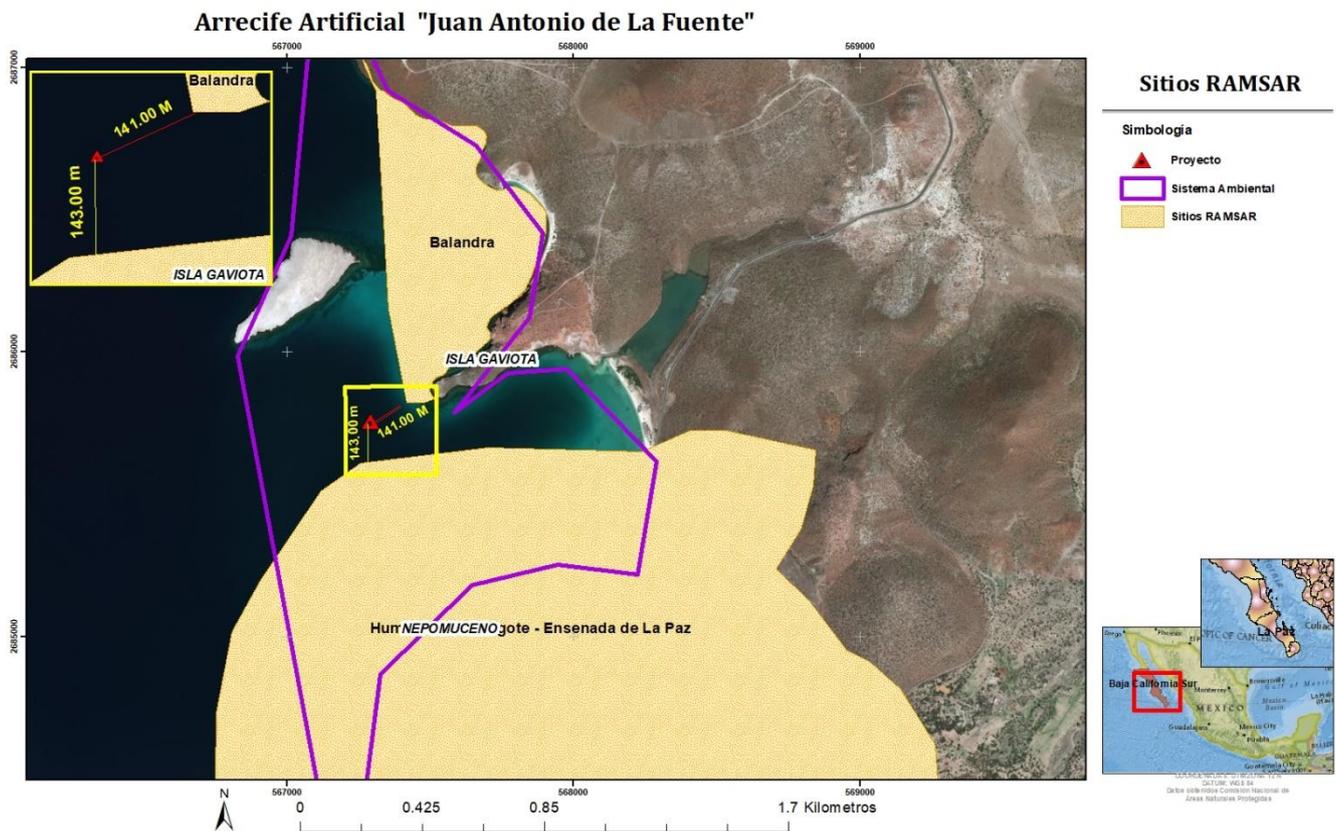


Figura 3. Ubicación del proyecto con relación a los Sitio RAMSAR.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar, Irán, 1971) identificada como "Convención de Ramsar" es un tratado intergubernamental en el que se consagran los compromisos adquiridos por las partes (países miembros) cuyo objetivo es incentivar y mantener

las características ecológicas de sus Humedales de Importancia Internacional y planificar el "uso racional", de todos los humedales situados en sus territorios.

Este acuerdo internacional es el primer instrumento (convenio) en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, cuyo objetivo o interés original se orientó a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, sin embargo, ha reconocido la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".

#### **A. Partes Contratantes, o Estados Miembros, de la Convención de Ramsar.**

De conformidad con el Artículo 9.2 de la Convención sobre los Humedales "Todo miembro de la Organización de las Naciones Unidas o de una de sus agencias especializadas, o de la Agencia Internacional de la Energía Atómica, o Parte de los Estatutos de la Corte Internacional de Justicia, puede ser Parte Contratante en esta Convención", esto es, todo país puede ser suscriptor y convertirse en parte del presente convenio, siempre y cuando dentro de los límites territoriales de éste existan humedales.

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

- Garantizar la conservación y el uso racional de los humedales que ha designado como Humedales de Importancia Internacional.
- Incluir en la planificación ambiental nacional el uso racional de todos los humedales en la mayor medida posible, y

- Entablar consultas con otras Partes acerca de la aplicación de la Convención, especialmente en lo que concierne a los humedales transfronterizos, los sistemas hídricos compartidos y las especies compartidas.

Bajo este contexto, son relevantes y de interés a discusión los puntos referentes a:

- Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto - estratégico, ambiental y social.
- Resolución VIII.3.Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.
- Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica" aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.
- Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial.
- Manual 16. Evaluación del Impacto Ambiental.

#### **B. Resolución VII.16. La Convención Ramsar y la evaluación de impacto estratégico, ambiental y social**

Se precisa en el pedimento lo siguiente:

*"PIDE a las Partes Contratantes que fortalezcan y consoliden sus esfuerzos para asegurarse de que todo proyecto, plan, programa y política con potencial de alterar el carácter ecológico de los humedales incluidos en la Lista Ramsar o de impactar negativamente a otros humedales situados en su territorio, sean sometidos a procedimientos rigurosos de estudios de impacto y formalizar dichos procedimientos mediante los arreglos necesarios en cuanto a políticas, legislación, instituciones y organizaciones;"*

#### **C. Resolución VIII.3. Cambio climático y humedales: impactos, adaptación y mitigación.**

La resolución invocada precisa en su pedimento lo siguiente:

*"PIDE a las Partes Contratantes que administren los humedales de forma que aumente su resiliencia al cambio climático y a los fenómenos climáticos extremos y se reduzca el riesgo de inundaciones y sequías en los países vulnerables, entre otras formas, promoviendo la protección y la restauración de los humedales y de las cuencas hidrográficas;"*

Asimismo:

*"HACE UN LLAMADO a todos los países concernidos para que adopten medidas para minimizar la degradación, así como para promover el restablecimiento y mejorar las prácticas de manejo, de aquellas turberas y otros tipos de humedales que son depósitos importantes de carbono o tienen la capacidad de secuestrar carbono y son considerados como factores de mitigación, así como para aumentar la capacidad de adaptación de la sociedad para responder a los cambios en estos ecosistemas debidos al cambio climático"*

En particular, dichas políticas en cita no aplican al proyecto que nos ocupa, en virtud de que éste no pretende llevar a cabo ningún tipo de infraestructura en el manglar o que pudiera afectarlo.

Por lo tanto, como se precisó con antelación la autoridad realizará un examen exhaustivo de la manifestación de impacto ambiental y determinará si las obras del proyecto pueden influir negativamente sobre el ecosistema de manglar, en observancia de lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y NOM-022-SEMARNAT-2003, haciéndose necesaria su vinculación se tiene que serán observadas en todos y cada uno de sus componentes dispuestos a la conservación y protección de dicho sistema ambiental.

**D. Resolución VIII.9. Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica aprobadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y su pertinencia para la Convención de Ramsar.**

La resolución en comento cita a la letra:

*"INSTA a las Partes Contratantes a valerse, según proceda, de las Directrices para incorporar los aspectos de la diversidad biológica a la legislación y/o los procesos de evaluación del impacto ambiental y de evaluación ambiental estratégica aprobadas por la COP del CDB en su sexto período de sesiones en la Decisión VI/7, con la asistencia de las orientaciones preparadas por el GECT e insertadas en el texto de las Directrices del CDB, reproducidas en el anexo de la presente Resolución; y a fomentar la participación plena de las comunidades locales y de los pueblos indígenas, en armonía*

*con estos lineamientos, los Lineamientos para establecer y fortalecer la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales (Resolución VII.8), y los Nuevos lineamientos para la planificación del manejo de los sitios Ramsar y otros humedales (Resolución VIII.14)"*

Los ordenamientos legales en México, hacen suyos los principios antes precisados, ya que en ellos se incorporan los aspectos de la biodiversidad, siendo estrictamente evaluados a través del proceso de evaluación de impacto ambiental.

Es importante precisar que en nuestro país existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental que hace suyos los principios fundamentales de la conservación y cuidado del medio ambiente, procedimiento que cumple con los más altos estándares de análisis técnico y científico, de tal suerte que con ello se garantiza una debida aplicación de los marcos legales nacionales, así como de referencias internacionales.

#### **E. Resolución X.12. Principios para las asociaciones entre la Convención de Ramsar y el sector empresarial.**

Las Partes Contratantes de Ramsar alientan a la Secretaría a que pongan en práctica los principios orientadores que figuran a continuación y sigan estableciendo asociaciones con el sector empresarial, conforme al espíritu de la Estrategia 1.10 del Plan Estratégico para 2009-2015, a fin de fomentar la cooperación con vistas al mantenimiento de los valores ecológicos de los humedales, como condiciones favorables para el desarrollo sostenible.

#### **Objetivos**

- Mejorar las prácticas empresariales ambientalmente sostenibles, intensificando el diálogo y la comprensión de los beneficios socioeconómicos y las oportunidades empresariales que ofrecen los servicios de ecosistemas de los sistemas de humedales plenamente funcionales.
- Ampliar la base de recursos de la Convención y sus actividades estableciendo relaciones mutuamente beneficiosas con el sector empresarial.
- Promover el compromiso directo del sector empresarial con la conservación y el uso racional de los humedales.

- Facilitar el diálogo entre las empresas y los principales interesados directos de los humedales, en particular los gobiernos y las comunidades pertinentes, con miras a generar confianza, y estimular y desarrollar determinadas actividades de asociación.
- Aumentar las inversiones locales, nacionales y regionales en la promoción de la conservación, uso racional, restauración y rehabilitación de humedales.
- Fomentar una mejor comprensión de los valores de los humedales y de la misión de la Convención.
- Fortalecer e intensificar las sinergias entre las necesidades ecológicas para el desarrollo sostenible y los beneficios socioeconómicos derivados del manejo racional de los humedales.
- Examinar nuevas esferas de cooperación y elaborar medidas de sostenibilidad adecuadas a fin de mejorar la cooperación entre el gobierno y el sector privado en el plano nacional.
- Identificar y aplicar métodos para compensar de forma innovadora la pérdida de humedales, en la medida de lo posible en las mismas áreas que desempeñen las mismas funciones ecológicas, en conformidad con la Convención.

El proyecto, es congruente con las políticas antes mencionadas ya que éste busca y pretende desarrollar un proyecto congruente y sustentable, fundamentado en la preservación de los humedales y manglares, ya que el mismo NO incidirá en zonas de humedales o vegetación de manglar.

#### **F. Manual 16 EIA.**

Cita la Convención de RAMSAR:

*"Las Partes en estas COP, y en sus precedentes, han adoptado lineamientos sobre varios temas que han servido de base para la preparación de una serie de manuales para asistir a quienes tengan interés o estén directamente implicados en la aplicación de la Convención en los planos internacional, regional, nacional, subnacional o local. Cada manual recoge, tema tras tema, las diversas orientaciones pertinentes adoptadas por las Partes, a las que se han añadido material adicional de las notas informativas de las COP, estudios de caso y otras publicaciones pertinentes, con objeto de ilustrar los aspectos esenciales de los lineamientos."*

En el caso concreto, el Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, establece las directrices de aplicación de la evaluación del impacto para la conservación y el uso racional de los humedales reconocidos como RAMSAR, así como de aquellos de alto valor ambiental.

El objetivo del presente manual es:

*"El objetivo de este proyecto de directrices es proporcionar asesoramiento general sobre la incorporación de los aspectos de la diversidad biológica a procedimientos nuevos, o ya existentes, de evaluación del impacto ambiental, tomando nota de que en los actuales procedimientos de evaluación del impacto ambiental se tiene en cuenta la diversidad biológica de varios modos. Se ha elaborado un proyecto de marco para atender a las fases de clasificación y de ámbito de la evaluación del impacto ambiental."*

Tal y como se ha precisado, el proyecto sujeto a evaluación en materia de impacto ambiental, no pretende la intervención de ninguna de las comunidades de manglar registradas como sitio RAMSAR, ni de aquellos no registrados que representan altos valores ambientales, por lo que es importante su cuidado y conservación.

En este orden de ideas y respetando el principio de autonomía y soberanía de las Naciones, en México existe un procedimiento de evaluación de impacto ambiental regulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el cual se comprende de manera por demás completa y exhaustiva de una serie de pasos entre los que destaca el estudio científico y la caracterización ambiental de la zona, con lo cual sobresalen los valores ambientales de la misma.

Asimismo, comprende la proyección y establecimientos de pronósticos, así como la implementación de medidas de mitigación y compensación en su caso. El procedimiento de impacto ambiental en México, está diseñado como un sistema a través del cual se detalla y describe la condición actual de la zona, así como su proyección a futuro con el desarrollo de la actividad humana.

Bajo este orden de ideas, la promovente ha formulado la presente manifestación de impacto ambiental, a través de la legislación ambiental mexicana, la cual se llevó a cabo la caracterización y descripción ambiental, así como la evaluación de los escenarios actuales y futuros del sitio en relación con el proyecto, con lo cual se observa el cumplimiento a los lineamientos generales del

Manual 13 de Evaluación de Impacto Ambiental, precisando que el proyecto no contraviene dicho Manual por no existir obra o actividad alguna que impacte en el ecosistema de humedales en la zona de estudio, ni de la comunidad de manglar en dicha zona.

### **III.9. Instrumentos de política ambiental en el ámbito internacional**

En términos de la ley, en nuestro país, tanto la autoridad como la sociedad cuentan con un amplio conjunto de instrumentos de política ambiental. Cada uno de estos instrumentos tiene capacidades propias para afrontar los problemas y perseguir los objetivos ambientales de la sociedad. Su potencial va a depender de su generalidad o aplicación individual, del número de actores en los procesos que deben ser objeto de regulación, del tipo de productos y de actividades involucradas, de la naturaleza biofísica de los sistemas ambientales de que se trate, de las posibilidades técnicas reales de aplicación y fiscalización, del costo de administración y cumplimiento, y de condiciones socioeconómicas y regionales que rigen en cada caso.

Cada instrumento tiene un ámbito particular de aplicación, y diferentes condiciones de alcance, eficacia, y costo/efectividad. No todo instrumento puede generalizarse para afrontar cualquier tipo de problema o para acceder a cualquier tipo de objetivos. Algunos instrumentos pueden ser aplicables a procesos atomizados o a conductas generalizadas, esto es, su cobertura es de amplio espectro. Otros instrumentos tienen mayor especificidad y sólo pueden imponerse a conductas o a proyectos claramente determinados en el tiempo y el espacio.

Existen en la actualidad diversas instancias del diseño de la gestión y la política ambiental en las que participan activamente ciudadanos o sectores organizados de la población, tanto instituciones académicas y grupos de interés como organismos no gubernamentales. Estos pueden integrarse en ámbitos técnicos, administrativos, económicos y consultivos para asumir responsabilidades en una tarea importante de diseño y aplicación de políticas ambientales y en la atención de problemas específicos. De hecho, la concertación para promover la participación y la corresponsabilidad social en la gestión ambiental, se constituye en un instrumento muy poderoso para ampliar las capacidades y los alcances de la política, así como de planes, programas y proyectos.

### **III.9.1. Directrices relativas a la colocación en el mar de materiales con fines distintos de la simple eliminación (construcción de arrecifes artificiales)**

Con arreglo al artículo 4.1 del Protocolo sobre Vertidos, el depósito de desechos u otros materiales en el mar está prohibido.

Al artículo 3(4b) del Protocolo sobre Vertidos modificado excluye de la definición de 'depósito' la colocación de materiales con fines distintos de la simple eliminación a condición de que, si la colocación persigue un objetivo distinto del objetivo para el que estaba concebido o construido inicialmente el material, este objetivo se ajuste a las disposiciones pertinentes del Protocolo.

Estas directrices se preparan de conformidad con el artículo 3(4,b) del Protocolo sobre vertidos modificado en 1996. Su objetivo es prestar asistencia a las Partes Contratantes en:

a) el examen de las consecuencias para el medio marino de la colocación de arrecifes artificiales en el lecho del mar. La construcción de arrecifes artificiales es un ejemplo de 'colocación' y las directrices que siguen contienen elementos que son pertinentes para un amplio conjunto de otros acontecimientos en el litoral y frente a la costa que tienen la posibilidad potencial de causar efectos adversos en el entorno marino y que, en consecuencia, deben estar sometidos al control de autoridades nacionales adecuadas.

b) el cumplimiento de sus obligaciones con respecto a la cuestión de los permisos para el depósito de materiales.

c) la transmisión a la Organización de datos fiables sobre la aportación de materiales abarcados por el Protocolo sobre Vertidos.

#### **Alcances**

Los arrecifes artificiales se utilizan en las aguas litorales de muchas regiones del mundo para todo un conjunto de aplicaciones de gestión costera. La creación de arrecifes artificiales en las zonas marítimas sigue estando en sus comienzos. Entre los usos que ha examinado la comunidad científica figuran los siguientes:

- reducir las inundaciones y la erosión costera;

- facilitar los derechos de anclaje protegido para buques y botes pequeños;
- establecer un hábitat para pesquerías de crustáceos (p. ej., langostas) particularmente en conjunto con la repoblación de peces jóvenes;
- suministrar un sustrato para cultivo de algas o moluscos;
- proporcionar medios de restringir la pesca en zonas donde las poblaciones necesitan protección;
- crear zonas de agrupación de peces para la pesca, los pescadores de caña deportistas y el buceo;
- sustituir los hábitats en zonas en las que determinados sustratos están amenazados;
- mitigar la pérdida de hábitat en los demás lugares (p. ej., como consecuencia de la restauración de las tierras);
- producir recursos marinos.

En relación con lo anterior y los alcances que se plantean en las directrices es lo que se pretende con el presente proyecto, ya que lo que se busca con la construcción de un arrecife artificial, mediante la inmersión de una embarcación, para crear el ambiente ideal para la reproducción de especies marinas de la zona, ya que al situarse en el fondo del mar deliberadamente para imitar algunas características de un arrecife natural, puede traer impactos positivos al medio ambiente marino como los que se han listado con anterioridad, además de que el proyecto se ajustará a la observancia de las directrices contenidas en el presente documento.

Las directrices se refieren a las estructuras construidas específicamente para la protección, regeneración, concentración y/o aumento de la producción de recursos marinos vivos, sea para la pesca o para la conservación de la naturaleza. Esto incluye la protección y regeneración de los hábitats.

Es importante mencionar que el Anexo I de las presentes Directrices contempla la relativa a la operación de limpieza para la aplicación de los permisos de colocación de buques, naves y botes; por lo que en el caso que no ocupa la patrulla Costera Clase Azteca ARM "Juan Antonio de la Fuente"

PC-208, será donada para la conformación del arrecife artificial, de manera limpia, es decir, que para el proyecto no se realizarán actividades de limpieza o desmantelamiento de la embarcación.

### **III.9.2. Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas (SEMARNAT 2006)**

A través de esta política pública, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, se establece la estrategia y los lineamientos para fortalecer la gestión ambiental de la zona costera de manera integral, mediante una reforma estructural, la coordinación interinstitucional efectiva y una amplia participación social.

#### **Instrumentos de política ambiental aplicables.**

Entendemos por instrumentos de política todas aquellas herramientas que promueven, restringen, orientan o inducen a la consecución de ciertos objetivos de política plenamente definidos. Se entiende que para cada objetivo de política puede establecerse un instrumento tal que coadyuve a lograr la meta para la que fueron planteados.

De manera general los instrumentos de política se dividen en dos grandes grupos:

- De carácter coercitivo denominados de comando y control y
- De aplicación voluntaria.

En el intermedio de estos dos extremos se pueden encontrar algunos instrumentos que compartan características de ambos.

Para el caso concreto de la política ambiental, los instrumentos están previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su capítulo IV. En él se presentan los instrumentos de política ambiental existentes, así como sus objetivos y líneas básicas de operación. A continuación se presentan todos los instrumentos de política identificados en la misma:

- Evaluación del Impacto Ambiental.
- Permisos, licencias, concesiones y autorizaciones.

- Normas Oficiales Mexicanas.
- Áreas Naturales Protegidas.
- Ordenamiento Ecológico.
- Instrumentos Financieros.
- Instrumentos Económicos.
- Instrumentos de mercado.
- Instrumentos fiscales.
- Estrategias de educación, capacitación y sensibilización.
- Programas de investigación.
- Autorregulación, auditorías ambientales y certificación.

### **Marco Estratégico.**

La estrategia de la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas busca solventar las limitaciones y problemáticas de manera integral.

### **Instrumentos de política ambiental.**

La estrategia propuesta tiene como propósito considerara a los océanos y costas dentro de los procesos de planeación territorial del país que garanticen su desarrollo sustentable, por lo que deben apoyarse en instrumentos de política ambiental que regulen, supervisen y establezcan operativamente los lineamientos para el manejo de los recursos naturales y el desarrollo productivo y social.

Objetivo Estratégico: Integrar el espacio costero terrestre, las aguas costeras y oceánicas donde el país ejerce su soberanía, en el ordenamiento ecológico del territorio y en particular en los procesos de planeación del usos de espacio físico y de los recursos naturales en atención a sus características propias, así como promover la valoración de estos ecosistemas con base a los bienes generados a

partir de los servicios ambientales que brindan y sus recursos asociados en los procesos de planeación de desarrollo económico.

**Objetivo Táctico 4.** Garantizar la requisición de realizar evaluaciones de impacto ambiental a los proyectos de desarrollo y actividades que afecten a los mares y costas del país.

En este sentido el proyecto cumple con dicho objetivo, ya que se ha elaborado la presente MIA-P para su evaluación y dictaminación por parte de la autoridad ambiental (SEMARNAT) en torno a que previo a su desarrollo se emita la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente.

### **Ecosistemas y biodiversidad.**

**Objetivo Estratégico:** Asegurar la protección, la conservación y el uso sustentable y la restauración de los mares y las costas del país. De acuerdo a las características de la estructura y función de estos ecosistemas y los grupos sociales vinculados a ellos.

Considerando la vulnerabilidad y relevancia ambiental de muchos ecosistemas costeros y marinos, tales como los humedales, arrecifes, dunas y los bosques tropicales, así como las Áreas Naturales Protegidas decretadas se establece como su uso principal el de protección son uso sustentable por lo que debe asegurarse su manejo con base a sus potencialidades y su características particulares.

El proyecto converge con el objetivo estratégico planteado, ya que se han diseñado estrategias ambientales que contemplan acciones de compensación y mitigación antes los posibles impactos ambientales asociados a la ejecución de las obras (Ver Capítulo VI), y que van orientadas a la protección y conservación de la zona marina y con ello asegurar la sustentabilidad ambiental del proyecto. Finalmente con ello, se demuestra la evidencia de que el proyecto es congruente con el objetivo estratégico.

### **Lineamientos de Política Ambiental**

Los lineamientos de política ambiental conforman la estructura de acciones, criterios y orientaciones generales propuestos por eje temático para el desarrollo sustentable y la protección

del ambiente costero. Buscan alinear las políticas públicas sectoriales en torno a las estrategias establecidas para la consecución de:

" ...

- ✓ Conservación y mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas costeros su restauración y la prevención de futuras pérdidas de hábitat..."

Sectores productivos y asentamientos humanos

*"6. Prevenir y combatir los impactos y la contaminación por elementos nocivos o peligrosos en la zona costera, así como la realización de actividades que puedan ocasionar daños y perjuicios al ambiente en cuencas hidrológicas, aguas continentales costeras y marinas, así como sus recursos asociados."*

Bajo este contexto, en el diseño y ejecución del proyecto en cuestión, se han considerado los instrumentos de política ambiental como es propiamente la evaluación del impacto ambiental, en apoyo con instrumentos de planeación y ordenamientos ecológicos, orientados a un eje de sustentabilidad ambiental para la protección del ambiente marino, previniendo así los impactos ambientales identificados y evaluados como se incluyen dentro del Capítulo V de la presente MIA-P. En este sentido, el proyecto es congruente con las estrategias, objetivos y lineamientos establecidos en la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas.

### **III.9.3. Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas (CIMARES)**

México ha creado una "Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas" (CIMARES), la cual, entre otras actividades se encargará de elaborar la "Política Nacional de Mares y Costas", como política pública oficial en la materia en donde mediante la instrumentación y aplicación de herramientas se impulsa el desarrollo regional costero marino y la competitividad económica con sustentabilidad ambiental.

La Reunión de Instalación y Primera Sesión de Trabajo realizada en diciembre de 2008. Se discuten 27 temas de las cuales se extraen de sus fichas de trabajo los de importancia.

## TEMA 9.

### **Lineamientos y Normas en Zonas Costeras.**

Antecedentes.

Objetivos del programa.

El objetivo general es formular e instrumentar una serie de lineamientos y normas oficiales que regulen los derechos de vía y uso de franjas de costa, playas, protección de la primera duna y de manglares, humedales y zona federal en márgenes de ríos; regular el uso y disfrute de las playas públicas; evitar la localización de todo tipo de infraestructuras y edificaciones, cuando existan evidencias de riesgo por torrentes o inundaciones, o que afecten los ecosistemas y su sustentabilidad.

### **Interés del trabajo transversal en la comisión.**

Se plantea desarrollar estos lineamientos para que adquieran el carácter de Norma Oficial Mexicana; de cumplimiento obligatorio, tratándose de regular la zona federal, de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Bienes Nacionales, y con base en los procedimientos que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. En este marco, pueden surgir otros lineamientos que no correspondan a las facultades de la SEDESOL; en cuyo caso, se promoverá ante las dependencias federales competentes la regulación de materias relacionadas, entre otras, con riesgos, protección civil y protección al medio ambiente.

La vigilancia en el cumplimiento de este lineamiento corresponderá a la Secretaría de Desarrollo Social, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, por lo que es necesario instrumentar un mecanismo de verificación y certificación del cumplimiento de lo establecido en la Norma que se proponga. Igualmente, se requerirá un mecanismo de divulgación pública y abierta de los resultados y grados de cumplimiento por los ámbitos de gobierno responsables de cada caso y por los actores sociales.

Algunas actividades a realizar incluyen:

- Establecer instrumentos de participación de la sociedad para alcanzar acuerdos de defensa de los derechos de vía, los frentes de costa, los manglares, humedales y demás espacios donde se considera que deben ser restringidos parcial o totalmente los asentamientos humanos y cualquier tipo de edificación e instalación.
- Incentivar a los gobiernos municipales para que promuevan en sus localidades la participación de la sociedad civil en la conservación de estos espacios, así como en la denuncia de posibles invasiones o malos manejos en perjuicio de la seguridad de la población.
- Destaca la necesidad, particularmente en materia de uso de la playa, dunas costeras y manglares, de una supervisión permanente, para garantizar que las construcciones e instalaciones se realicen fuera de las áreas restringidas y que los propietarios, desarrolladores e inversionistas respeten lo establecido en la Norma. Dicha supervisión será encargada al mecanismo verificador, coordinado por las autoridades locales con la participación de las estatales y las dependencias y organismos federales que correspondan.

#### TEMA 10.

### **Playas Sustentables**

Definición de esquemas institucionales para la Administración Integral y Sustentable de los Mares y Costas

Antecedentes.

La administración de los bienes nacionales playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos al mar ha estado bajo la responsabilidad de diversas dependencias de la administración pública federal en diferentes épocas, por ejemplo por la Secretaría de Comunicaciones (1931-1939), por la Secretaría de Marina (1939-1958) y por la Secretaría de Patrimonio Nacional (1958-1976), entre otros.

A partir de 1994, la administración de dichos bienes nacionales fue encomendada a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Entre los problemas que han presentado históricamente la administración y gestión de estos bienes, desatacan:

- Carencia de ordenamiento y planeación;
- Deficiencias administrativas y normativas para la administración sustentable de la ZFMT (Zona Federal Marítimo Terrestre).
- Administración centralizada que provoca rezago y exceso de tiempo para atención de trámites;
- Falta de delimitación y del padrón de ocupantes;
- Conflictos por traslapes;
- Ocupación irregular;
- Carencia de zonificación en la ZFMT congruente con el ordenamiento urbano y ecológico;
- Multiplicidad de autoridades que intervienen en la zona costera;
- Impacto negativo del comercio ambulante;
- Sistema recaudatorio injusto de derechos por otorgamiento ineficiente y poco equitativo y
- Falta de corresponsabilidad en las acciones de vigilancia federal y locales.

Los problemas anteriores, han derivado en perjuicios de carácter ambiental, patrimonial, económico y social tanto en la zona federal como en los ambientes costeros del país.

Para dar solución y avanzar hacia un esquema sustentable y de adecuada gestión de los bienes nacionales costeros, durante el año 2007 se emprendieron importantes iniciativas como la atención inmediata del rezago de trámites y su eliminación; la definición y el establecimiento de nuevos procedimientos de gestión en materia de ZFMT que garantizan la eficiencia y transparencia; la definición de un nuevo esquema de atención de trámites, así como el desarrollo y planeación del proyecto que tiene como objetivo desarrollar un nuevo esquema de planeación, gestión y administración de la ZFMT y terrenos ganados al mar mediante el impulso al ordenamiento

ecológico de las zonas costeras, la coordinación de los tres órdenes de gobierno, así como actualización de la delimitación y censo de ocupantes.

#### Objetivos, Metas y Acciones.

El objetivo principal del esquema es establecer un esquema coordinado para la gestión de los ecosistemas costeros y de la ZFMT, para su adecuada protección, conservación y aprovechamiento sustentable en virtud de su importancia ambiental, económica y social.

En el 2008, la SEMARNAT ha establecido la meta de implantar el modelo de Playas Sustentables en 10 municipios.

Las principales acciones para la implantación del esquema se resumen a continuación:

- Difusión y promoción del esquema entre municipios costeros del país por parte del Gobierno Federal;
- Solicitud a SEMARNAT por parte los municipios del destino de ZFMT de áreas no concesionadas ni destinadas en su territorio;
- El municipio deberá presentar previamente la delimitación oficial y el padrón de ocupantes de la ZFMT que solicite en destino;
- SEMARNAT emitirá Acuerdo de destino a favor del municipio en donde se establecerán los mecanismos de funcionamiento generales del esquema;
- Integración de un Comité para la toma de decisiones conformado por representantes de los tres órdenes de Gobierno (el Comité decidirá sobre la concesión o arrendamiento, cobros y uso de ingresos de las zonas destinadas);
- Para transferir el uso o aprovechamiento a terceros, el municipio deberá contar con POET o PDU, según corresponda, y con un Programa Maestro de Control aprobado por la SEMARNAT;

- Causales para recuperar el área destinada;
- El municipio quedará obligado a ejecutar las instrucciones del Comité en lo referente a la administración.

La CIMARES tiene su origen en el Plan Nacional de Desarrollo 2007– 2012, mismo que establece dentro de sus lineamientos estratégicos la necesidad de crear políticas públicas que ordenen las actividades productivas, desde la perspectiva de la seguridad de los ecosistemas, protección civil de los habitantes y la conservación de los bienes económicos de las zonas costeras y marinas, con el fin de mantener y recuperar la riqueza de estas regiones, por lo que por acuerdo presidencial, el 13 de Junio de 2008, se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas (CIMARES), cuyo objetivo es coordinar, las acciones de las dependencias y entidades de la administración pública federal relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la planeación, ordenación y desarrollo sustentable de los mares y las costas del territorio nacional.

La Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México es una de las políticas nacionales para la planeación, ordenación y desarrollo sustentable de los mares y las costas del territorio nacional, cuyo objetivo principal es garantizar el uso y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales marinos y costeros, valorarlos desde el punto de vista económico y social, así como reconocer la importancia de los servicios ambientales que brindan.

Para hacer uso y aprovechamiento de los recursos oceánicos y costeros de manera sustentable y conservar la salud de los ecosistemas de acuerdo al desarrollo económico y social, esta política plantea que la aplicación de instrumentos de política ambiental como es el Ordenamiento ecológico marino y regional, los cuales regulan e inducen el uso del suelo y las actividades productivas para lograr el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, estos instrumentos de planeación participativos identifican la mejor ubicación de las actividades productivas en el territorio. Lo anterior, canaliza un equilibrio entre las actividades productivas y la protección al ambiente marino y costero.

Ahora bien, dentro del presente Capítulo en el apartado de análisis de instrumentos de planeación, se ha incorporado la vinculación del ordenamiento marino. Lo anterior, conlleva el apego del

proyecto y congruencia a lo establecido en la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas.



## **CAPÍTULO IV**

### **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

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

## Tabla de contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	7
IV.1 Introducción.....	7
IV.2 Criterios de delimitación del Sistema Ambiental.....	7
IV.2.1 Fisiografía.....	9
IV.2.2 Geomorfología.....	11
IV.2.3 Procesos Físicos.....	14
IV.3 Medio abiótico.....	19
IV.3.1 Clima.....	19
IV.3.1.1 Precipitación.....	20
IV.3.1.2 Fenómenos de origen ciclónico que afectan al estado y al SA.....	21
IV.3.2 Geología.....	22
IV.3.3 Geomorfología costera.....	23
IV.3.4 Hidrodinámica marina.....	34
IV.3.4.1 Batimetría.....	34
IV.3.4.2 Batimetría en el sitio del proyecto.....	35
IV.3.4.3 Corrientes marinas y mareas.....	39
IV.3.4.1 Vientos.....	46
IV.3.4.2 Oleaje.....	47
IV.3.4.3 Sedimentos.....	48
IV.3.4.4 Calidad del agua marina.....	53
IV.3.4.5 Principales problemas de contaminación al agua marina de la Bahía de La Paz.....	56
IV.3.4.6 Calidad del agua en el sitio del proyecto.....	58
IV.4 Medio biótico.....	63
IV.4.1 Áreas de importancia para la biodiversidad.....	63
IV.4.1.1 Regiones Marinas Prioritarias (RMP).....	63
IV.4.1.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).....	65
IV.4.1.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).....	66
IV.4.1.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	66
IV.4.2 Sistema Ambiental.....	67
IV.4.2.1 Fitoplancton.....	68
IV.4.2.2 Macrófitas.....	68
IV.4.2.3 Zooplancton.....	69

IV.4.2.4 Fauna bentónica .....	69
IV.4.2.5 Vertebrados .....	79
IV.4.2.6 Área del proyecto .....	96
IV.5 Paisaje .....	101
IV.6 Medio Socioeconómico .....	104
IV.6.1 Perfil sociodemográfico .....	104
IV.6.2 Factores socioculturales .....	105
IV.6.3 Actividades económicas.....	106
IV.6.3.1 Turismo .....	106
IV.6.3.2 Pesca .....	107
IV.7 Diagnóstico .....	112

## Figuras

Figura IV. 1. Localización del proyecto.....	8
Figura IV. 2. Promontorios rocosos localizados en la costa sureste de la Bahía de La Paz (Imagen tomada de Velasco, 2009).....	10
Figura IV. 3. Clasificación de las unidades del fondo marino de la Bahía de La Paz propuesta por Urcadiz (2017). .....	11
Figura IV. 4. Batimetría del sureste de la Bahía de La Paz. (Modificada de Urcadiz, 2017).....	12
Figura IV. 5. Tipos de playas presentes en la costa sureste de la Bahía de La Paz (Tomada de Velasco, 2009).....	13
Figura IV. 6. Tipos de sedimentos presentes en la Bahía de La Paz (Tomada de Urcadiz, 2017). ....	14
Figura IV. 7. Distribución de las alturas significativas en relación a la dirección del viento (U) dentro de la Bahía de La Paz (Imagen tomada de Troyo, 2003).....	16
Figura IV. 8. Resultados de modelo de transporte potencial (izquierda) y zonas de erosión-deposito (derecha) en el sitio del proyecto y zonas adyacentes. Oleaje procedente del NW.....	17
Figura IV. 9. Resultados de modelo de transporte potencial (izquierda) y zonas de erosión-deposito (derecha) en el sitio del proyecto y zonas adyacentes. Oleaje procedente del SW. ....	17
Figura IV. 10. Límite del SA.....	19
Figura IV. 11. Mapa de climas en la Bahía de La Paz.....	20
Figura IV. 12. Trayectoria de ciclones tropicales durante el periodo de 1949-2010. ....	22
Figura IV. 13. Formación geológica. ....	23
Figura IV. 14. Delimitación de las 5 zonas en que se clasifica la costa de la Bahía de La Paz.....	24
Figura IV. 15. Tipo de playas en el SA.....	25
Figura IV. 16. Promontorios rocosos que delimitan el SA.....	27
Figura IV. 17. Entalladura de 1 metro de altura en el interior de la Laguna Pichilingue (A) y nichos con bloques caídos de hasta 1 metro de diámetro en Balandra (B). ....	29
Figura IV. 18. Rasgos antrópicos en los límites del SA, correspondiente a la Playa de Pichilingue. ....	30
Figura IV. 19. Ambientes geológicos costeros. ....	31
Figura IV. 20. Ubicación de lagunas, manglares y planicies de marea.....	32
Figura IV. 21. Batimetría de Bahía de La Paz.....	34
Figura IV. 22. Polígono de batimetría.....	35
Figura IV. 23. Recorrido para el levantamiento batimétrico. ....	36
Figura IV. 24. Perfil batimétrico para la zona de hundimiento mediante interpolación triangular. ....	36
Figura IV. 25. Batimetría en la zona de hundimiento. ....	37
Figura IV. 26. Mapa de los perfiles batimétricos para el cálculo del ángulo de la pendiente del fondo.....	38
Figura IV. 27. Transecto para calcular el ángulo de la pendiente del polígono (416 m).....	38
Figura IV. 28. Transecto para calcular el ángulo de pendiente en la zona de hundimiento (40m) ....	39
Figura IV. 29. Circulación de las corrientes marinas. ....	40
Figura IV. 30. Mapas de distribución superficial de: (a) Corrientes geostróficas (cm/s) y (b) Temperatura conservativa (°C). Las líneas grises representan la batimetría en m.....	42
Figura IV. 31. Distribución de cuerpos de agua característicos en la Bahía de La Paz, determinados a partir de un parámetro micropalcontológico, de la temperatura y salinidad del agua. ....	44
Figura IV. 32. Diagrama típico de la marea mixta semidiurna en BLP. ....	45
Figura IV. 33. Patrón de vientos anual en la Bahía de la Paz, BCS. ....	47
Figura IV. 34. Subdivisión de ambientes someros carbonatados en el Golfo de California, propuesta por Halfar et al. (2000). Tomado de Halfar et al. (2000). ....	50
Figura IV. 35. Polígono para representar las características del fondo.....	51

Figura IV. 36. Ecosonda Lowrance Elite-5HDI de alta resolución.....	51
Figura IV. 37. Transecto Oeste, 10 imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> .....	52
Figura IV. 38. Transecto Sur, 10 imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> .....	52
Figura IV. 39. Transecto Norte, 10 imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> .....	52
Figura IV. 40. Transecto Este, 10 imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> .....	53
Figura IV. 41. Distribución anual de Clorofila a .....	55
Figura IV. 42. Sitios estudiados por López-López (2013) la Bahía de La Paz. Modificado de Google Earth.....	57
Figura IV. 43. Perfilador de la conductividad, temperatura y profundidad (CTD) marca CastAway – CTD .....	59
Figura IV. 44. Secciones del muestreo de calidad del agua, N-S y O-E. ....	60
Figura IV. 45. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y sigma-θ de norte a sur. 1-N=Norte, PH= Posición de hundimiento, 3-S=Sur; trayectoria del lance en cada estación .....	61
Figura IV. 46. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y sigma-θ de Oeste a Este. 2-O=Oeste, PH= Posición de hundimiento, 4-E=Este; ; trayectoria del lance en cada estación.....	62
Figura IV. 47 Región Marina Prioritaria en la que inciden el SA y el área del proyecto.....	64
Figura IV. 2 Área de Importancia para la conservación de las Aves en la que incide el SA. ....	65
Figura IV. 3 Región Hidrológica Prioritaria más cercana al SA y al área del proyecto. ....	66
Figura IV. 4 Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al SA y al área del proyecto.....	67
Figura IV. 5 Frecuencia de aparición de los tipos de sustratos para algunas localidades en la Bahía de La Paz. ...	72
Figura IV. 6 Localización de los parches de coral reportados para la Bahía de La Paz.....	73
Figura IV. 7 Porcentaje del componente vivo en la localidad de la Bruja en dos temporadas.....	74
Figura IV. 8 Abundancia por especies en la localidad de La Bruja. ....	75
Figura IV. 9 Riqueza observada por localidad y temporada muestreada graficada contra la temperatura registrada durante el muestreo. ....	75
Figura IV. 10 Ubicación de los campamentos pesqueros con registro de desembarque en la Bahía de La Paz. ...	80
Figura IV. 11 Capturas (toneladas métricas) de los grupos de peces más abundantes capturados por las pesquerías artesanales en la Bahía de La Paz y sus alrededores.....	80
Figura IV. 12 Distribución de Mobula japonica .....	81
Figura IV. 13 Distribución de Mobula munkiana.....	81
Figura IV. 14 Distribución de Zalophus californianus.....	88
Figura IV. 15 Localización del Islote de San Rafaelito o Roca Lobos y el punto de hundimiento de la embarcación. ....	89
Figura IV. 16 Ubicación de las loberas de Z. californianus San Rafaelito y Los Islotes en la Bahía de La Paz. ....	90
Figura IV. 17 Distribución de Balaenoptera musculus en México.....	91
Figura IV. 18 Distribución de Balaenoptera edeni .....	91
Figura IV. 19 Distribución de Megaptera novaeangiae.....	91
Figura IV. 20 Distribución de Physeter macrocephalus .....	91
Figura IV. 21 Distribución de Tursiops truncatus .....	92
Figura IV. 22 Distribución de Globicephala macrorhynchus .....	92
Figura IV. 23 Distribución de Balaenoptera physalus .....	92
Figura IV. 24 Distribución de Kogia sima.....	92
Figura IV. 25 Orcinus orca .....	92
Figura IV. 26 Playas con registros de anidación de tortugas en el Archipiélago Espíritu Santo. ....	95
Figura IV. 27 Distribución de Eretmochelys imbricata .....	96
Figura IV. 28 Distribución de Lepidochelys olivacea .....	96
Figura IV. 29 Transectos para muestreo biológico.....	96
Figura IV. 30 Imágenes del fondo que representan 10m <sup>2</sup> del transecto oeste. ....	97

Figura IV. 31 Imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> del transecto sur. ....	97
Figura IV. 32 Imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> del transecto norte .....	97
Figura IV. 33 Imágenes del fondo que representan 10 m <sup>2</sup> del transecto este .....	98
Figura IV. 34 Abundancia total de especies en la zona de estudio .....	99
Figura IV. 35 Megapitaria squalida. ....	99
Figura IV. 36 Stylatula sp. ....	99
Figura IV. 37 Calamus braquiosomus.....	100
Figura IV. 38 Diodon holocanthus .....	100
Figura IV. 39 Urobatis halleri .....	101
Figura IV. 86. Playa de Pichilingue.....	102
Figura IV. 87. Paisajes que bordean el sitio del proyecto donde se llevará a cabo el hundimiento del buque....	102
Figura IV. 88. Líneas de costa modificados por la actividad turística y comercial en la península (antes isla) de San Juan Nepomuceno.....	103
Figura IV. 89. Comportamiento de la población de 1950-2010.....	104
Figura IV. 90. Localización del Club Hotel Cantamar y distancia al sitio de hundimiento. ....	107
Figura IV. 91. Localización de los campos pesqueros en la zona de estudio. Modificado del Atlas de Localidades Pesqueras de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. ....	108
Figura IV. 92. Porcentaje en valor de las capturas realizadas en la Bahía de La Paz, (Ramírez-Rodríguez (s/f)...	109
Figura IV. 93. Valor en porcentaje de las capturas realizadas en la Bahía de La Paz, (Ramírez-Rodríguez (s/f)...	109
Figura IV. 94. Localización de la concesión para acuicultura comercial en el Sistema Ambiental. ....	110
Figura IV. 95. Puerto de Pichilingue. ....	111

## Tablas

Tabla IV. 1 Criterios considerados para evaluar el grado de afectación de los humedales de la Bahía de La Paz por López-López (2013).....	56
Tabla IV. 2 Grados de afectación por contaminación en diferentes sitios de la Bahía de La Paz, resultados tomados de López-López (2013).....	57
Tabla IV. 1 Especies de Cnidarios y Ctenoforos encontradas en bases de datos con referencias que se incluyen en el SA.....	71
Tabla IV. 2 Registro de especies de equinodermos encontradas en bases de datos con georreferencia dentro del SA. ....	77
Tabla IV. 3 Especies de crustáceos referidas en bases de datos con georreferencia dentro del SA. ....	78
Tabla IV. 4 Especies de moluscos encontrados en bases de datos con alguna referencia geográfica que se incluye en el SA.....	78
Tabla IV. 5 Especies de peces y elasmobranquios encontradas en bases de datos con georreferencias que se encuentran dentro del SA. ....	82
Tabla IV. 6 Especies de aves encontradas en bases de datos con referencia geográfica encontrada dentro del SA .....	87
Tabla IV. 7 Mamíferos marinos con registrados en bases de datos con referencias geográficas dentro del SA ...	94
Tabla IV. 8 Abundancia de especies por transecto .....	98

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

### **IV.1 Introducción**

Dentro del presente capítulo se abordarán e identificarán los diferentes procesos ambientales que definen y caracterizan la estructura y funcionamiento del ecosistema donde se pretende desarrollar el proyecto, teniendo como unidades de análisis el Sistema Ambiental (SA) y el área del proyecto (AP).

Atendiendo lo referido en el párrafo anterior, es de mencionar que dentro del capítulo se presenta el análisis de los diferentes elementos y componentes ambientales, sociales y económicos con los que pueda interactuar o incidir el desarrollo del proyecto. Una vez identificados y analizados los procesos ambientales en los que el proyecto podrá incidir, se procedió a elaborar en su justa dimensión el diagnóstico ambiental del SA, sirviendo esté como base firme para la identificación de los impactos ambientales que conllevará el proyecto.

### **IV.2 Criterios de delimitación del Sistema Ambiental**

Como referencia, el proyecto incidirá en la costa oriental de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, específicamente al norte de la Península de San Juan Nepomuceno, frente a la caleta de Pichilingue, y a 240 m de Punta Gaviota (ver la siguiente figura).

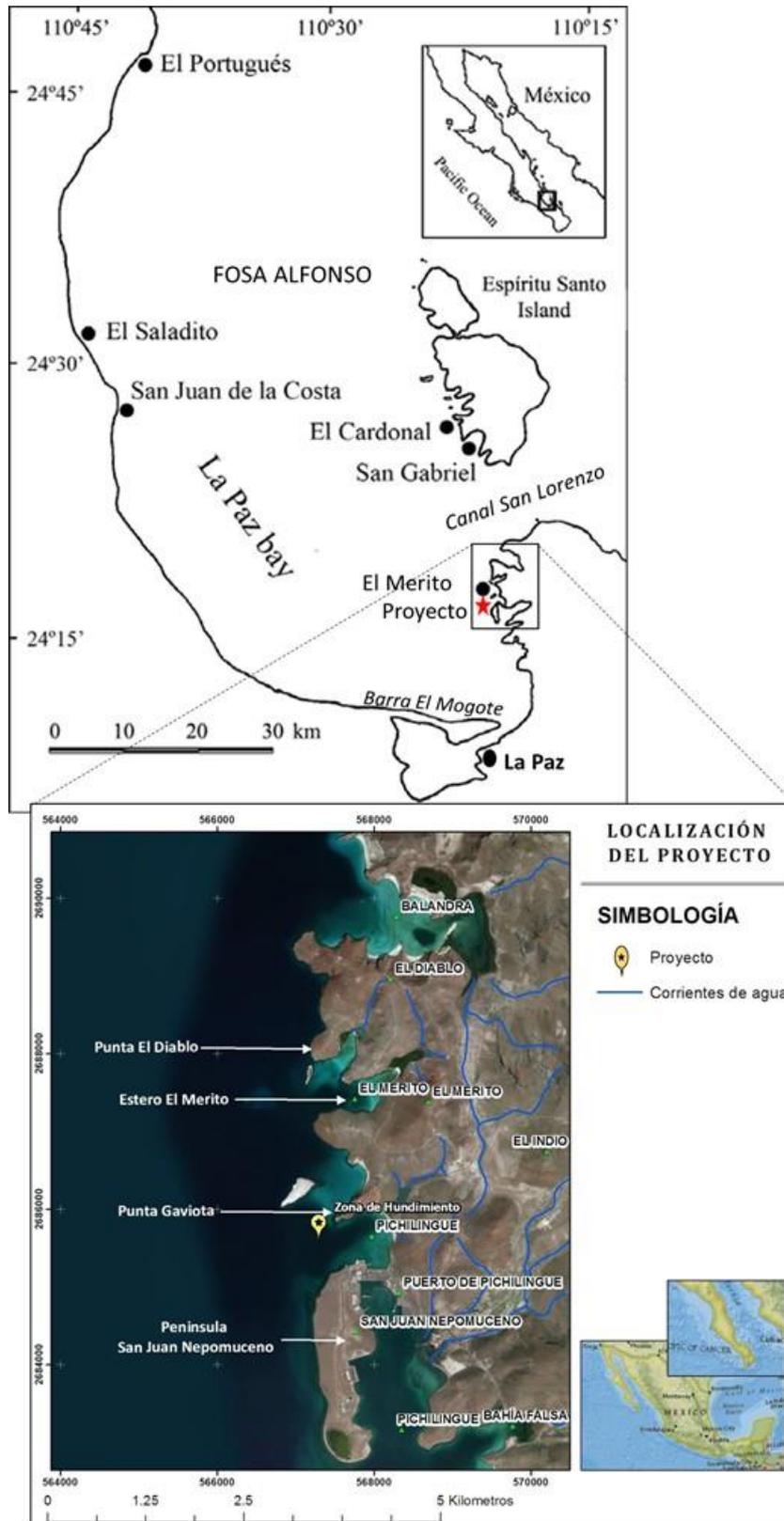


Figura IV. 1. Localización del proyecto.

El proyecto se ubicará totalmente en área marina, por lo que **para delimitar el SA marino se consideraron los procesos fisiográficos, geomorfológicos y físicos en la zona marina de interés, y que se describen a continuación.**

#### **IV.2.1 Fisiografía**

La unidad fisiográfica en la que se encuentra la zona del proyecto corresponde a la Subprovincia Discontinuidad del Cabo (INEGI, 2020), donde es notable la presencia de complejos volcánicos (montañas volcánicas, montañas en bloques, mesetas y picachos), con una litología dominante de rocas ígneas extrusivas básicas y volcano-sedimentaria (areniscas y tobas) del Terciario Superior. Se encuentran separadas por cañones o promontorios de pendientes escarpadas y costas clasificadas como rocosas, caracterizadas comúnmente por acantilados de varios tipos y plataformas subyacentes asociadas (Griggs and Trenhaile, 1994; Finkl, 2004).

Este tipo de costas están compuestas de materiales que van desde rocas duras como granito y basalto hasta materiales blandos como limos o arcillas (Sunamura, 1992).

La formación de los promontorios rocosos está fuertemente influenciada por la geología de la región, particularmente a la exposición de las estructuras y litología de las rocas a la acción de los procesos de intemperismo físico, químico y biológico en la costa (Bird, 2003).

Estas formaciones rocosas pueden ser verticales o casi verticales, las cuales se elevan casi desde el nivel medio del mar hasta llegar a medir desde unos pocos metros hasta más de una centena de metros de altitud (ver la siguiente figura). Llegan a presentar en su base playas poco desarrolladas de material grueso, plataformas de abrasión y en ocasiones nichos o entalladuras (Woodroffe, 2002).

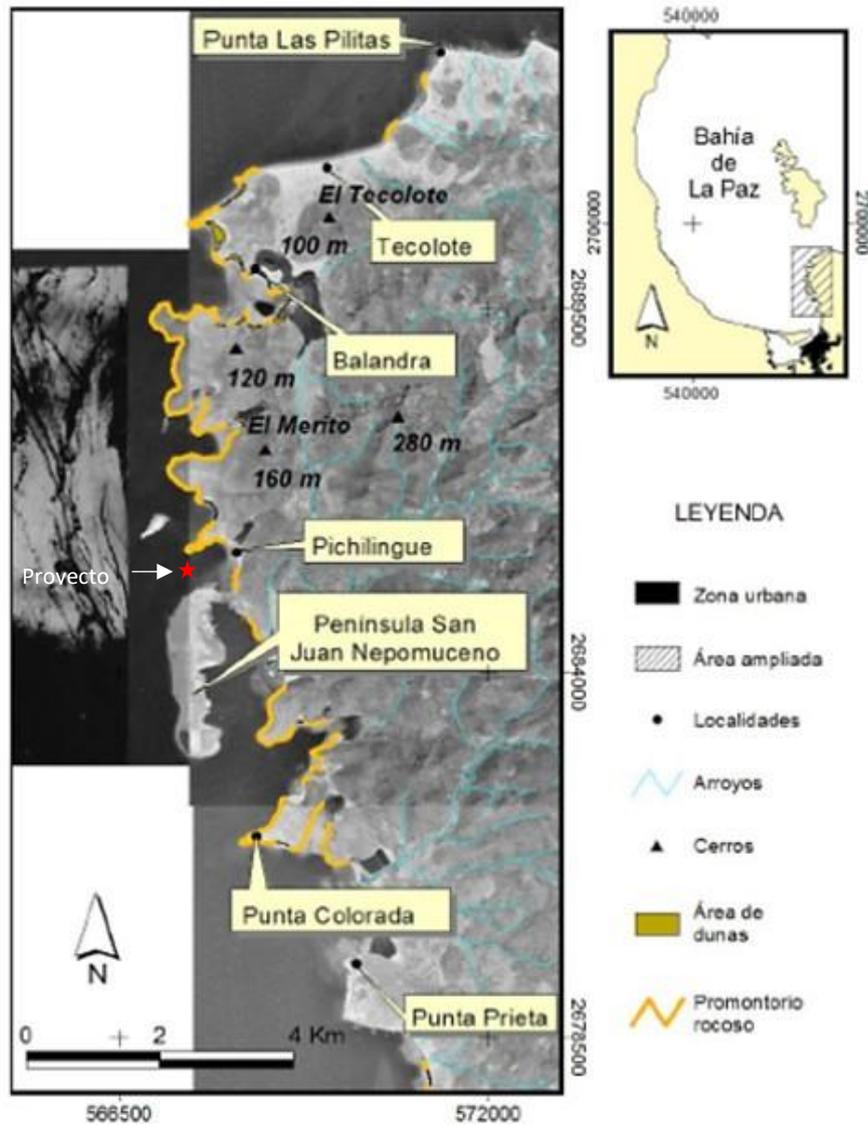


Figura IV. 2. Promontorios rocosos localizados en la costa sureste de la Bahía de La Paz (Imagen tomada de Velasco, 2009).

De acuerdo a la clasificación de unidades del fondo marino propuesta por Urcadiz (2017) la zona del proyecto se encuentra dentro la unidad 4a (ver la siguiente figura), la cual se extiende de la costa hasta una profundidad que varía de  $13 \pm 10$  m en promedio y presenta un tamaño medio de grano, con arenas finas a gruesas ( $1.4 \pm 0.8 \Phi$ ).

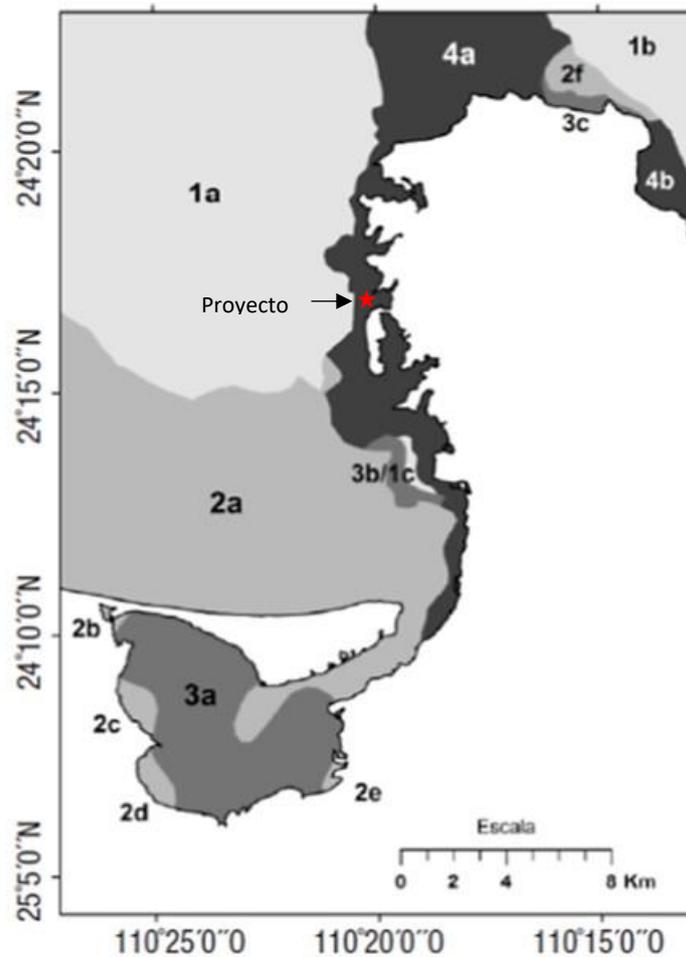


Figura IV. 3. Clasificación de las unidades del fondo marino de la Bahía de La Paz propuesta por Urcadiz (2017).

### IV.2.2 Geomorfología

Hacia el sureste de la Bahía de La Paz la profundidad disminuye desde los 220 m hasta la línea de costa, configurando una plataforma con pendiente suave (Cruz-Orozco et al., 1996). En la región de Pichilingue y zonas aledañas, **la batimetría existente muestra que cercano a la costa el fondo alcanza una profundidad de 25 m**, posteriormente las isobatas son más distantes indicando la presencia de un fondo con pendiente más suave que se extiende más allá de los 100 m de profundidad (ver la siguiente figura).

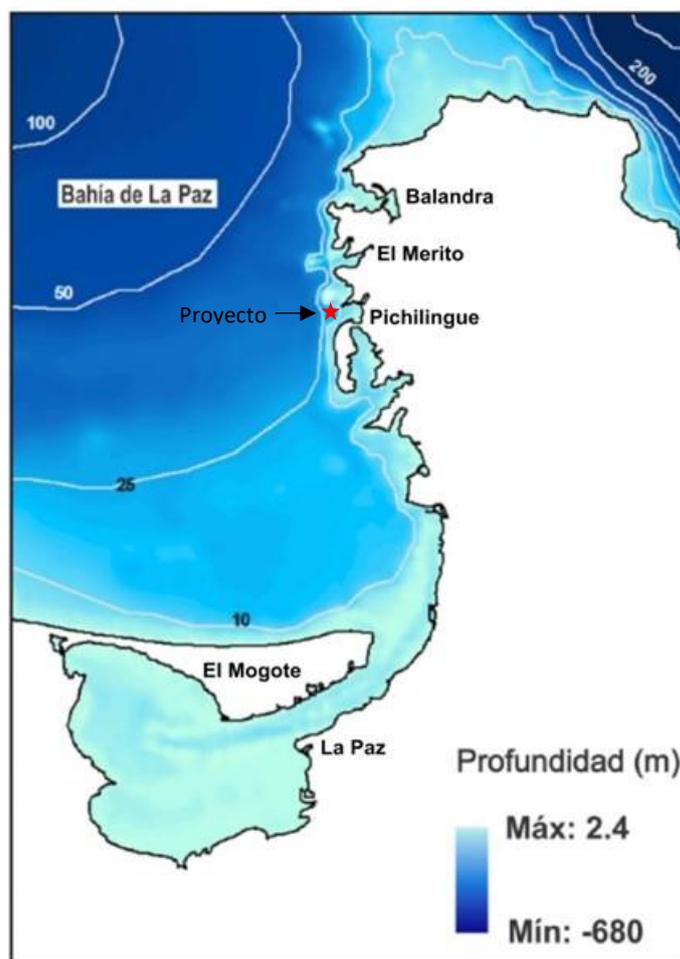


Figura IV. 4. Batimetría del sureste de la Bahía de La Paz. (Modificada de Urcadiz, 2017)

La línea de costa es el límite entre la tierra firme y las aguas de mares y lagos. Convencionalmente se traza por el nivel medio de mareas. Es una zona en constante transformación a causa de las oscilaciones del nivel de superficie libre del agua por influencia de las mareas, del oleaje, los vientos, las corrientes litorales y procesos tectónicos (Lugo, 2011). Comprende diversas áreas con características geomorfológicas particulares; como son playas, acantilados, dunas, lagunas, esteros, entre otros.

**El SA limita al este con la línea de costa**, que presenta playas de bolsillo (playa pequeña desarrollada entre salientes rocosas o entre espigones como la playa El Merito y La Gaviota), y estrechas (llamadas así por presentar un ancho reducido de hasta 6 m por ejemplo: playa Pichilingue), entre promontorios rocosos de origen volcánico (principalmente brechas). Las playas de esta región están protegidas del oleaje directo debido a que se encuentran al interior de las

caletas o pequeños embalsamientos y presentan sedimentos de arenas gruesas a medias frente a la zona de Pichilingue (Velasco, 2009; Urcadiz, 2017) (ver las siguientes dos figuras).

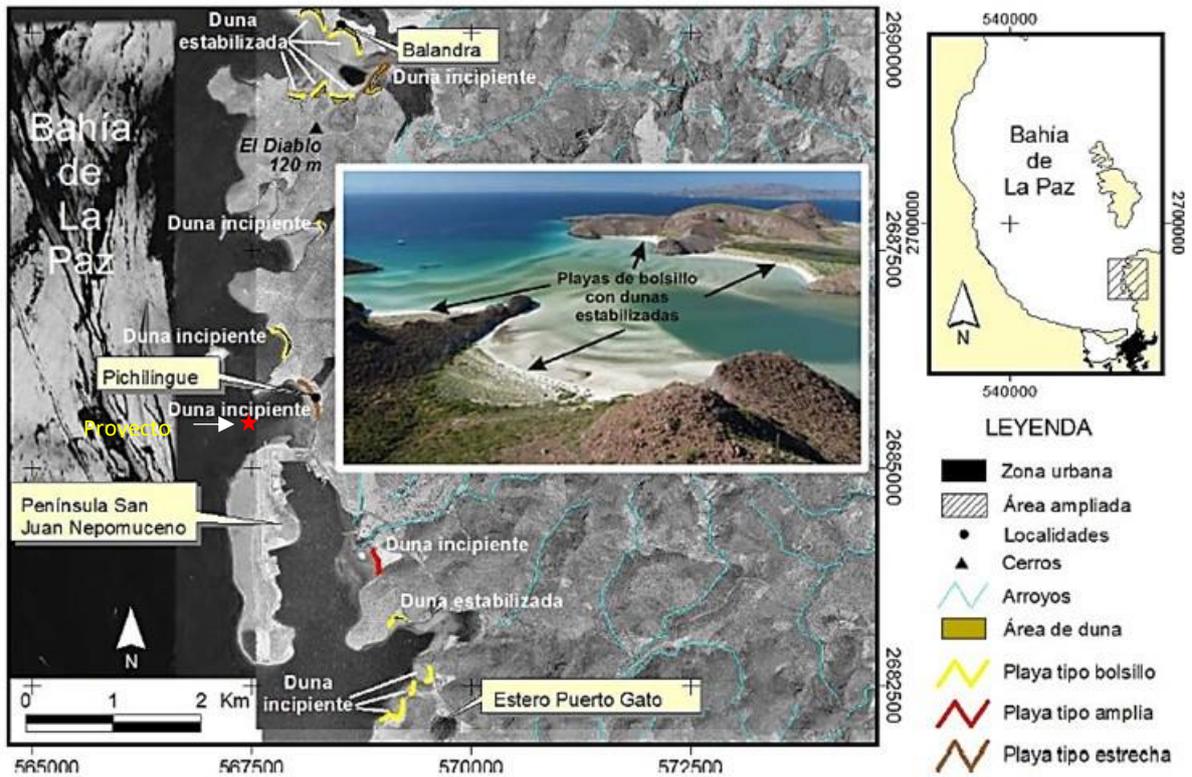


Figura IV. 5. Tipos de playas presentes en la costa sureste de la Bahía de La Paz (Tomada de Velasco, 2009)

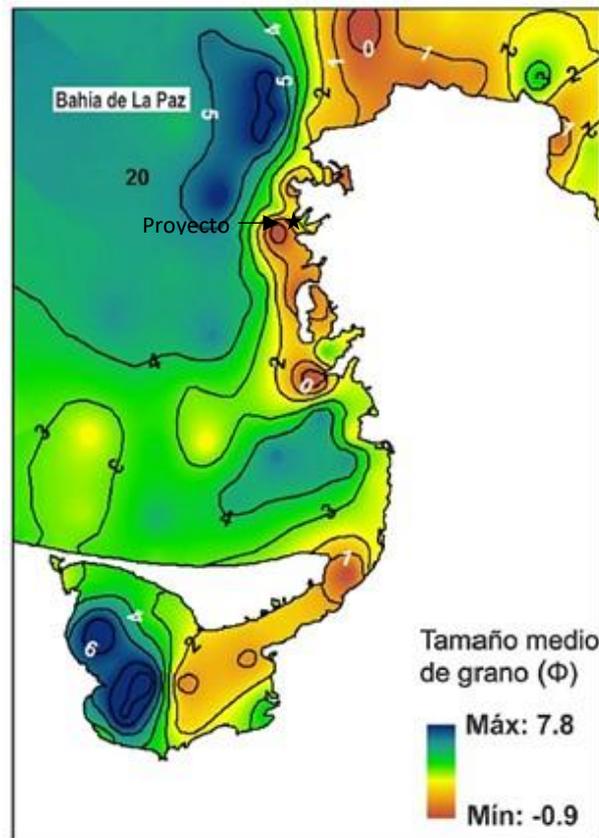


Figura IV. 6. Tipos de sedimentos presentes en la Bahía de La Paz (Tomada de Urcadiz, 2017).

**El límite norte del SA está delimitado por la margen norte de la caleta que alberga al estero El Merito**, este límite natural es indicativo de los cambios en los procesos hidrodinámicos que existen dentro y fuera de la caleta.

**En la costa sur adyacente a la zona del proyecto se localiza la península de San Juan Nepomuceno**, la cual es una frontera física entre la caleta de playa Pichilingue y la zona donde están las instalaciones del puerto de Pichilingue. Por lo anterior, se considera a esta península como el límite sur del SA.

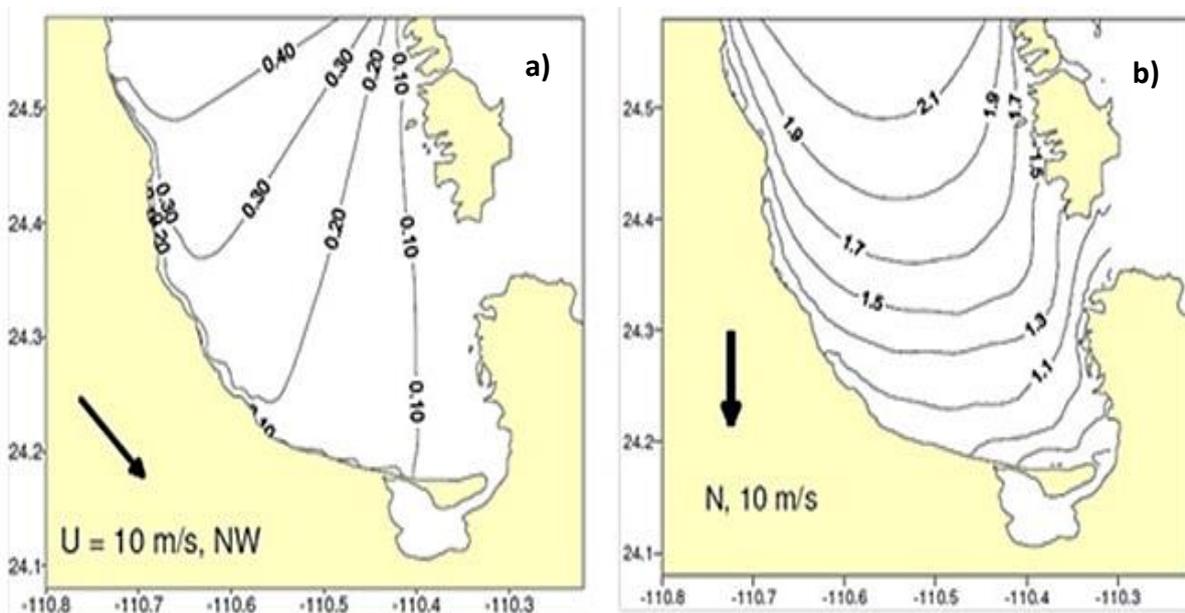
### IV.2.3 Procesos Físicos

Otro criterio utilizado para delimitar el SA, involucra los procesos físicos del transporte de sedimentos. La dirección y la tasa del transporte litoral dependen del componente de la energía del oleaje, paralela a la costa, de las características y de la disponibilidad del sedimento y de otros factores tales como el rango de mareas y la pendiente costera (Holmes, 1975).

En la Bahía de La Paz domina la presencia del oleaje local por viento con alturas significativas en el verano de 0.1 a 0.3 m y en invierno de 0.4 hasta 0.8 m. La dirección promedio varía entre los 175° y 330°, siguiendo los patrones de viento reportados por el Servicio Meteorológico de la Comisión Nacional del Agua, los cuales son vientos dominantes del Noroeste en invierno (ver siguiente figura, inciso a) y vientos dominantes del Sureste en verano (ver siguiente figura, inciso d) (Troyo, 2003).

Simulaciones realizadas por Troyo (2003) del oleaje dentro de la Bahía de La Paz, muestran que en la región del proyecto el oleaje de mayor altura significativa alcanza los 0.8-0.9 m (simulación U= 10 m/s, N), con una dirección de procedencia que varía en un rango de Noroeste a suroeste en dependencia de la dirección de los vientos dominantes (ver la siguiente figura).

La siguiente figura muestra las alturas significativas del oleaje en relación a la dirección del viento (U) dentro de la Bahía de La Paz: a) el viento del NW con alturas significativas de 0.1 a 0.4 m; b) los vientos del N con alturas significativas de 0.7 a 2.1 m; c) los vientos del NE con alturas significativas de 0.4 a 1 m y d) vientos del S con alturas significativas de 0.3 a 0.7 m.



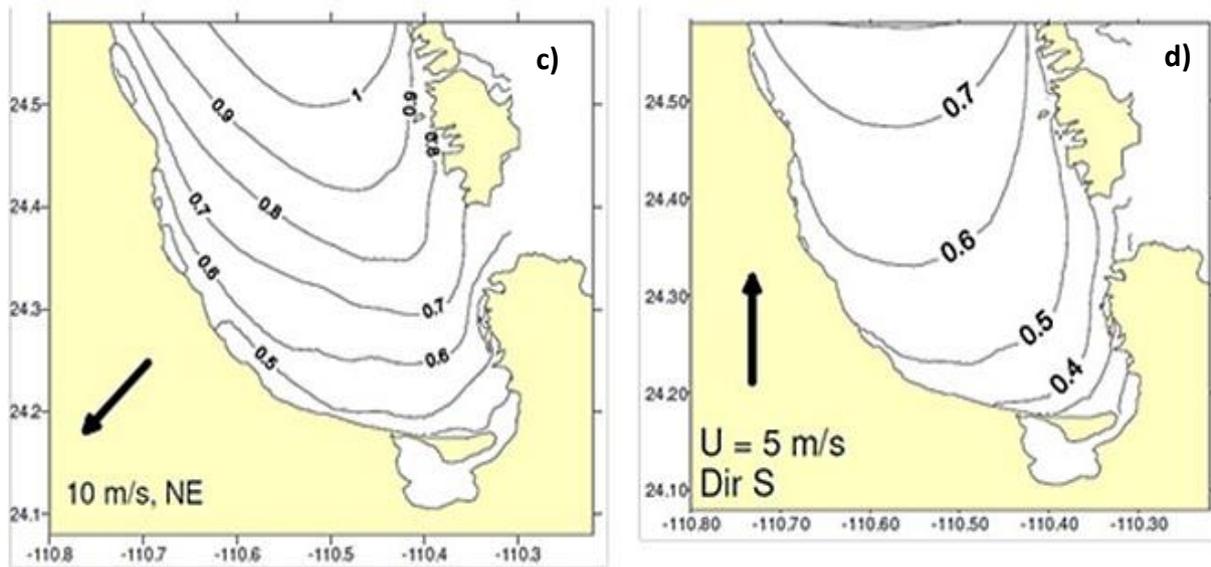
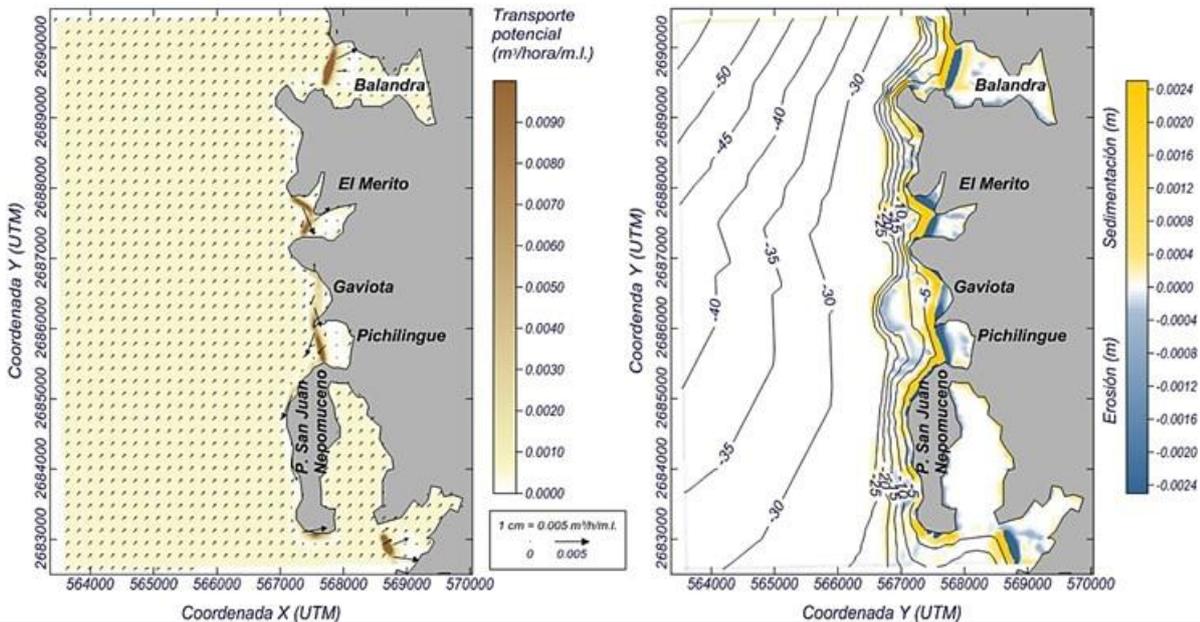


Figura IV. 7. Distribución de las alturas significativas en relación a la dirección del viento ( $U$ ) dentro de la Bahía de La Paz (Imagen tomada de Troyo, 2003).

Obeso-Nieblas (2003) registró en julio de 1997 para el Canal San Lorenzo un rango de marea de 106.75 cm, originado por una pleamar de 44.18 cm y una bajamar de 62.57 cm (CONANP, 2016).

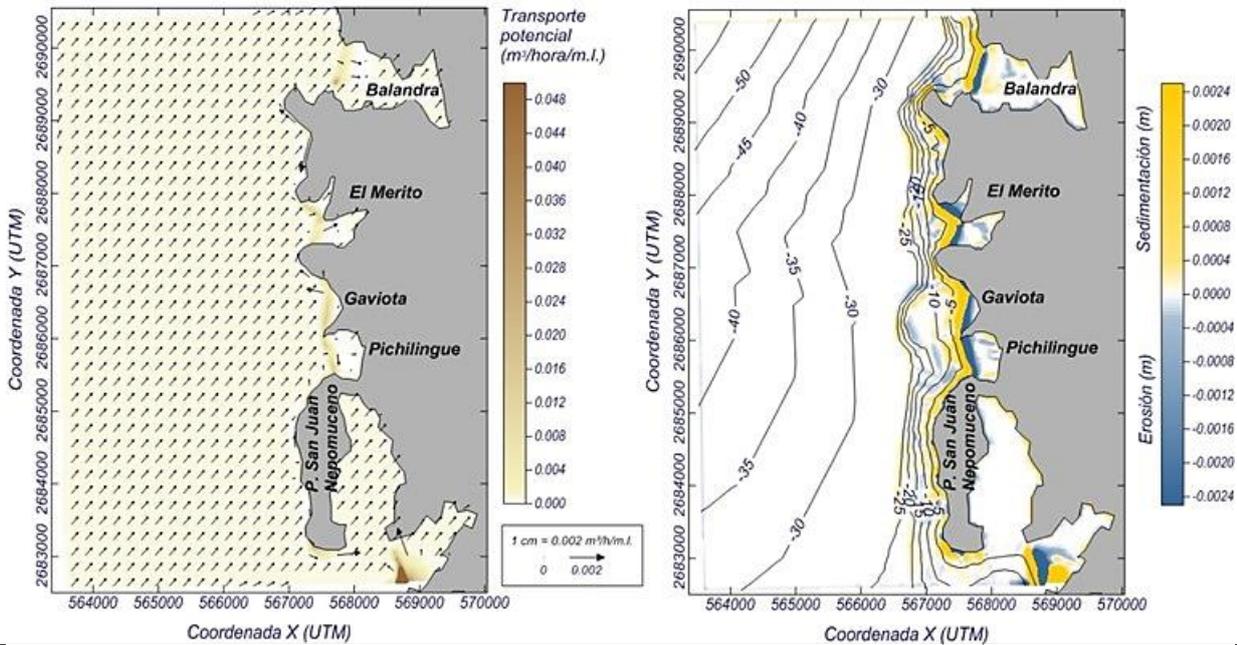
Considerando las características generales antes descritas (oleaje, marea, batimetría y sedimentos) reportados por diversos autores (Obeso-Niebla; 2003, Troyo, 2003; Velasco 2009, Urcadiz, 2017), se implementó un modelo de diagnóstico de corto plazo para identificar las zonas de transporte, erosión y depósito más relevantes en la zona del proyecto y litoral adyacente, con el objeto de establecer los límites del SA bajo el criterio de los procesos litorales más significativos en la zona de estudio.

**Los resultados del modelo mostraron que los procesos de mayor magnitud se presentan en la zona litoral entre la costa y la isobata de los 25 m aproximadamente (ver las siguientes dos figuras), por lo cual se toma como referencia la isobata de 25 m como el límite oeste del SA.**



OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 0.8m, h: 10m, fp: 0.16Hz (Tp: 6.25s), $\gamma$ : 3.3, N° Comp: 10 <b>Espectro direccional</b> $\theta_m$ : -26.8° (N64.2W), $\sigma$ : 20° - N° Comp.: 15	<b>Rugosidad de Nikuradse</b> Kswc: 1 m  <b>Viscosidad de remolino</b> $\epsilon$ : 20 m²/s	D <sub>50</sub> : 0.22 mm Duración: 48.0 h Formulación: Soulsby

Figura IV. 8. Resultados de modelo de transporte potencial (izquierda) y zonas de erosión-deposito (derecha) en el sitio del proyecto y zonas adyacentes. Oleaje procedente del NW.



OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 0.8m, h: 10m, fp: 0.16Hz (Tp: 6.25s), $\gamma$ : 3.3, N° Comp: 10 <b>Espectro direccional</b> $\theta_m$ : 32.2° (S56.8W), $\sigma$ : 20° - N° Comp.: 15	<b>Rugosidad de Nikuradse</b> Kswc: 1 m  <b>Viscosidad de remolino</b> $\epsilon$ : 20 m²/s	D <sub>50</sub> : 0.22 mm Duración: 48.0 h Formulación: Soulsby

Figura IV. 9. Resultados de modelo de transporte potencial (izquierda) y zonas de erosión-deposito (derecha) en el sitio del proyecto y zonas adyacentes. Oleaje procedente del SW.

En resumen, considerando los criterios fisiográficos, geomorfológicos e hidrodinámicos de la zona, antes señalados, **los límites del SA son los siguientes:**

- ⇒ Al este, la línea de costa.
- ⇒ Al oeste, la isobata de 25 m de profundidad donde los procesos hidrodinámicos muestran una correlación entre la costa y la isobata de 25 m.
- ⇒ Al norte, la margen de la caleta del estero El Merito por ser un límite natural de los procesos hidrodinámicos dentro y fuera de la caleta.
- ⇒ Al sur, el extremo de la península San Juan Nepomuceno, estimando abarcar en su totalidad la celda litoral delimitada entre la península de San Juan Nepomuceno y la punta de la margen norte del estero El Merito.

Cabe señalar que una parte del límite imaginario del SA entra dentro del área de influencia del ANP APFyF Balandra, donde podrían verse reflejados los impactos positivos del proyecto, coadyuvando a los objetivos de la ANP. Es importante resaltar que **el proyecto NO incidirá dentro del ANP**, como ya se explicó en el Capítulo III de la MIA-P.

El SA cuenta con una extensión de **402.96 ha** dentro del medio marino (ver la siguiente figura).



Figura IV. 10. Límite del SA.

## IV.3 Medio abiótico

### IV.3.1 Clima

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen y modificado por García (1973), la Bahía de La Paz, y por lo tanto el SA, presenta un clima Bw (h') hw (e) que corresponde a muy seco cálido con lluvias en verano (ver la siguiente figura).

La temperatura media anual es de 19.7° C, la mínima se sitúa entre 2 y 8° C (diciembre-febrero) y la máxima entre 40 y 43° C (entre agosto y septiembre). La media mensual más alta oscila entre 27 y 30° C y se presenta en los meses de agosto y septiembre. El mes más frío es enero, donde la media es de aproximadamente 17° C (González-Zamorano, 2002).

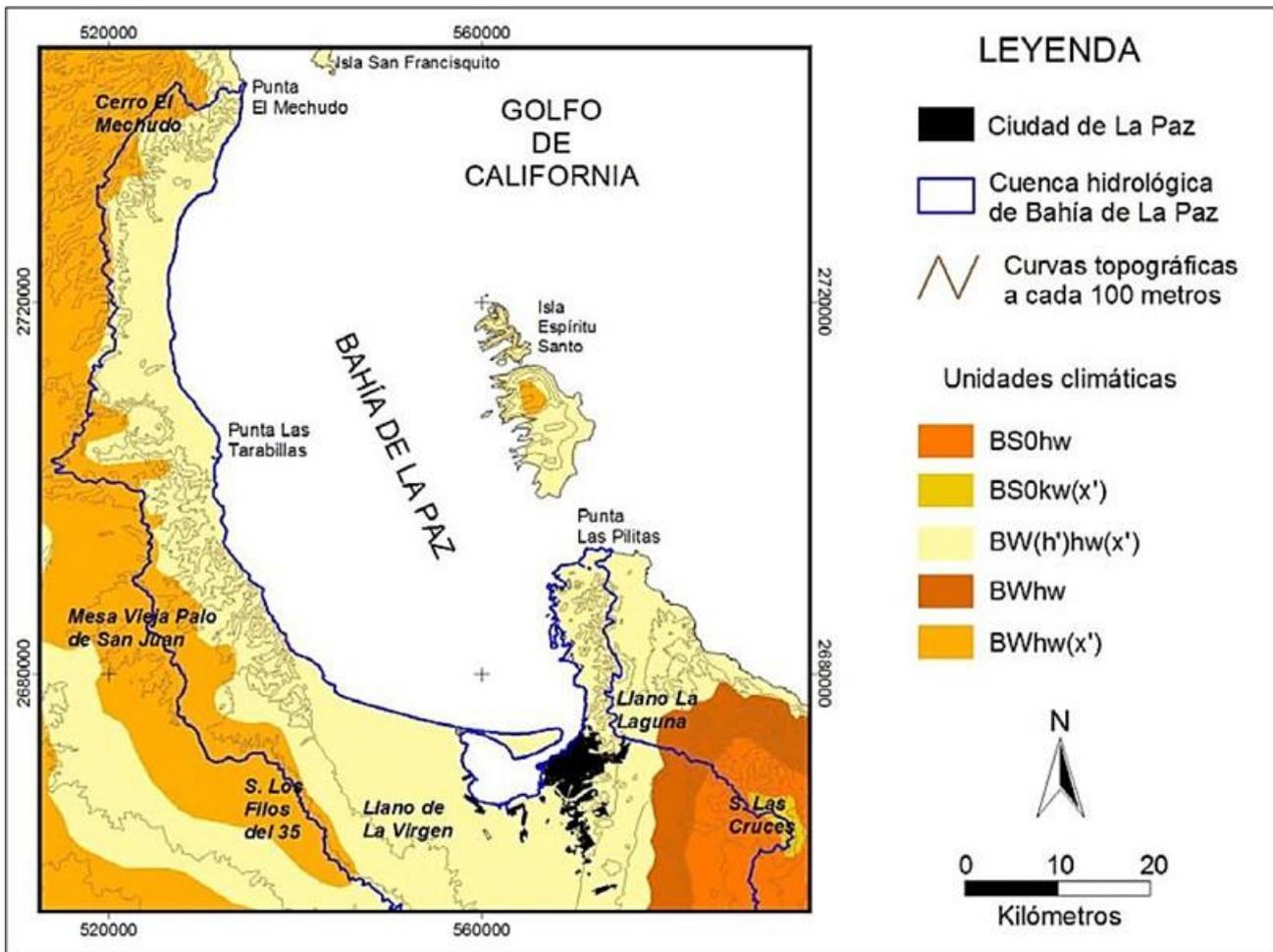


Figura IV. 11. Mapa de climas en la Bahía de La Paz.

#### IV.3.1.1 Precipitación

La Bahía de La Paz se ubica en su mayor parte en la zona de calmas subtropicales, de ahí que la precipitación sea escasa y asociada a fenómenos meteorológicos de tipo ciclónico. La temporada de lluvias (agosto-octubre) capta aproximadamente 85% de la precipitación total anual. En general, las lluvias son escasas, de corta duración y torrenciales. En la Bahía de La Paz desde 1980 al 2004 se estimó una precipitación de 410  $\text{Mm}^3$  año y una evapotranspiración de 330  $\text{Mm}^3$  año y una recarga potencial por lluvias de 65  $\text{Mm}^3$  año. Las escasas lluvias son evidencia de un bajo aporte de sedimentos continentales hacia el medio costero-marino del SA.

La recarga del acuífero por lluvias ocurre principalmente en las elevaciones montañosas ubicadas al este y sureste de la cuenca (sierra Las Cruces y El Novillo), y es equivalente al 15.9 % de la precipitación (INEGI, 2008 y Cruz Falcón et al., 2011).

#### **IV.3.1.2 Fenómenos de origen ciclónico que afectan al estado y al SA**

Todos los años Baja California Sur es afectada por varias perturbaciones atmosféricas que se originan en el Océano Pacífico y que pueden ser depresiones, tormentas o ciclones tropicales (Rosengaus et al, 2002). De acuerdo con la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional (1970 a 2011) y a los registros de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Baja California Sur es una de las entidades de la República Mexicana que presenta un mayor riesgo ciclónico, con 39 ciclones en el periodo (CONAGUA, 2012).

Los huracanes de mayor impacto han sido Liza en 1976, con categoría IV; Kiko en 1989, con categoría III; Ignacio y Marty en 2003, con categoría II; John en 2006, con categoría II. Finalmente, el huracán Jimena (categoría I) se registró en 2009, con una de las lluvias más copiosas en Ciudad Constitución, B.C.S. (345.6 mm acumulados del 2 y 3 de septiembre). En 2014 el sur del estado de Baja California Sur fue azotado por el Huracán Odile (entre el 13 y el 15 en septiembre), el huracán se extendió sobre el sur del estado y tocó tierra a 10 km al este de Cabo San Lucas, B.C.S., con vientos máximos sostenidos de 205 km/h, rachas de 250 km/h y desplazamiento hacia el nornoroeste a 28 km/h, como un peligroso huracán de categoría III (SEMARNAT-CONANP, 2016).

En la siguiente figura se muestra, con base a los registros del CENAPRED, el desplazamiento de los ciclones tropicales durante el periodo de 1949-2010, en la cual se puede observar que el SA solo ha sido impactado de forma directa por la depresión Tropical denominada Polo que ocurrió en el año de 1984, por lo cual se puede aseverar que el paso directo de ciclones tropicales en el SA es muy limitado.

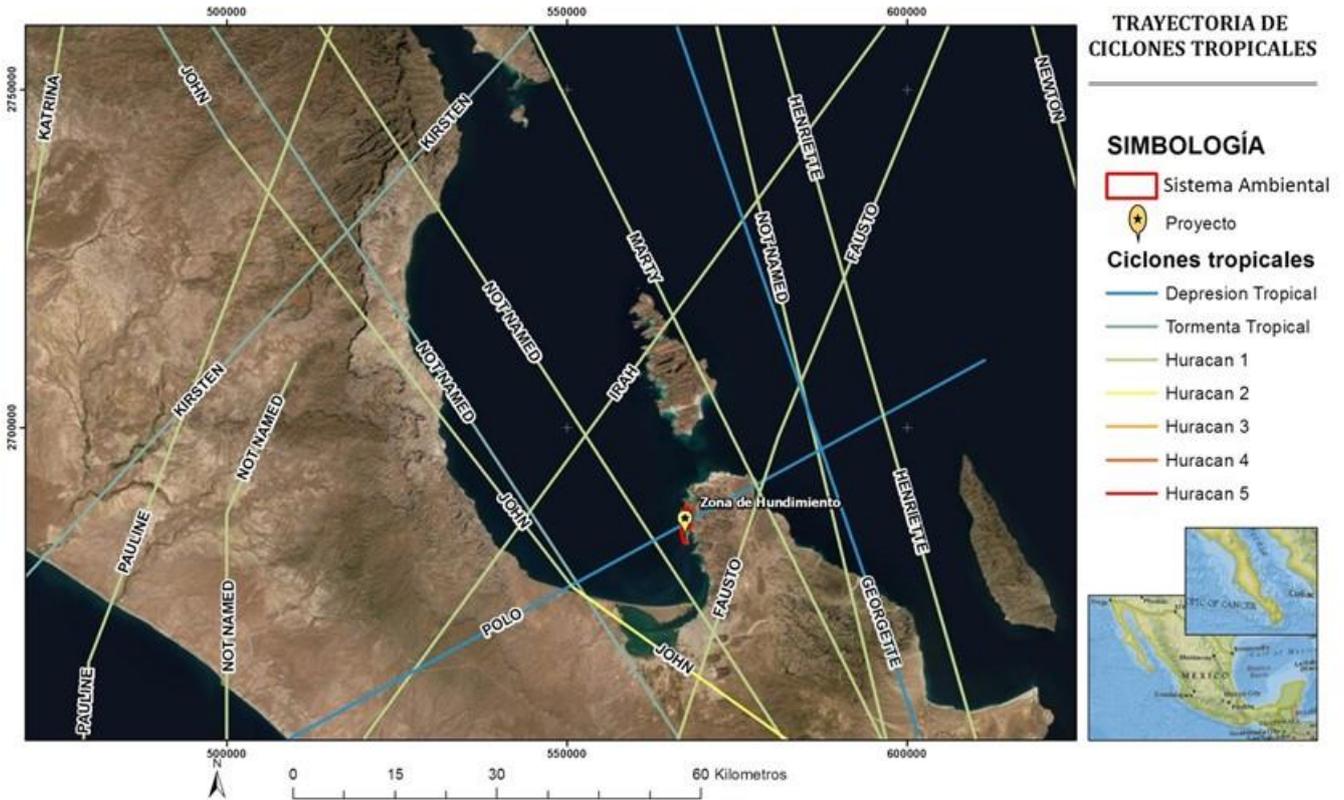
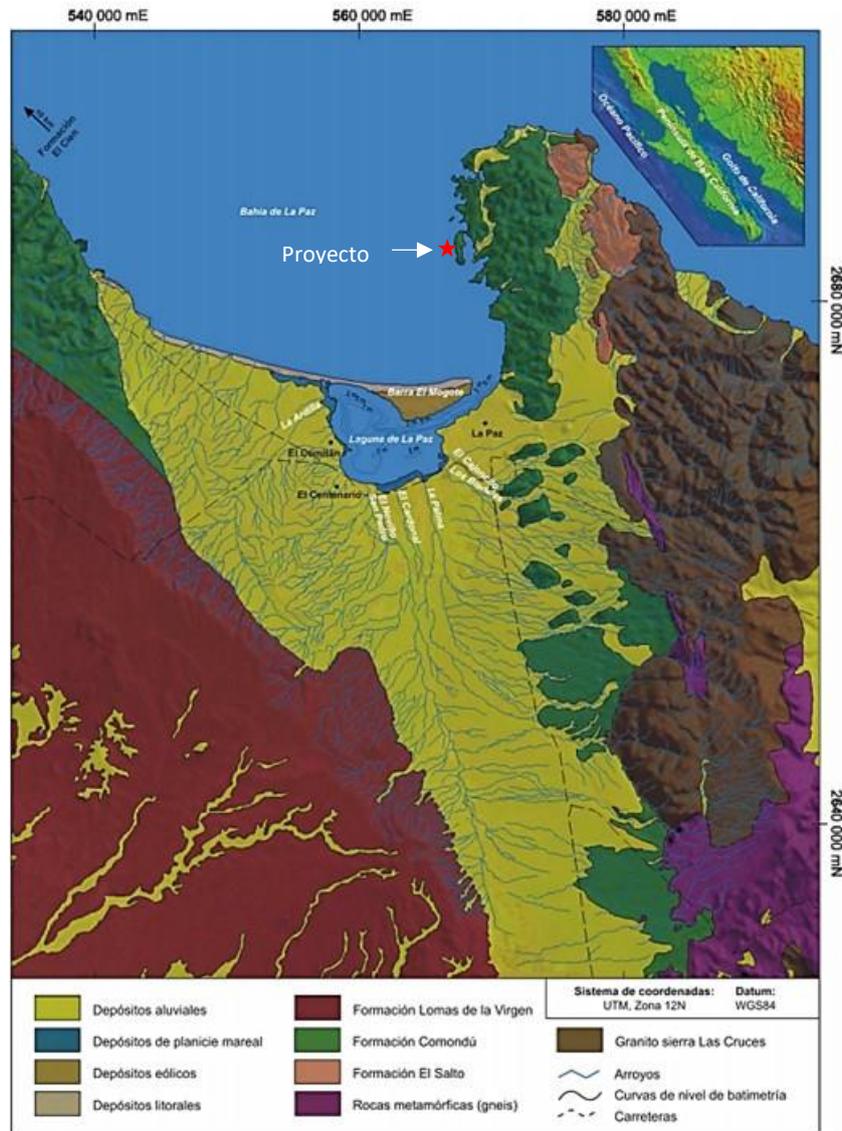


Figura IV. 12. Trayectoria de ciclones tropicales durante el periodo de 1949-2010.

### IV.3.2 Geología

Geológicamente, la Bahía de La Paz donde se localiza el SA pertenece a dos provincias, al S-SE la provincia geológica Complejo Plutónico de La Paz (CPLP) y al NW la provincia geológica Faja Volcánica de La Giganta (FVLG) (Ortega-Gutiérrez et al., 1992). El origen de la Bahía de la Paz, está relacionado con la formación del Golfo de California, tectónicamente se puede clasificar como un continental borderland (Nava-Sánchez et al., 2001). Un borderland se caracteriza por fosas y pilares y la ausencia de una plataforma continental. Ahora bien, en una escala local, la caleta de Pichilingue, y de las lagunas costeras de Balandra están delimitadas por la **Formación Comondú**, que consiste en alternancias de areniscas tobáceas a volcanoclásticas, areniscas conglomeráticas, tobas, tobas redepositadas e ignimbritas (ver la siguiente figura).



*Figura IV. 13. Formación geológica.*

### **IV.3.3 Geomorfología costera**

Si bien el SA solo contempla el medio marino, es importante conocer las fuentes de aportación de sedimentos del medio continental, así como la geomorfología de las zonas litorales adyacentes al SA, ya que estos elementos influyen en el comportamiento hidrodinámico de las corrientes y el oleaje, tal y como se verá más adelante.

Por lo anterior, y con la finalidad de entender la dinámica costera del SA, fue preciso conocer la interacción de la hidrodinámica marina con las formas del relieve costero. De acuerdo con Velasco (2009), dentro de la Bahía de La Paz existen 5 zonas costeras (ver la siguiente figura): en la zona oeste predominan los procesos erosivos debido al oleaje sobre los acantilados en la zona. Hacia el

sur de la bahía, específicamente en la barra el Mogote y la laguna La Paz, existe una mayor influencia de las corrientes marinas, las cuales depositan material sedimentario y forman costas arenosas; y finalmente hacia el este de la bahía correspondiente al SA, son costas mixtas y complejas porque presentan una alternancia de los procesos antes mencionados.

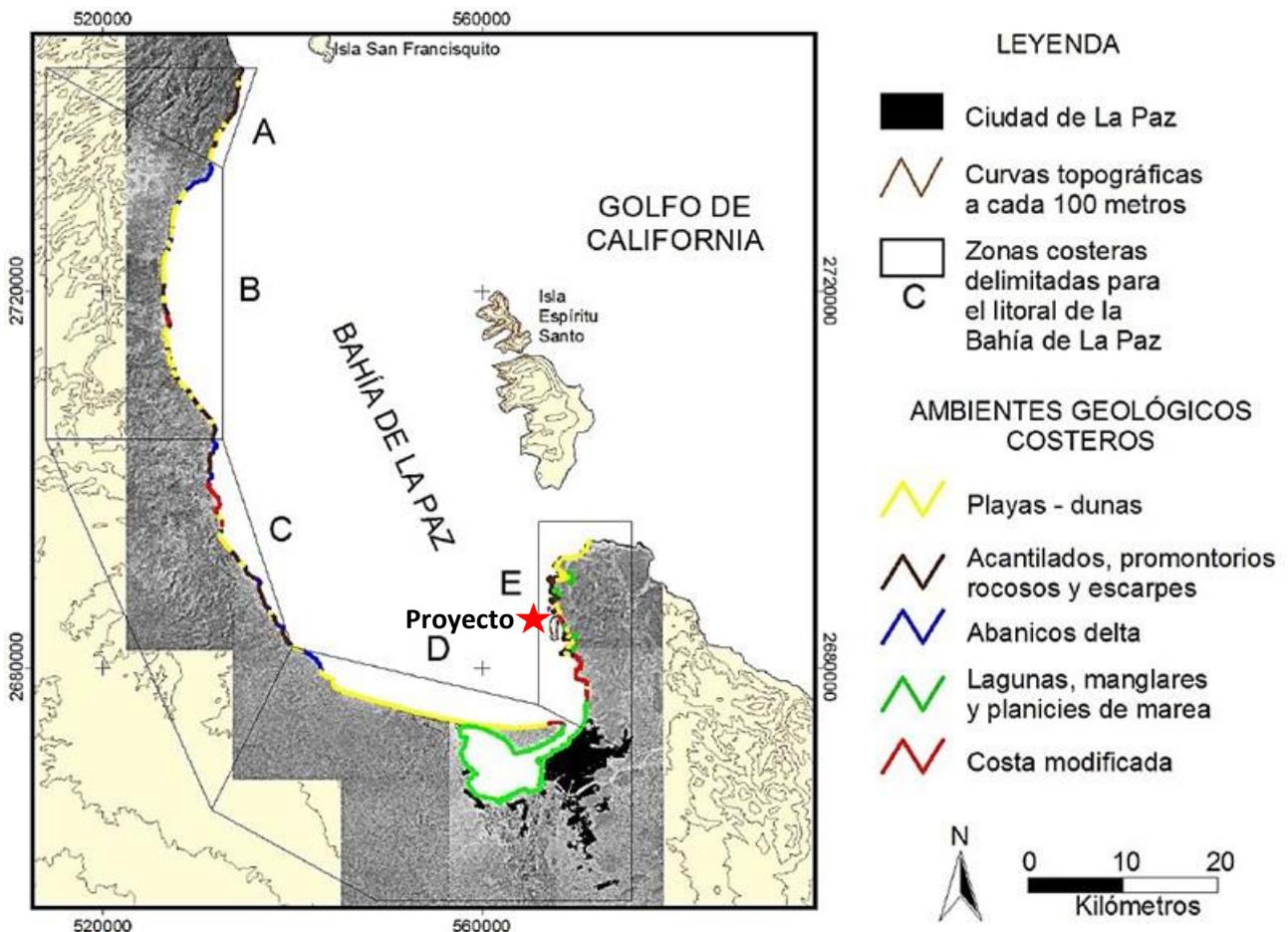


Figura IV. 14. Delimitación de las 5 zonas en que se clasifica la costa de la Bahía de La Paz.  
Fuente: Velasco (2009).

A partir de lo anterior, se identificó que en los límites costeros del SA existen ambientes geomorfológicos tales como playas bolsillo, dunas consolidadas, y promontorios con escarpes o acantilados (ver la siguiente figura).

Los factores relacionados a la formación de las playas de bolsillo, dunas y promontorios rocosos son resultado de la interacción de procesos costeros-marinos como son el oleaje, el viento, las mareas y corrientes marinas, así como de procesos continentales como las corrientes fluviales, la actividad tectónica y la litología de la zona costera.

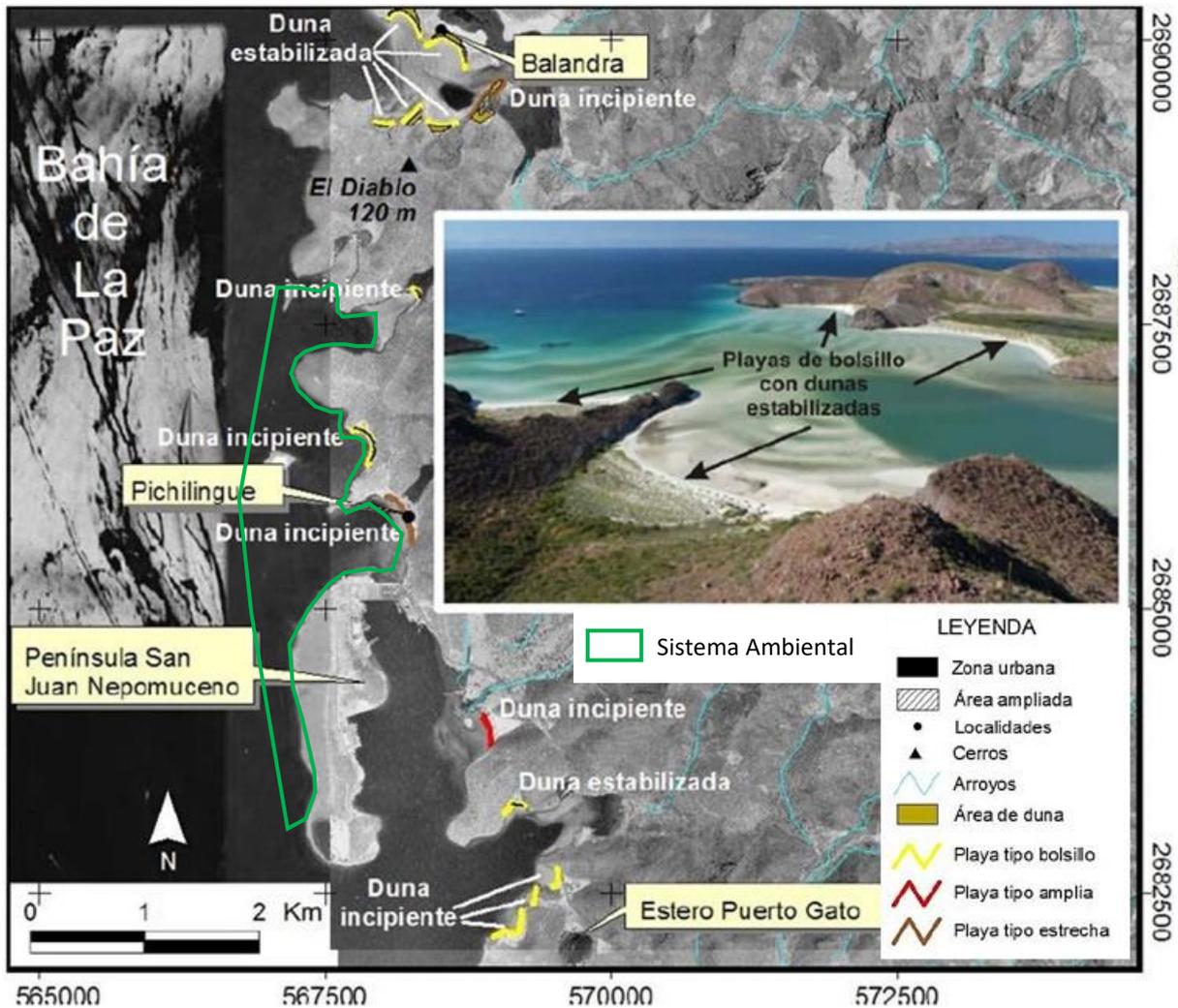


Figura IV. 15. Tipo de playas en el SA.  
 Fuente: Tomado y adaptado de Velasco (2009).

En relación a lo antes expuesto, debido a la superficie de ocupación del proyecto en la zona marina, no se generará una barrera que limite o modifique los procesos litorales que originan a las dunas incipientes localizadas en la Bahía Pichilingue, así mismo, es importante señalar que estas geoformas se encuentran fuera de los límites del SA. En relación a las playas, el aporte de sedimentos que las alimentan no solo proviene de las corrientes litorales, sino también del desgaste del sustrato rocoso *in situ*, así como del medio continental aunque de menor proporción debido a la escasa superficie de aportación de la subcuenca.

A continuación se describen la geomorfología de la zona litoral colindante al SA.

Las playas de bolsillo son pequeñas playas semicerradas limitadas por promontorios o salientes rocosas, las cuales se mantienen con un volumen de sedimento constante (Davies, 1974). Este tipo de playas son las más comunes en número dentro del SA, así como en toda la Bahía de La Paz.

Como se mencionó antes, las playas que colindan con el SA (pero fuera de éste) reciben aportes de sedimentos provenientes del continente; sin embargo, este aporte es mínimo en relación a las playas del oeste de la Bahía de La Paz, ya que las subcuencas hidrológicas de aportación son pequeñas. Ahora bien, de acuerdo con Velasco García (2009), la acción del oleaje, las corrientes marinas y las mareas arrancan material de los promontorios, se acumulan al pie del acantilado y forman un depósito que, al principio, queda bajo el agua, pero después puede emerger formando una pequeña playa, lo cual puede explicar la existencia de las playas que colindan con el SA.

Las playas que colindan con el límite del SA están protegidas del oleaje directo debido a que se encuentran resguardadas al interior de las caletas. La batimetría del frente de las playas presenta profundidades someras, y son relativamente extensas con pendientes que varían de 1° a 2° de inclinación. Algunas de estas playas presentan en la parte posterior dunas de estabilidad variable, y como se mencionó antes, el proyecto **no** incidirá en la estabilidad de dichos ecosistemas, además de que estas geoformas no forman parte del SA.

### **Promontorios rocosos**

Se localizan desde el norte de la zona urbana de la ciudad de La Paz hasta el norte en Punta Las Pilitas. Como se puede observar en la siguiente figura, la mayor parte de la zona costera frente al proyecto se presenta este tipo de costa rocosa. Aproximadamente el 39% de los segmentos rocosos presentan una configuración morfológica diversas.

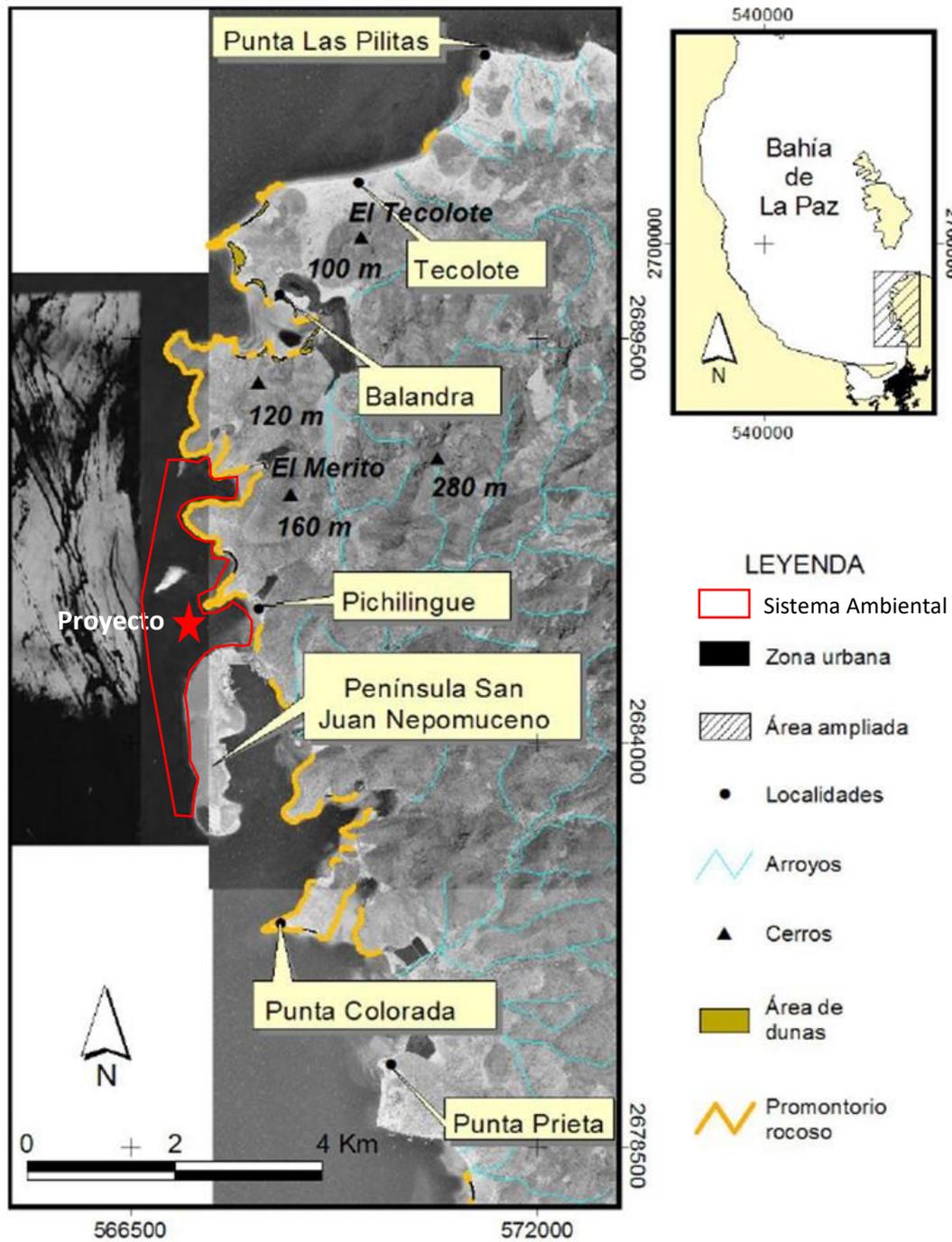


Figura IV. 16. Promontorios rocosos que delimitan el SA.  
Fuente: Tomado y adaptado de Velasco (2009)

Las formaciones rocosas como acantilados, promontorios rocosos y escarpes terminan abruptamente en la línea de la costa (límite del SA), y comienza la plataforma continental de suave pendiente, ligeramente inclinada hacia el mar, que puede ser arenosa o de cantos o rocosa.

La mayoría de estos promontorios rocosos tienen una elevación reducida (de 10 a 30 m). Presentan entalladuras por erosión de oleaje que pueden alcanzar desde unos cuantos centímetros hasta 3 m (ver siguiente figura A); bloques de roca compacta al pie de acantilados de más de 6 m de diámetro (ver siguiente figura B), que pueden o no presentar entalladura; además, en ocasiones se presentan plataformas de abrasión al pie del promontorio y en ocasiones playas o directamente fondo arenoso. La presencia de los promontorios de morfología vertical es una limitante en la formación de playas. Sin embargo, la presencia de entalladuras (rasgos de erosión en los sustratos rocosos) indica que las rocas han sido desgastadas por el efecto del oleaje, que posteriormente con el tiempo estos son desgastados hasta formar sedimentos de playa.

En el caso de la playa Pichilingue, como se muestran en la siguiente figura (inciso A), presenta rasgos de entalladura. Como se mencionó antes, las mareas y el oleaje durante un tiempo introducen agua entre las rocas, debilitándolas y formando nichos o entalladuras. El factor físico que controla la pendiente en la cara del acantilado es la litología, ya sea más blanda o cuando afloran distintos tipos de roca la pendiente es de hasta 30°; o cuando las capas de la roca son más resistentes, o es solo una capa de un mismo material, el acantilado es casi vertical.

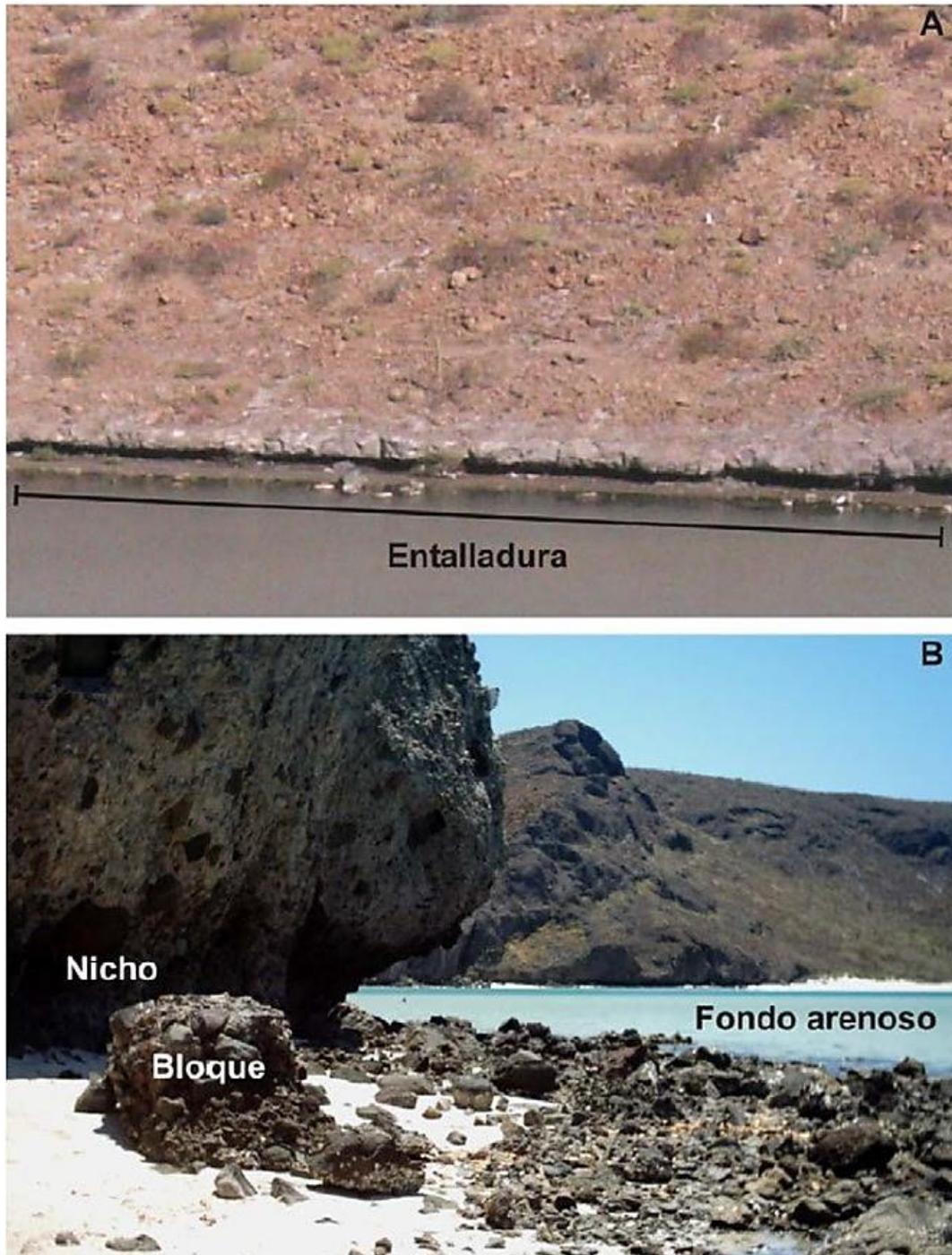


Figura IV. 17. Entalladura de 1 metro de altura en el interior de la Laguna Pichilingue (A) y nichos con bloques caídos de hasta 1 metro de diámetro en Balandra (B).  
Fuente: Velasco (2009)

Con base en las unidades geomorfológicas antes señaladas, el SA se caracteriza por colindar con playas de bolsillo estrechas entre promontorios rocosos de origen volcánico (principalmente brechas) con alturas máximas de 30 metros.

Además de las geoformas antes mencionadas, existen líneas de costa modificadas en la Bahía de La Paz. Una parte de los 26.7 km de costa modificada por las actividades antropogénicas están localizados al sureste y este de la Bahía de La Paz, aunque también se presentan al oeste. Hacia el sur del SA, en la península (originalmente isla) de San Juan Nepomuceno existen segmentos de costa modificados por la actividad comercial, turística e industrial.

En el caso de las costas que limitan al SA, específicamente en la playa de Pichilingue, existen rasgos antrópicos que han modificado de forma puntual la geomorfología costera, como es el canal de marea que fue alterado para facilitar el paso de vehículos, así como la construcción de pequeños muelles (ver la siguiente figura).



Figura IV. 18. Rasgos antrópicos en los límites del SA, correspondiente a la Playa de Pichilingue.

En la siguiente figura se muestra la distribución de los diferentes rasgos geomorfológicos de la costa, frente y próximo al sitio del proyecto.

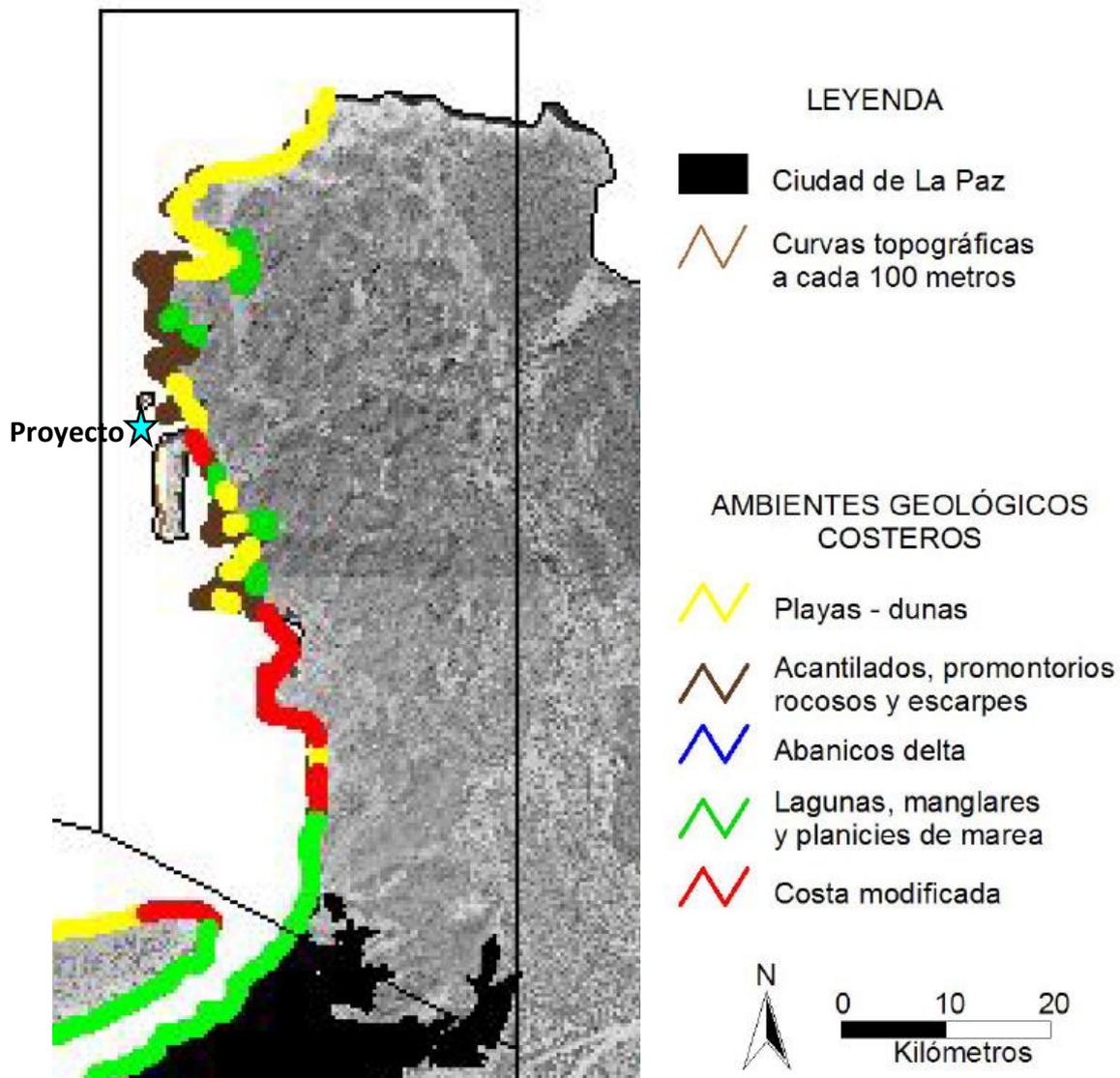


Figura IV. 19. Ambientes geológicos costeros.  
Fuente: Retomado y adaptado de Velasco García (2009).  
Fuente: Velasco (2009).

Por otro lado, los ambientes que reciben menor influencia del oleaje, pero sí de la marea, son las lagunas, manglares y planicies. Como se puede observar en la siguiente figura, dentro del SA **no** existe el registro de vegetación de manglar, ni planicies de marea.

De acuerdo a la clasificación de Lankford (1977), las lagunas de la Bahía de La Paz, son "lagunas de plataforma interna con barrera arenosa", que es el caso de las lagunas "El Merito" y "Pichilingue" dentro del SA.

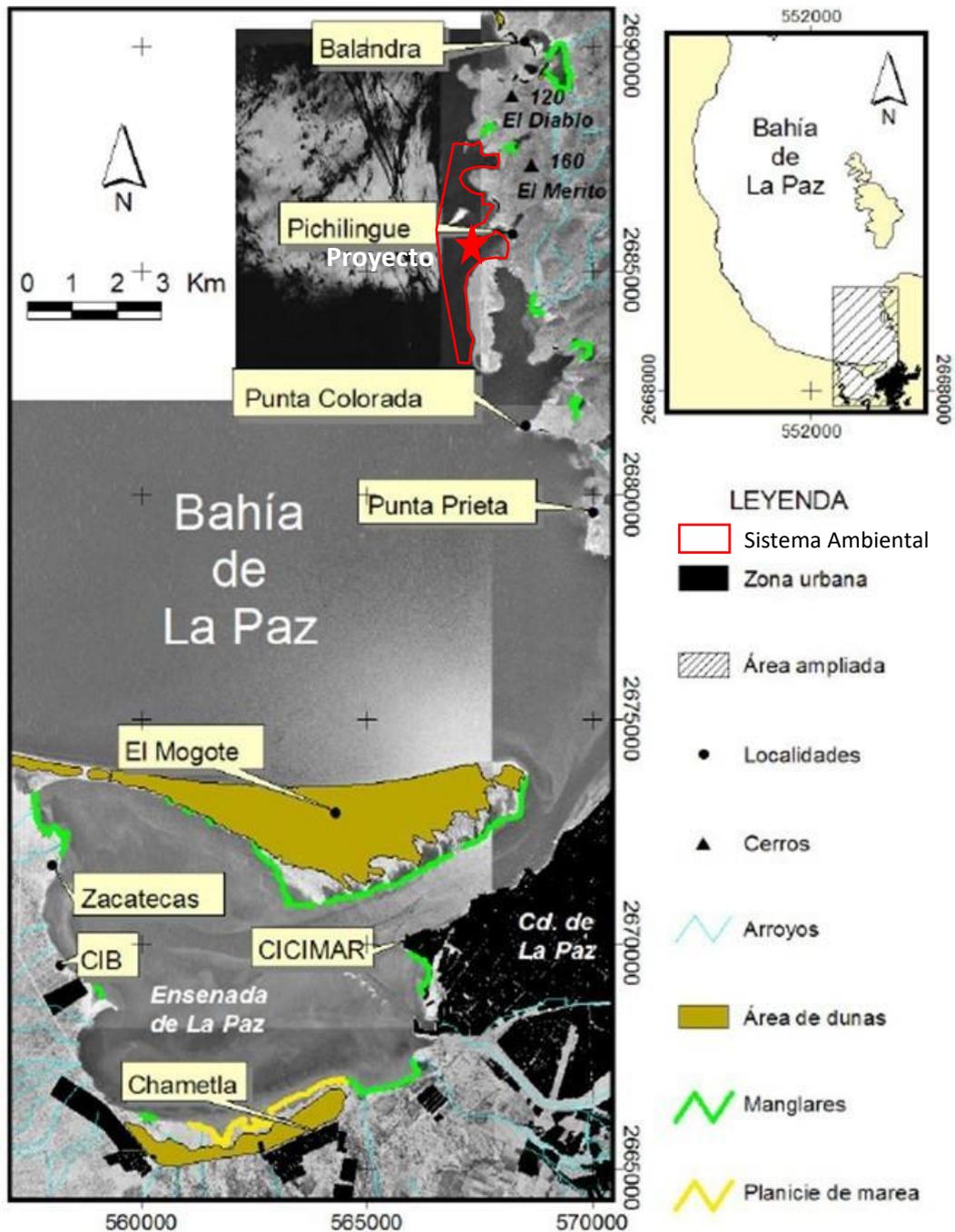


Figura IV. 20. Ubicación de lagunas, manglares y planicies de marea.  
Fuente: Tomado y adaptado de Velasco (2009).

## **Conclusiones**

- De acuerdo con Velasco (2009), dentro de la Bahía de La Paz existen 5 zonas costeras: en la zona oeste predominan los procesos erosivos debido al oleaje sobre los acantilados en la zona. Hacia el sur de la bahía, específicamente en la barra el Mogote existe una mayor influencia de las corrientes marinas, las cuales depositan material sedimentario y forman costas arenosas, y finalmente hacia el este de la bahía correspondiente al SA, son costas mixtas y complejas porque presentan una alternancia de los procesos antes mencionados.
- Los procesos que influyen directa y rápidamente en la dinámica costera de la Bahía de La Paz son el oleaje, el viento, las mareas, las corrientes marinas y la actividad antropogénica. Mientras que factores como la litología, las estructuras tectónicas y los eventos extraordinarios climáticos, como los ciclones, actúan de manera local dependiendo su predominancia u ocurrencia.
- La geomorfología costera que limita con el SA se caracteriza por presentar diversos ambientes geomorfológicos costeros: playas; promontorios rocosos con acantilados y escarpes; lagunas costeras algunas con manglares (alejados del sitio del proyecto y fuera del SA); así como costas modificadas antropogénicamente.
- Conforme a la regionalización geológica costera de Velasco (2009), el 13.7% de la línea de costa y ambientes costeros en el litoral de la Bahía de La Paz muestran modificación antropogénica. En la parte sur, dicha modificación es provocada por el asentamiento de la ciudad de La Paz sobre un abanico aluvial; en el oeste (Punta El Guano) sobre una planicie de inundación se ha modificado el terreno para la operación de una camaronera y en San Juan de La Costa por la actividad minera los acantilados han sufrido modificaciones en sus rasgos morfológicos naturales. En la porción este al sur del SA se observa el desarrollo de marinas y puertos que han modificado la línea de costa.

El desarrollo del proyecto **no** generará cambios en la geomorfología costera debido a que el aporte de sedimentos de las playas contiguas al SA proviene de diferentes fuentes: de los procesos erosivos del oleaje sobre los acantilados o promontorios insitu, del aporte aunque mínimo de la zona continental, y de las corrientes marinas. Por otro lado, considerando la superficie de ocupación del proyecto en la zona marina, y que además guardará una distancia de 240 m de la zona litoral, es

que no se generará una barrera que limite o modifique el transporte de sedimentos hacia la zona costera.

### IV.3.4 Hidrodinámica marina

#### IV.3.4.1 Batimetría

La Bahía de La Paz se caracteriza por ser una depresión marina somera a profunda, que aumenta progresivamente de profundidad de sur a norte, con pendientes de aproximadamente 1° hasta alcanzar la curva de 500 m en su límite norte, en lo que se puede denominar la boca principal de la bahía (ver la siguiente figura). El canal de San Lorenzo tiene una profundidad aproximada de 200 m, el cual permite un intercambio de aguas entre el golfo y la bahía (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989).

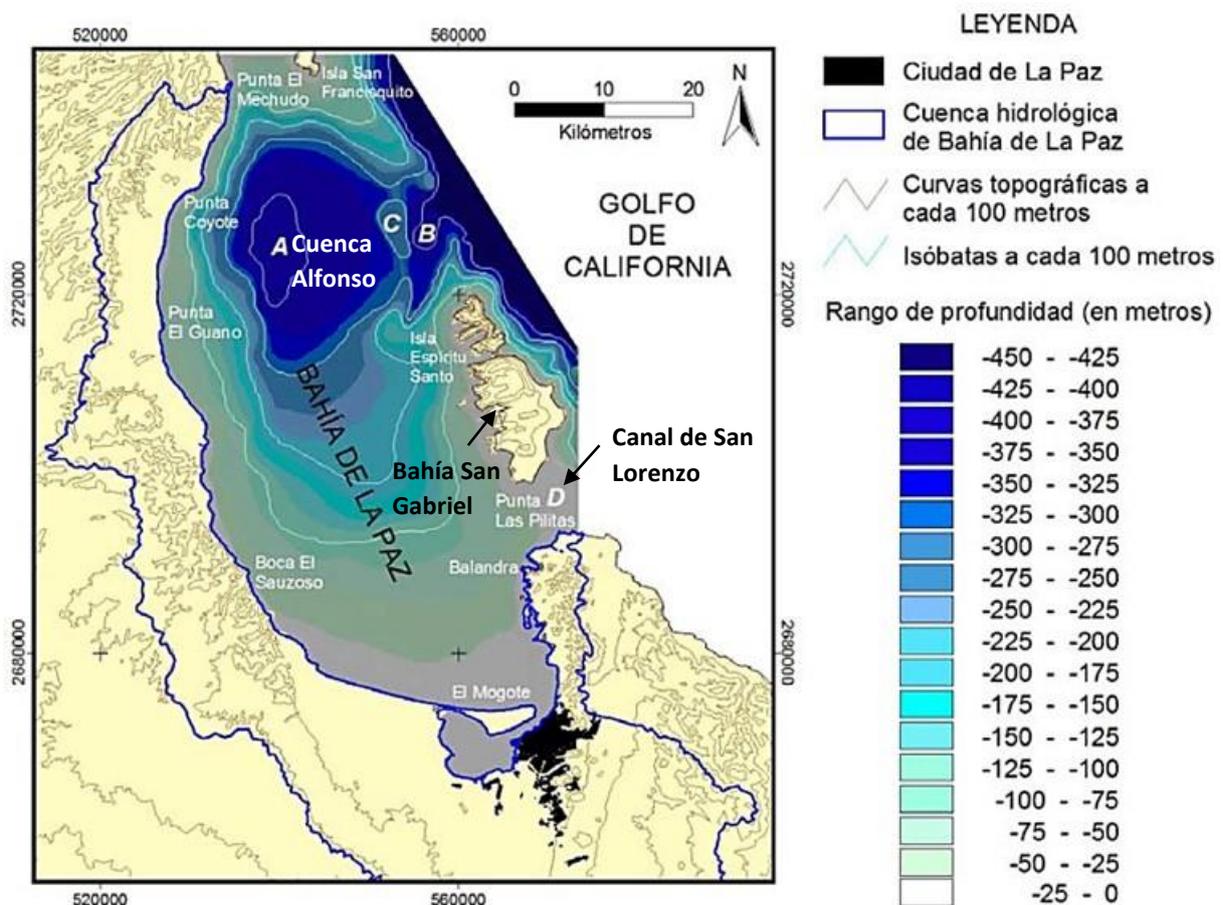


Figura IV. 21. Batimetría de Bahía de La Paz.

La isla Espíritu Santo es una prolongación natural de la península de Pichilingue, separado de ésta por el canal de San Lorenzo que es una vía de comunicación marítima. En su costa oriental se observan perfiles más pronunciados. Los perfiles del litoral occidental son en general de pendientes más suaves y la terraza es mucho más larga (CONANP, 2006).

#### IV.3.4.2 Batimetría en el sitio del proyecto

Con la finalidad de conocer las características batimétricas del sitio del hundimiento del buque, se llevó a cabo un levantamiento (ver la siguiente figura).

El sondeo se realizó en tres frecuencias 83 kHz, 200 kHz y 455 kHz (primario, secundario y downscan, respectivamente). El rango de profundidad del polígono fue de entre 5 a 27 m. Las lecturas erróneas de posición geográfica y profundidad fueron eliminadas y se calibró la distancia del transductor con relación a la superficie de agua, siendo esta misma de 28 cm, la cual fue agregada a los valores de lectura en la ecosonda.

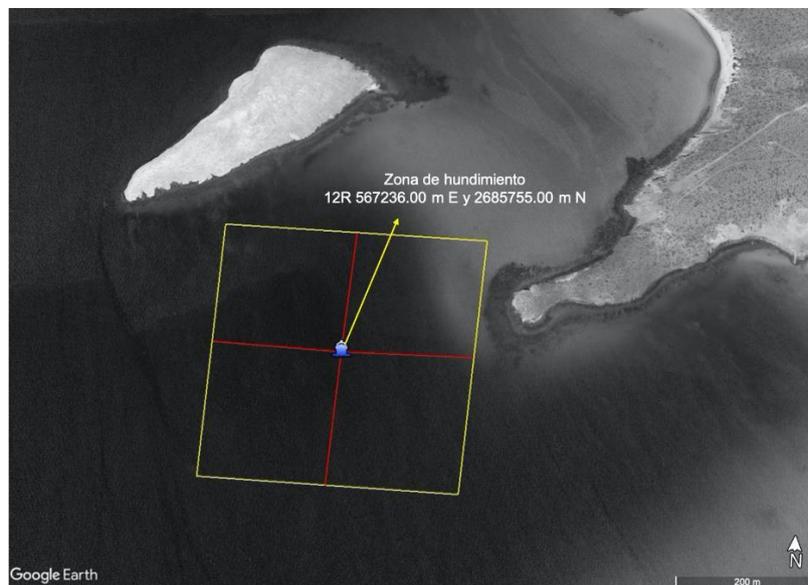


Figura IV. 22. Polígono de batimetría.

Al interior del polígono se realizó un barrido con la ecosonda a una velocidad constante, primero generando transectos paralelos entre sí, y luego en espiral, desde los vértices del polígono hacia el centro, como se muestra en la siguiente figura. Se obtuvieron un total de 54,801 datos entre las tres frecuencias, después se eligió la frecuencia de 83 kHz (haz primario), y depurando lecturas erróneas se obtuvieron un total de 3,523 datos positivos.

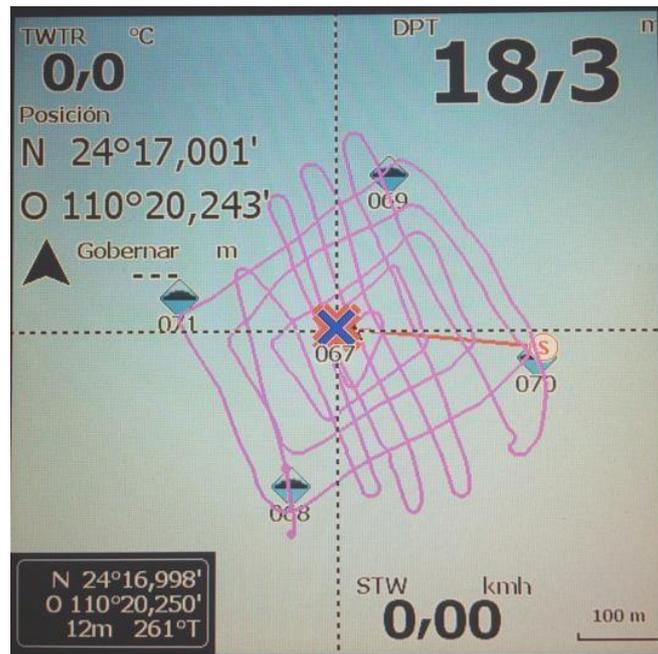


Figura IV. 23. Recorrido para el levantamiento batimétrico.

Se generó una base con los datos de posición (latitud y longitud) y profundidad, mismos que se analizaron en el programa Surfer v10, y se crearon mapas 3D del fondo, empleando un modelo lineal de interpolación triangular (ver las siguientes figuras) y otro con el modelo kriging.

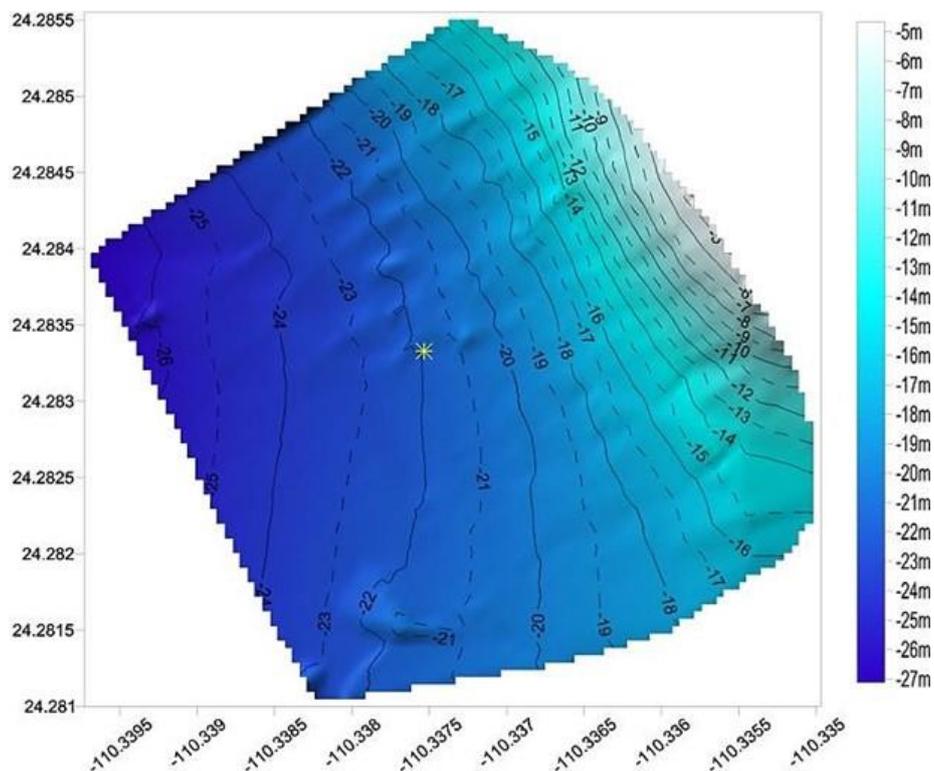


Figura IV. 24. Perfil batimétrico para la zona de hundimiento mediante interpolación triangular.

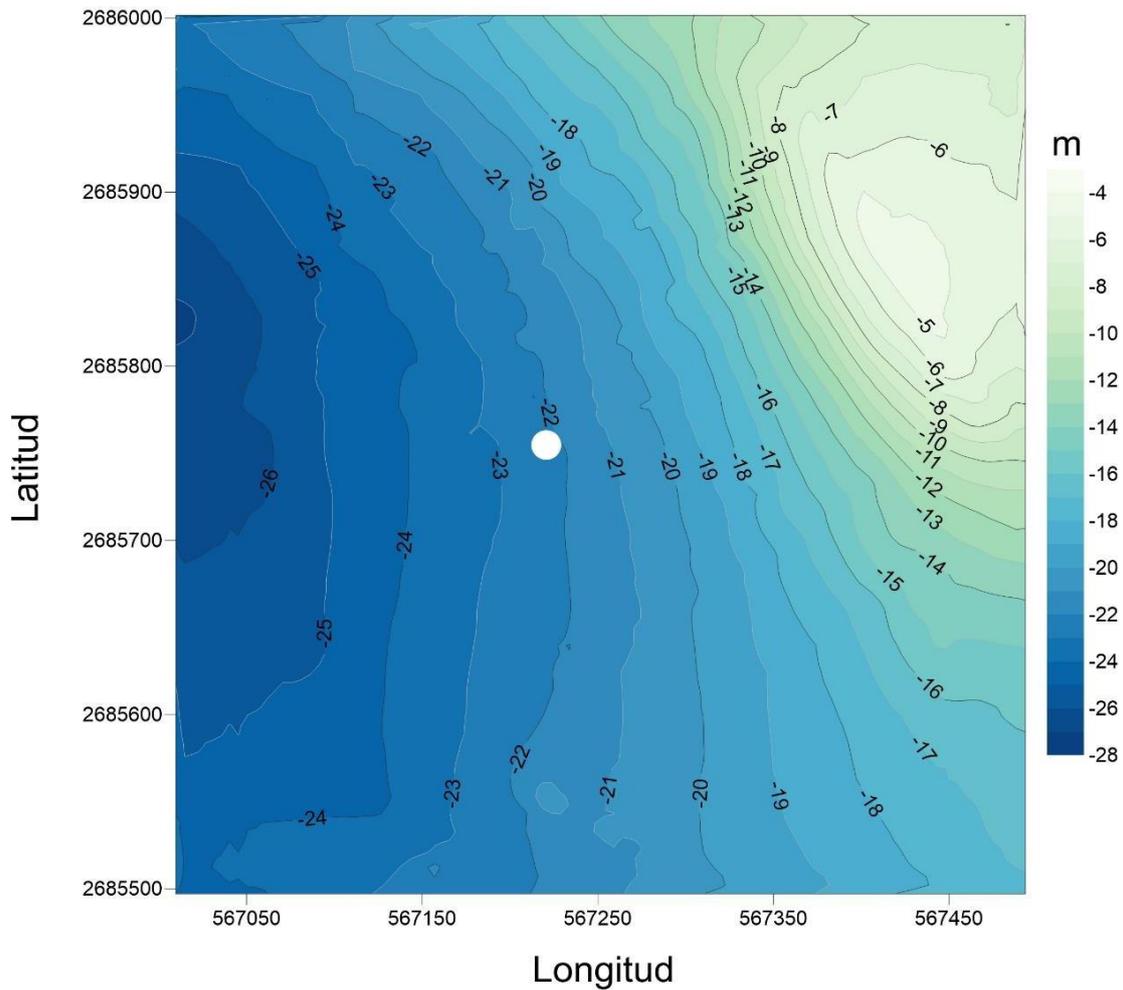


Figura IV. 25. Batimetría en la zona de hundimiento.

Los datos de la batimetría fueron analizados en el software Gopal Mapper v17, para determinar el ángulo de inclinación del fondo, este es un factor **importante** que influye sobre la estabilidad del arrecife artificial cuando esté depositado en el fondo marino. La siguiente figura representa un mapa satelital de la zona con los perfiles más relevantes del fondo, y en el cual se señalan dos transectos, uno denominado P1 con 416 m de longitud que cruza a lo largo del polígono de estudio, y P2 de 34.7 m de longitud, el cual cruza sobre la zona de hundimiento propuesta.

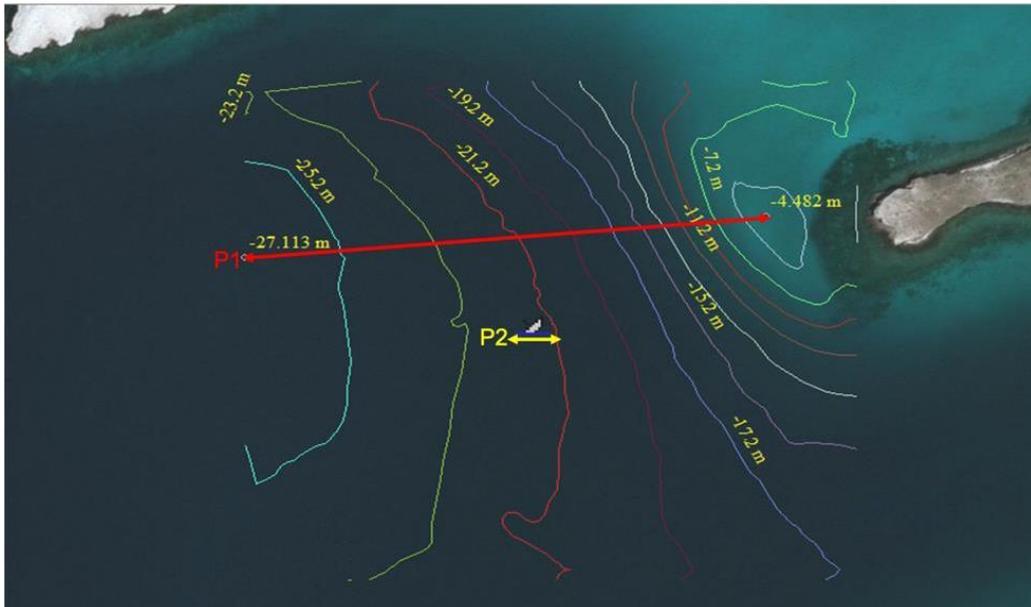


Figura IV. 26. Mapa de los perfiles batimétricos para el cálculo del ángulo de la pendiente del fondo

Ambas secciones antes descritas (P1 y P2) se representan en las siguientes figuras, quienes marcan la distancia longitudinal y vertical de ambas secciones. Empleando el Teorema de Pitágoras se calculó el ángulo de la pendiente para cada sección, siendo para P1 de  $2.74^\circ$  y para P2 de  $0.01^\circ$  de inclinación (ver las siguientes figuras). Este resultado es **relevante y permite definir que la zona elegida para el hundimiento cumple con las características de inclinación del fondo idóneas para este tipo de estructuras.**

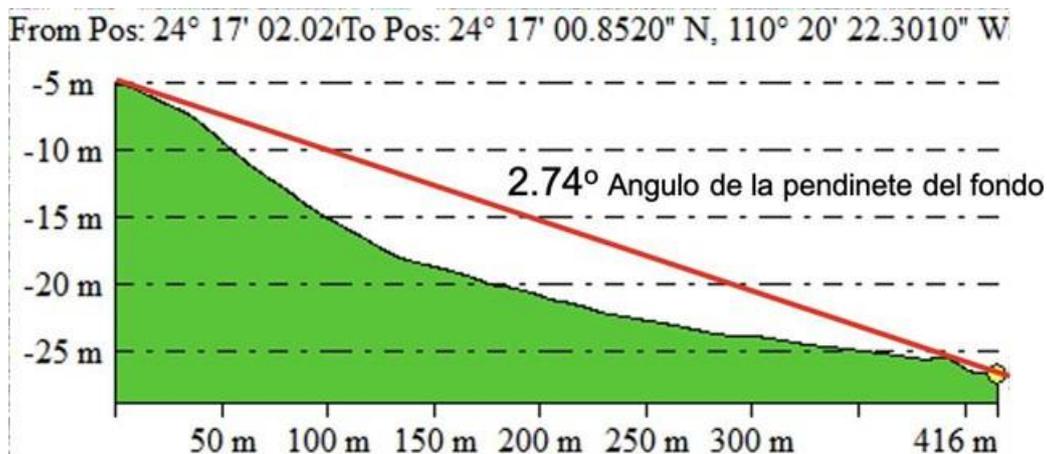


Figura IV. 27. Transecto para calcular el ángulo de la pendiente del polígono (416 m)

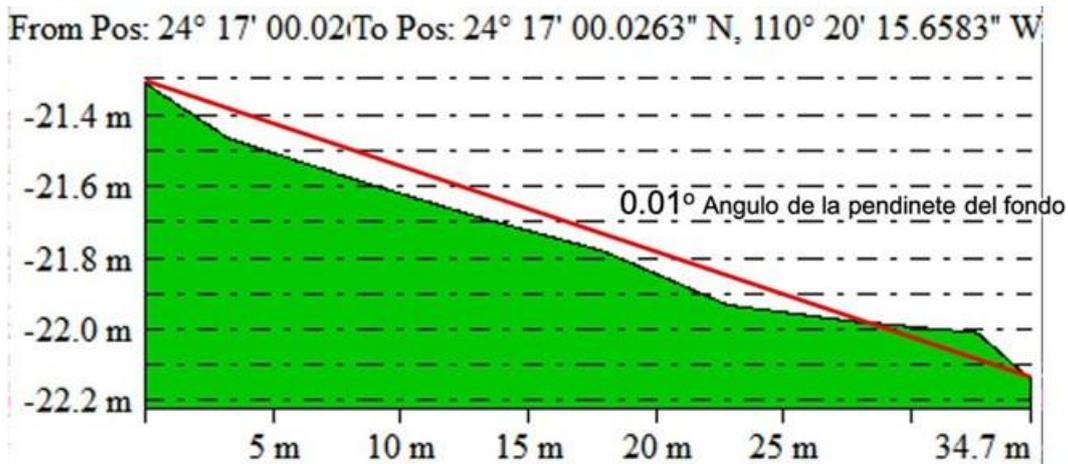


Figura IV. 28. Transecto para calcular el ángulo de pendiente en la zona de hundimiento (40m)

El análisis batimétrico permitió concluir que es un ambiente de baja pendiente, a lo largo de un transecto de aproximadamente 400 m. El ángulo de la pendiente fue solamente de 2.74° de inclinación y está se reduce aún más a lo largo de 40 m sobre el punto de hundimiento, donde fue solamente de 0.01° de inclinación.

#### IV.3.4.3 Corrientes marinas y mareas

##### Circulación marina

La circulación general y variabilidad del Golfo de California (GC) está influenciado por procesos oceanográficos y atmosféricos que ocurren en el Océano Pacífico (OP). Esos factores envuelven fenómenos relevantes en el GC, tales como el calentamiento y balance en salinidad, circulación termohalina y barotrópico, fuerzas de marea y movimientos de baja frecuencia, así como los procesos atmosféricos en la interface aire-mar (*momentum*, calor e intercambio de agua dulce) e interacciones no lineales de todos esos fenómenos con topografía de fondo (Guevara-Guillén et al. 2018).

De manera general, la circulación del agua en la Bahía de La Paz es ciclónica (contrario a las manecillas del reloj), impulsada por los vientos del noreste (Coromuel). El agua de la Bahía de La Paz se introduce por su apertura norte y sale por el canal de San Lorenzo (ver la siguiente figura), por corrientes de marea que fluyen a una velocidad de 1 m/s (Torrez-Alfaro, 2010).

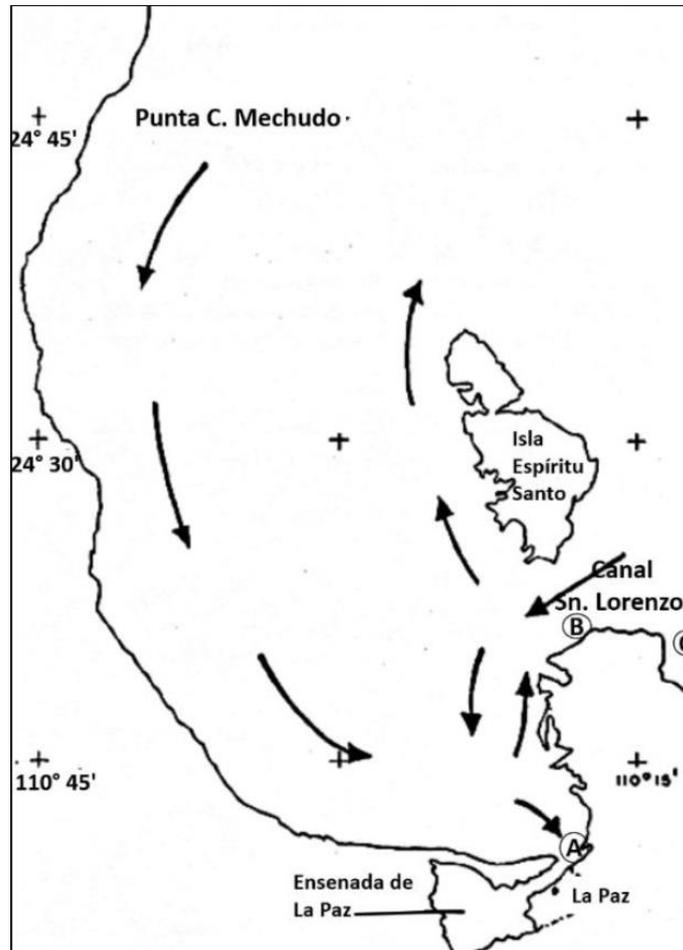


Figura IV. 29. Circulación de las corrientes marinas.

La Bahía de La Paz se caracteriza por una persistente variabilidad espacial y estacional de la temperatura y salinidad. Durante la primavera y verano no se observa una capa de mezcla y se puede encontrar una escarpada termoclina (Obeso-Nieblas *et al.*, 2008), lo cual es ocasionado por la intensa radiación solar de dicha época del año y los vientos débiles procedentes del sur y sureste, que a menudo presentan calmas (Obeso-Nieblas, 2003).

En otoño e invierno se observa una capa de mezcla conspicua y el hundimiento de la termoclina, la cual es menos intensa (Obeso-Nieblas *et al.*, 2008). Estas condiciones se producen por fuertes vientos procedentes del noroeste y norte (Obeso-Nieblas, 2003), ya que en esta época el sistema de baja presión se encuentra en el lado occidental del Golfo de California, transportando aire seco y frío, con vientos de 12-14 m s<sup>-1</sup> (Marinone & Lavín 1997).

En la Bahía de La Paz, las masas de agua se impulsan por medio de las mareas y los vientos. Las mareas generan un máximo de transporte al norte de los islotes y los vientos pueden llegar a

provocar corrientes más intensas y dominar el patrón de circulación en el interior de la bahía (CONANP, 2000).

La circulación geostrofica superficial está dominada por un giro dipolo (ciclónico-anticiclónico) (ver la siguiente figura **a**). El polo ciclónico está localizado dentro de la bahía, entre los  $24.45^{\circ}$  N y  $-110.58^{\circ}$  W, y mide  $\sim 20$  km de diámetro con una velocidad de  $\sim 45$  cm  $s^{-1}$ ; el polo anticiclónico se localizó en conexión con el golfo, en la región de Boca Grande, extendiéndose fuera de la bahía entre  $24.65^{\circ}$  N y  $-110.4^{\circ}$  W, con un diámetro de  $\sim 32$  km y una velocidad de  $\sim 40$  cm  $s^{-1}$ . El dipolo hidrodinámico clásico (vórtice par) consiste de dos giros de igual y opuestas fuerzas, cuyos centros están separados por una distancia pequeña suficiente para que los dos giros estén interactuando. La distribución superficial de la temperatura conservativa (contorno del intervalo de  $0.1^{\circ}$  C) se ajusta bien con el patrón de circulación, con la presencia de un núcleo frío en la porción central de la bahía, alcanzando valores de  $29.4^{\circ}$  C y forma un domo que se extiende hacia afuera, alcanzando valores de  $29.8^{\circ}$  C. Por otro lado, cerca de la región de Boca Grande, la temperatura conservativa fue alta, alcanzando valores de  $30.4^{\circ}$  C y formando también un domo que se extiende fuera de la bahía (ver siguiente figura **b**). La distribución de las isolíneas muestra la presencia de un fuerte gradiente ( $\sim 0.01^{\circ}$  C/km) en el borde entre los dos núcleos (frío-cálido). (Durán-Campos et al. 2019).

Como se puede observar, este comportamiento ciclónico-anticiclónico es un proceso regional y supraregional dentro de la Bahía de La Paz, que afecta principalmente la Boca Grande y la porción central de la bahía. En el caso del SA, éste se ubica en el extremo oriental de la zona litoral de la Bahía de La Paz, en los primeros 25 m de profundidad, cuyos procesos hidrodinámicos están más influidos por los procesos litorales del canal de San Lorenzo como se explicará a continuación.

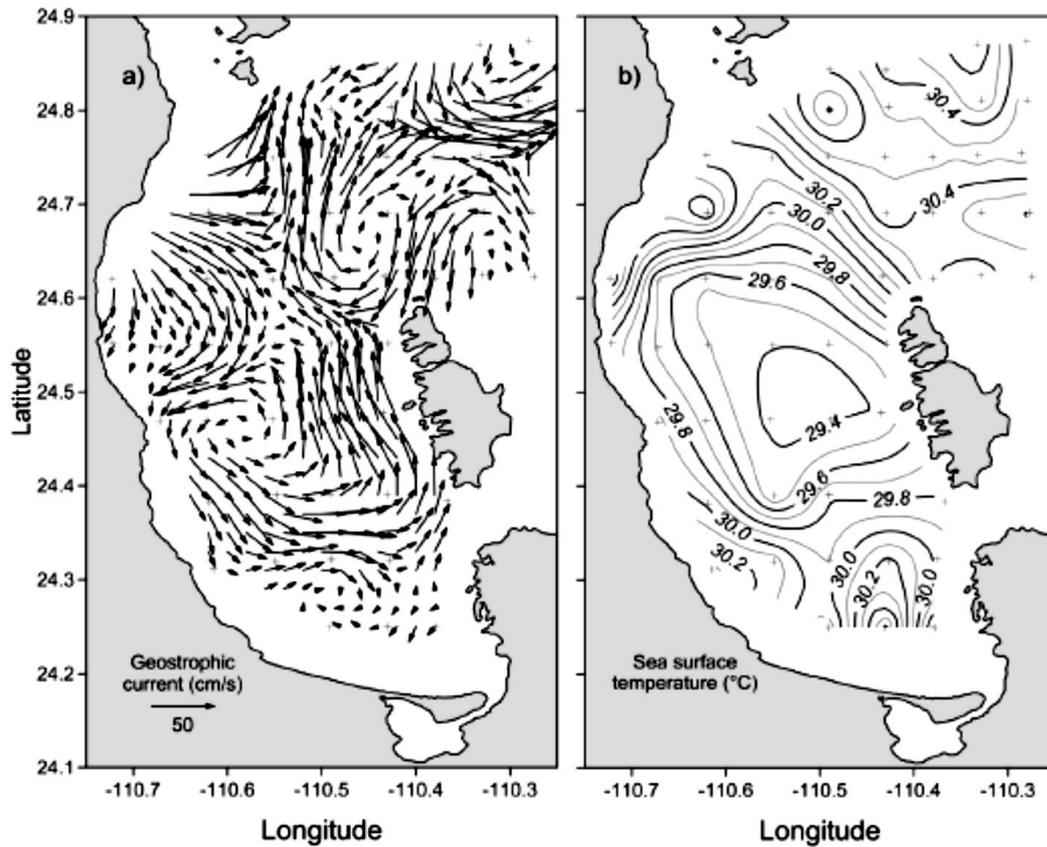


Figura IV. 30. Mapas de distribución superficial de: (a) Corrientes geostróficas (cm/s) y (b) Temperatura conservativa (°C). Las líneas grises representan la batimetría en m.

Adicional a lo anterior, Álvarez y Murillo (1989) identificaron un patrón de circulación del agua superficial en la bahía mediante la distribución geográfica de radiolarios y el comportamiento de algunos parámetros fisicoquímicos del agua en la región. A partir del análisis anterior, se sugiere un patrón de circulación superficial de agua en la bahía, en donde: 1) las aguas del Golfo de California penetran por la boca noroeste; 2) la energía del oleaje origina una corriente litoral de norte a sur por su margen occidental y 3) las aguas del Canal San Lorenzo, que penetran por su boca sureste, generan una corriente hacia el norte y sur por los márgenes costeros.

De lo anterior Álvarez y Murillo (1989) sugieren tres cuerpos de agua y una zona de surgencia dentro de la Bahía de La Paz (ver la siguiente figura). Estos cuerpos de agua son los siguientes:

**1) Del Canal San Lorenzo:** Se caracteriza por ubicarse en la región de mayor variabilidad estacional de temperatura, salinidad y oxígeno (Centro de Estudios de Aguas Litorales, CEAL, 1983) con respecto a los demás cuerpos de agua. El factor principal que puede explicar este

comportamiento es la influencia de las aguas del Golfo de California que se introducen a la bahía por el Canal San Lorenzo y en donde, a su vez, se presenta una zona de mezcla intensa producida por las corrientes de marea que alcanzan gran velocidad por lo somero y relativamente angosto del canal. El SA y el área del proyecto se ubican dentro de la influencia de este cuerpo de agua.

**2) Del Noroeste:** Este cuerpo de agua se advierte en una región que estacionalmente mantiene las condiciones más estables de temperatura, salinidad y oxígeno, (CEAL, 1983). Es probable que dicha estabilidad esté asociada a la influencia de las aguas del Golfo de California, que penetran por la boca noroeste de la bahía. Debido a los vientos de invierno-primavera que proceden del norte, este cuerpo de agua debe influir más durante esa época las aguas de la bahía.

**3) Transicional:** Se ubican en una zona donde se reportan valores intermedios de temperatura, salinidad y oxígeno (CEAL, 1983). Está delimitado por el cuerpo de agua del Canal de San Lorenzo al sur y del Noroeste al norte. Este cuerpo de agua representa la transición de condiciones relativamente estables del cuerpo de agua del Noroeste, a las condiciones extremadamente variables de las aguas del Canal de San Lorenzo en el Sureste. Relacionado con lo anterior, se da una clara distinción batimétrica, dado que mientras que la parte norte de la bahía corresponde a la zona de talud, el Canal del San Lorenzo es plataforma somera.

**4) La zona de Surgencias:** Este cuerpo muestra estacionalmente la temperatura más baja y salinidad más alta con respecto a los cuerpos de agua determinados anteriormente (CEAL, 1983). Esta zona ubicada cerca de Punta Diablo, está al sotavento cuando los vientos soplan del sur en verano-otoño, por lo cual originan un enriquecimiento de nutrientes en la superficie que favorecen a las especies características de esta zona (ver la siguiente figura).

En relación a los cuerpos de agua antes definidos, la zona de surgencias es poco significativa por su reducida área de influencia y efectos muy locales.

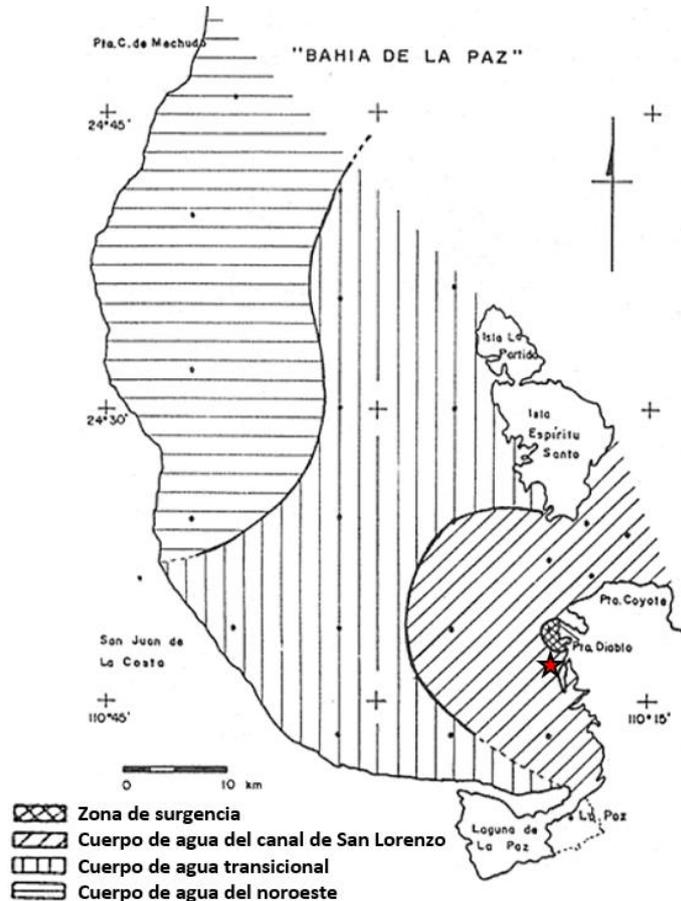


Figura IV. 31. Distribución de cuerpos de agua característicos en la Bahía de La Paz, determinados a partir de un parámetro micropalcontológico, de la temperatura y salinidad del agua.

Como se mencionó antes, la circulación superficial en Bahía de La Paz está ligada al patrón de vientos estacionales y a un sistema relativamente estable de corrientes costeras generado por mareas. Las corrientes generadas por las mareas en la bahía tienen una magnitud menor a la influencia ejercida por los vientos y las otras ondas presentes. Sin embargo, las velocidades de las corrientes significativamente mayores son registradas durante tormentas. Mientras que las corrientes en la boca y en la parte interior de la Ensenada de La Paz, están determinadas básicamente por la acción de las mareas. Las corrientes en Canal San Lorenzo son fuertemente influenciadas por los efectos de ondas de bajas frecuencias, contrastando con la costa de El Mogote, donde las altas frecuencias son las que predominan (Obeso-Nieblas, 2010).

Por lo antes descritos, las masas de agua dentro de la bahía se impulsan por medio de dos mecanismos: la **marea** y el **viento**.

## Mareas

Las mareas en la Bahía de La Paz y en consecuencia en el SA, son mixtas y domina la marea semidiurna (Salinas- González, 2000). Jiménez-Illescas (1996) señala que el refluo que se encuentra entre la pleamar superior y la bajamar inferior es el más intenso, ocasionando corrientes de marea muy fuertes, mayores a las que se presentan en el caso del flujo; esta característica es la que hace que se mantengan sin azolve los canales de las lagunas costeras. Las corrientes alcanzan velocidades máximas en el canal de mareas de la Ensenada de La Paz (100 cm/s) y en el canal de San Lorenzo (25 cm/s) (Álvarez-Arellano y Murillo Jiménez, 1989).

En la siguiente figura se muestra un diagrama típico de la marea mixta semidiurna en Bahía de La Paz (tomado de [https://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum\\_lapaz.html](https://oceanografia.semar.gob.mx/Templates/grafnum_lapaz.html)).

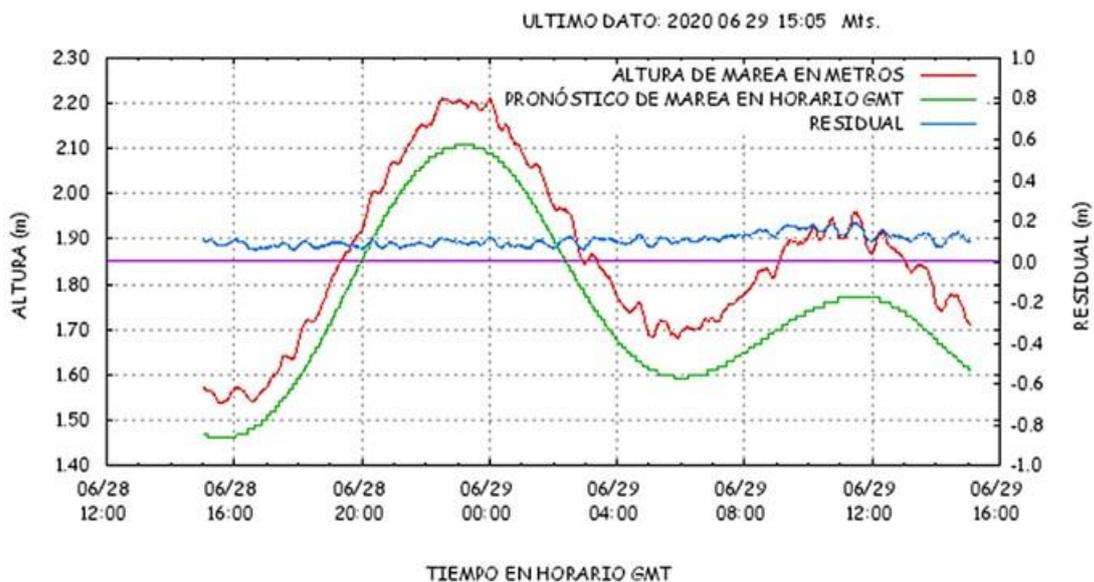


Figura IV. 32. Diagrama típico de la marea mixta semidiurna en BLP.

El canal San Lorenzo se caracteriza por una gran variabilidad anual de los parámetros fisicoquímicos (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) y por una intensa mezcla producida por las corrientes de marea en dicho canal.

Durante julio de 1997, Obeso (2003) cuantificó la variación de nivel por marea en la bahía frente a San Juan de La Costa, Canal San Lorenzo y frente a Punta Coyote. En Canal San Lorenzo encontró un rango de marea de 106.75 cm, originado por una pleamar de 44.18 cm y una bajamar de 62.57 cm, mientras que en San Juan de La Costa la marea presenta una pleamar superior de 54.78 cm y una

bajamar inferior de 59.99 cm, dando origen a un rango de marea de 114.77 cm. Entre tanto, frente a Punta Coyote registró una magnitud 111.41 cm, originado por una pleamar de 50.46 cm y una bajamar de 60.95 cm.

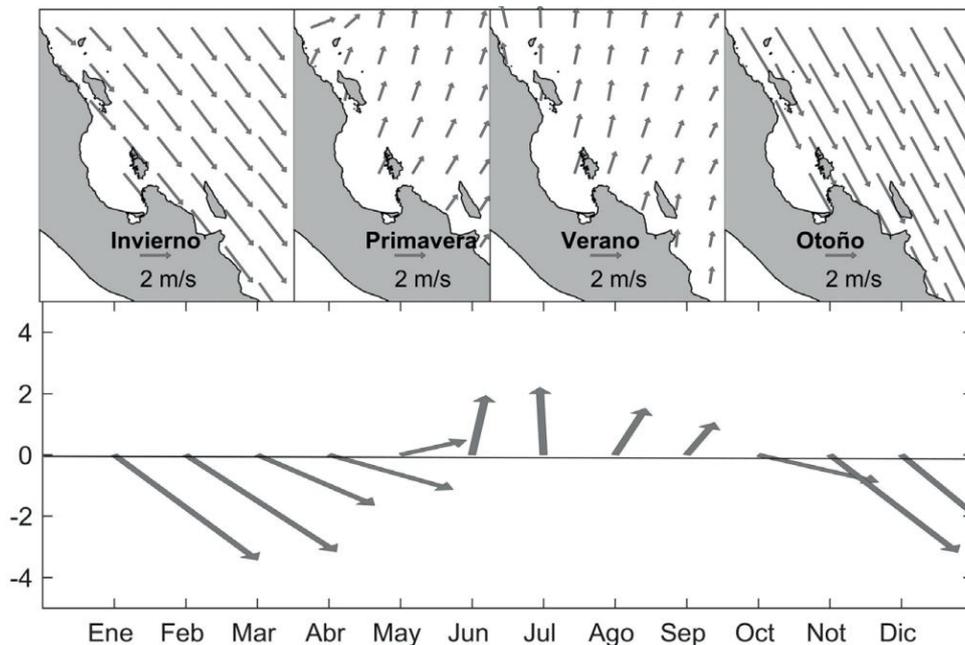
#### IV.3.4.1 Vientos

El viento puede llegar a provocar corrientes más intensas que las de marea y dominar el patrón de circulación en el interior de la bahía (CONANP, 2006).

Los vientos dominantes estacionales en la Bahía de La Paz provienen del noroeste en invierno y primavera, y del sureste en verano y otoño (ver la siguiente figura).

La Bahía de La Paz se encuentra sujeta principalmente a dos patrones de vientos. Los **vientos del sur y sureste**, que ocurren al final de la primavera y persisten desde verano hasta inicio del otoño, localmente llamados Coromuel, con magnitudes de  $\sim 4 \text{ m s}^{-1}$ , y que generalmente ocurren combinados con calmas frecuentes. Los **vientos del norte y noroeste**, son dominantes a finales del otoño y en el invierno, son fuertes y persistentes, y alcanzan magnitudes de  $12 \text{ m s}^{-1}$ . Estos patrones de viento corresponden al carácter monzónico que rige sobre el Golfo de California, y aunados a las variaciones estacionales de radiación solar y la influencia de procesos que ocurren en el golfo, son los que generan las condiciones hidrográficas propias de la bahía.

La mayor incidencia de huracanes en la zona se da en los meses de agosto a noviembre. Esto cambia la dinámica en los patrones promedio de viento. La velocidad media del viento en La Paz para el año 2017 fue de 11.9 Km/h, con mínima de 9.9 Km/h en noviembre y máxima de 16.2 Km/h en junio.



**Figura 3.** Ciclo anual de la velocidad y dirección del viento, calculados a partir de imágenes mensuales del viento generadas por el satélite SeaWind - QuickScat durante el período 1999-2009 para la región suroeste del Golfo de California. La Bahía de La Paz muestra una baja cobertura debido al tamaño de celda del sensor (0.25°x0.25°; ~27 km). La punta de la cabeza de la flecha indica la dirección hacia donde se dirige el viento.

*Figura IV. 33. Patrón de vientos anual en la Bahía de la Paz, BCS.  
Fuente: Herrera-Cervantes, Beier y Balart-Páez (2017).*

La estacionalidad de los vientos es de gran importancia, dado que influye sobre la circulación superficial de la bahía, pudiendo provocar procesos de surgencia favorecidos por el efecto de isla que se ha reportado para la zona (Jiménez Illescas *et al.*, 1994, y Muciño-Márquez, 2010).

#### IV.3.4.2 Oleaje

El oleaje en la Bahía de La Paz, generado por los vientos, comúnmente alcanza hasta 60 cm de alto. La propagación del oleaje es muy similar al comportamiento de los vientos locales. Condiciones extremas de vientos durante el invierno han generado olas de hasta 170 cm (CONANP, 2006).

En la laguna de La Paz el oleaje y la marea son mínimos, aunque ejercen una gran influencia en sus márgenes. Sin embargo, el oleaje en la Bahía de La Paz, generado por los vientos, comúnmente alcanza hasta 60 cm de alto (López-López 2013).

El oleaje de mayor importancia en la costa peninsular de la bahía y en Canal San Lorenzo, es de tipo local y se presenta durante el invierno y parte del otoño, cuando los vientos del noroeste y del norte

son más intensos y persistentes, y cuentan con un importante fetch<sup>1</sup>. Estos vientos fetch son capaces de desarrollar un oleaje local importante en un tiempo relativamente corto (Obeso-Nieblas, 2003). La propagación del oleaje es muy similar al comportamiento de los vientos locales, que en condiciones extremas de vientos durante el invierno han generado olas de hasta 170 cm (CONANP, 2006).

Entre tanto, durante el verano se puede apreciar un oleaje relativamente pequeño debido a que los vientos del sureste y sur que predominan en la región, no son capaces de desarrollar oleaje de tipo local, porque no cuentan con un fetch significativo (Obeso-Nieblas, 2003).

En el SA, el oleaje de mayor influencia es el que ingresa por el canal de San Lorenzo, siendo en el invierno y otoño los más intensos con dirección noroeste y del norte.

#### **IV.3.4.3 Sedimentos**

El transporte litoral es el movimiento de arena causado por la incidencia oblicua del oleaje, éste cambia dependiendo de las condiciones climáticas, siendo más abundante durante los huracanes (Nava-Sánchez et al. 1994). El transporte litoral en el margen norte de la barra El Mogote se ha estimado en 122,400 m<sup>3</sup> (Torrez-Alfaro, 2010).

La Bahía de La Paz presenta un ambiente bentónico con sedimentos carbonatados y siliclástico-carbonatados (Halfar et al., 2004). El fondo de la Bahía de La Paz posee plataformas estrechas con depresiones y bloques elevados (Nava-Sánchez et al., 2001). La porción noroeste, incluyendo la cuenca Alfonso, es la más profunda y recibe sedimentos terrígenos, eólicos y hemipelágicos (Silverberg et al., 2014). Hacia el sureste la profundidad es menor hasta la línea de costa, y el fondo contiene arenas finas de origen terrígeno (Cruz-Orozco et al., 1996). El transporte litoral sobre la línea de costa ocurre principalmente en dirección sursureste, conformando una barra de arena conocida como El Mogote. La Laguna de La Paz, en la parte interna de la barra de arena, recibe sedimentos de aporte fluvial (arroyos), litoral y eólico (Nava-Sánchez & Cruz-Orozco, 1989), los cuales van desde arenas gruesas hasta limos muy finos (Álvarez-Arellano et al., 1997).

Tanto la región de Balandra como la de la Bahía San Gabriel, en la Isla Espíritu Santo, poseen fondos arenosos carbonatados. San Gabriel representa una fuente importante de sedimentos carbonatados

---

<sup>1</sup> El término "fetch" se refiere a la distancia en la superficie del mar donde sopla el viento para producir el oleaje.

debido a que constituye la única zona con abundantes parches de coral vivo, además de algunas camas de rodolitos. En cuanto a la región de Balandra, los sedimentos consisten principalmente en granos de coral y existen terrazas marinas con abundantes fragmentos fósiles de coral, los cuales tienen su origen en el Pleistoceno e ingresan al sistema durante las lluvias torrenciales provocadas en tormentas tropicales y huracanes. Aunado a esto, no existen (o son muy escasos) parches vivos de coral, posiblemente a consecuencia de la falta de sustrato duro para el asentamiento de larvas, por lo que considera que la mayoría del sedimento carbonatado deriva de arrecifes coralinos fósiles subyacentes a la bahía. Por lo tanto, Balandra no representa actualmente una zona de producción de carbonatos, como lo es Bahía San Gabriel, sino una zona de acumulación de sedimentos carbonatados (Halfar *et al.*, 2000). Es importante señalar que la Bahía de San Gabriel se localiza fuera del SA y la Bahía de Balandra se localiza distante del sitio del proyecto.

El contenido de carbonatos de los sedimentos en la Bahía de La Paz varía entre 2.7 y 95%, con valores menores a 20% al norte de El Mogote, mientras que en la zona de hundimiento se presentan valores mayores a 60% (Urcádiz-Cázarez *et al.*, 2017). En esta zona, el aporte de carbonatos en el fondo marino proviene de bioclastos de fragmentos de conchas de moluscos, corales, rodolitos, balanos y foraminíferos (Halfar *et al.*, 2000). Por otro lado, en cuanto al tamaño medio de grano del sedimento, la Bahía de La Paz presenta tamaños de entre  $-0.9$  y  $7.8 \Phi$ , con los sedimentos más finos en la parte interna de la Laguna de La Paz y los sedimentos más gruesos en el canal de mareas de la misma laguna, el canal de San Lorenzo y en la zona de hundimiento ( $-0.5$  a  $1.6 \Phi$ ; Urcádiz-Cázarez *et al.*, 2017). Por otro lado, **el aporte de sedimentos terrígenos en la zona de hundimiento proviene de la erosión de rocas en la línea de costa y, principalmente, por aporte de sedimentos desde las cuencas hidrológicas adyacentes que se lleva a cabo bajo condiciones de precipitación elevada** (Urcádiz-Cázarez *et al.*, 2017).

Halfar *et al.* (2000) describieron 5 subambientes según el régimen de carbonatos en la bahía La Paz: a) la Bahía de San Gabriel es el único subambiente con abundantes parches de coral vivo y es un fondo arenoso carbonatado; b) la región de Balandra es dominada por una laguna de manglar y arrecifes coralinos fósiles subyacentes, representa otro fondo arenoso carbonatado; c) el Canal de San Lorenzo representa un banco de carbonatos, dominado por rodolitos vivos y sedimentos carbonatados provenientes de áreas circundantes, por lo que además representa una fuente de carbonatos y una zona de acumulación y d) Playa Bonanza en Isla Espíritu Santo, es una playa de alta energía dominada por siliciclastos cercanos a la línea de costa, así como rodolitos y moluscos

en la plataforma interna. El sitio del proyecto se encuentra influenciado por el ambiente del canal de San Lorenzo.

Considerando el régimen de sedimentos carbonatados, Halfar *et al.* (2000) propusieron una subdivisión de ambientes someros carbonatados a lo largo del Golfo de California. Conforme a la siguiente figura, frente a la Bahía de La Paz se encuentra dominado por el ambiente de rodolitos, corales y moluscos.

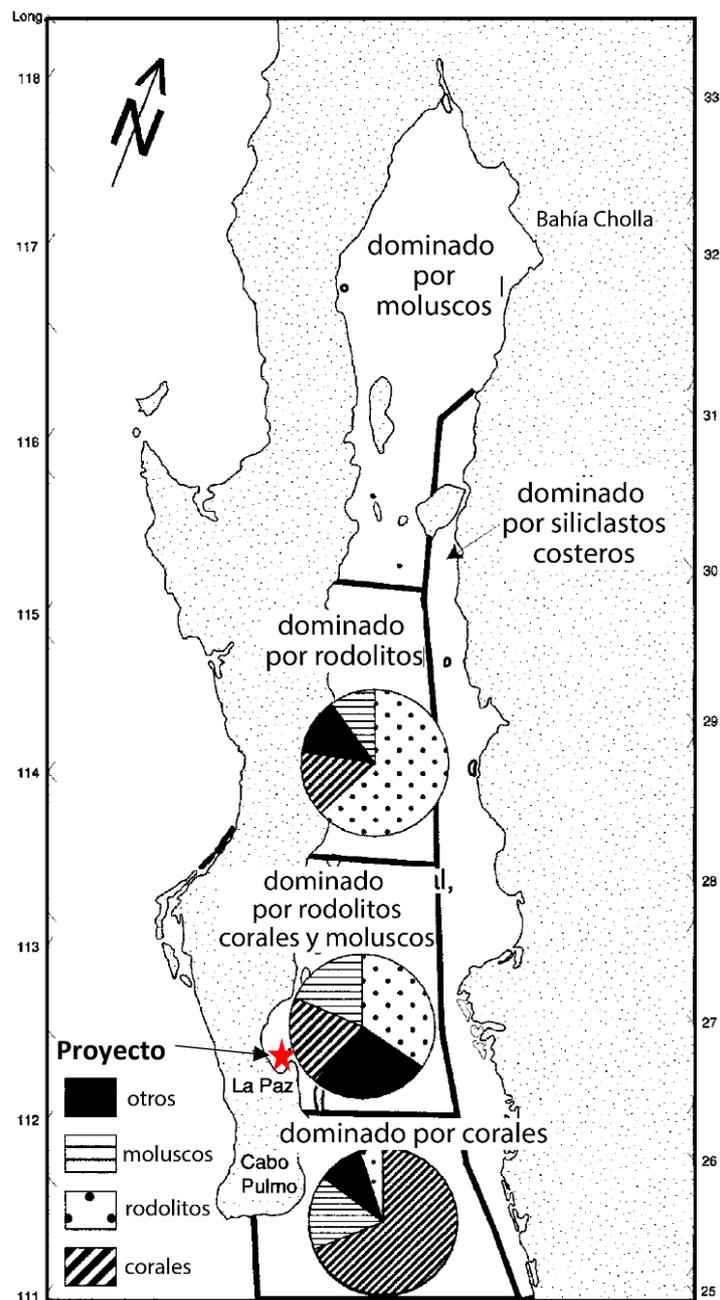


Figura IV. 34. Subdivisión de ambientes someros carbonatados en el Golfo de California, propuesta por Halfar *et al.* (2000). Tomado de Halfar *et al.* (2000).

## Sedimentos en el área del proyecto

### Metodología

Como se muestra en la siguiente figura, se delimitó un polígono de 4 ha, para ello se empleó una ecosonda Lowrance Elite-5HDI (ver siguiente figura) y se elaboraron mapas para representar la rugosidad del fondo y detallar las características de sedimentos.

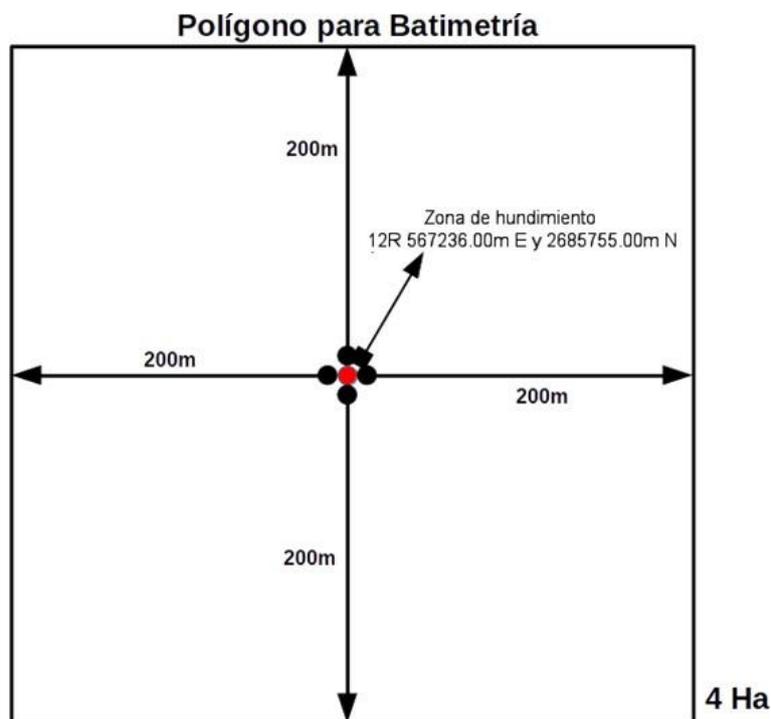


Figura IV. 35. Polígono para representar las características del fondo



Figura IV. 36. Ecosonda Lowrance Elite-5HDI de alta resolución.

En el área del proyecto se realizó un levantamiento de video y fotografía submarina, con ello se pudo determinar que las características del sedimento a lo largo y ancho del polígono de estudio fue similar, y está compuesto de **arenas finas carbonatadas, no existen rocas** de ningún tamaño

en la zona, **ni** vegetación marina, lo que permite deducir, que es un **ambiente estrictamente arenoso**. Se tomaron evidencias en fotografía y video, algunas de estas fotos se muestran a continuación.

### **Sección Oeste**

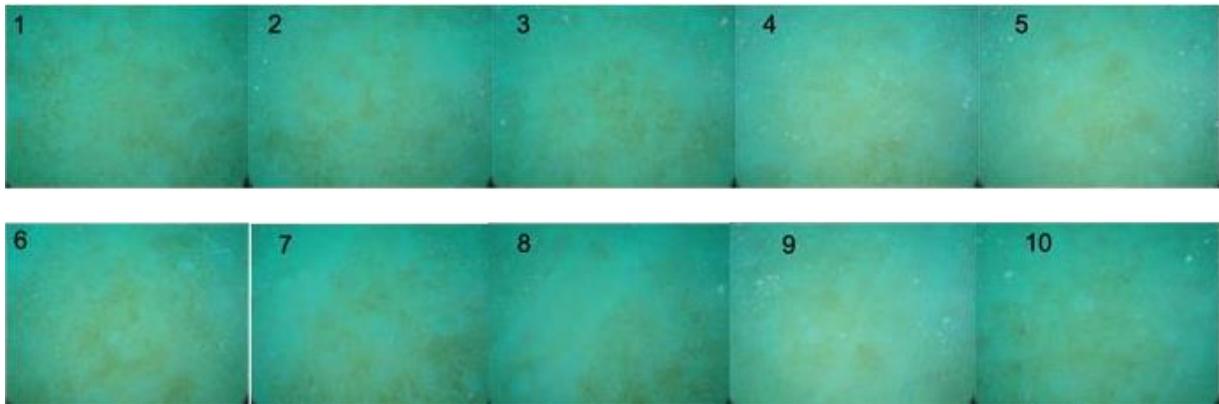


Figura IV. 37. Transecto Oeste, 10 imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup>

### **Sección Sur**

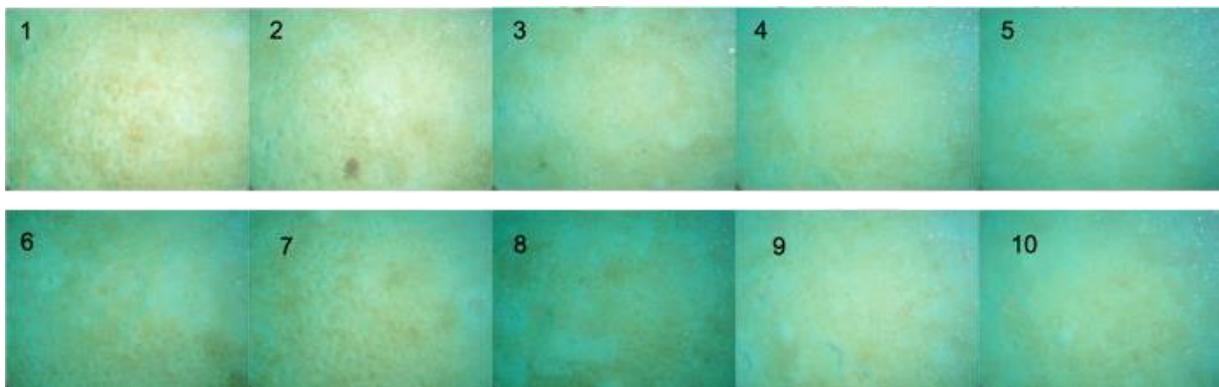


Figura IV. 38. Transecto Sur, 10 imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup>

### **Sección Norte**

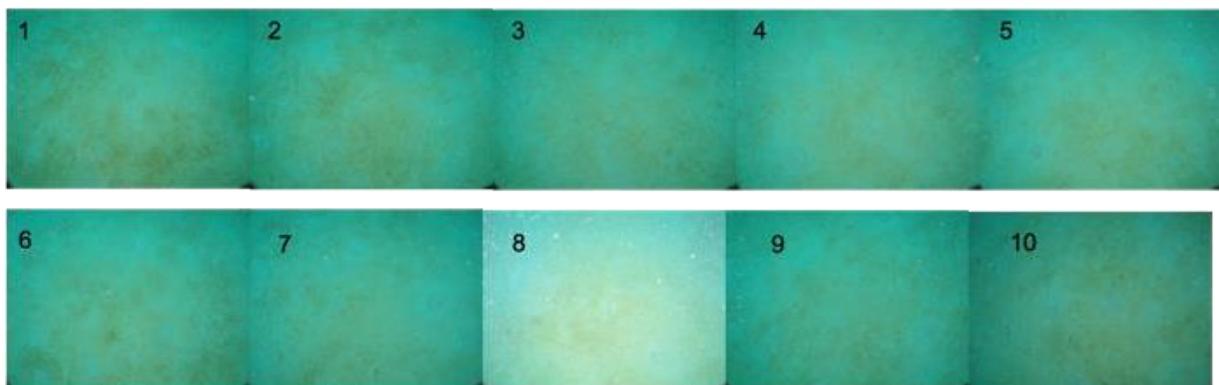


Figura IV. 39. Transecto Norte, 10 imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup>

## Sección Este

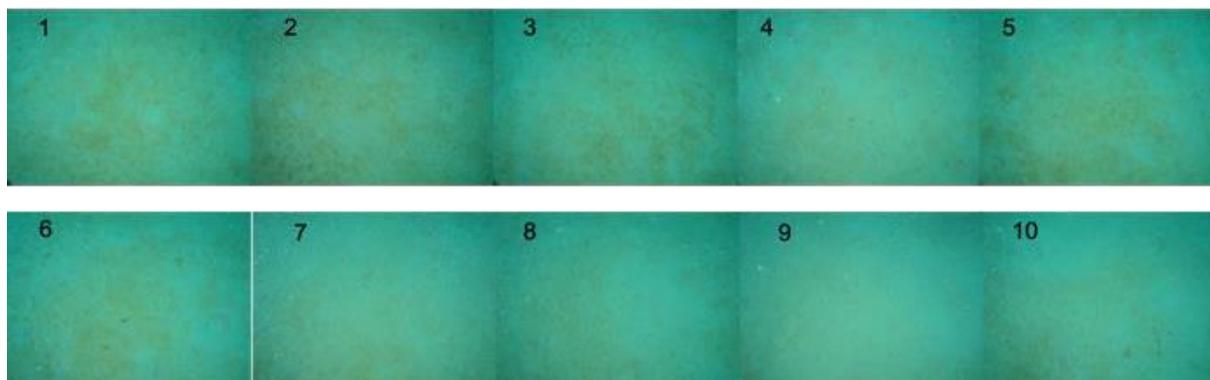


Figura IV. 40. Transecto Este, 10 imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup>

Finalmente, se tiene del apartado de hidrodinámica marina que **las corrientes marinas y el transporte de sedimentos no se verá interrumpida por el hundimiento** del buque, ya que la estructura se sumergirá en mar abierto a una distancia de 240 m de la línea de costa diseñada para permitir la libre circulación de corrientes y sedimentos.

### IV.3.4.4 Calidad del agua marina

#### Caracterización fisicoquímica en la Bahía de La Paz

##### ✚ Temperatura

Los perfiles acumulados de temperatura en periodo de 10 años en Bahía de La Paz, y zona oceánica adyacente, muestran marcada variación de éste parámetro. Sin embargo, en la época de primavera, se presenta un gradiente térmico vertical de 0.16 °C m<sup>-1</sup> en los primeros 50 m. En cambio, en verano, la temperatura superficial promedio es de 24.6 °C, con gradiente térmico vertical de 0.12 °C m<sup>-1</sup>. En otoño, la temperatura superficial es de 28.5 °C con gradiente térmico promedio de 0,18 °C m<sup>-1</sup>. La época de invierno muestra temperatura superficial media de 19.5 °C.

##### ✚ Salinidad

La Bahía de La Paz, es un sistema barotrópico, los perfiles de temperatura y salinidad presentan poca variación, por lo que son muy parecidos en toda la bahía; las isobatas e isopicnas son paralelas y la columna de agua se mantiene estable (Torrez-Alfaro, 2010). En la Bahía de La Paz, la salinidad varía dependiendo de la estación del año. En primavera se presentan diferencias principalmente en

los primeros 100 m con una haloclina bien definida desde la superficie hasta 100 m, con un gradiente de 0,01 ups/m en los primeros 50 m.

En la capa superficial (-50 m) se pueden presentar tres masas de agua: aguas del Golfo de California, agua Superficial Ecuatorial y agua Subsuperficial Subtropical, mientras que a mayores profundidades se encuentran agua Subsuperficial (Obeso-Nieblas et al., 2008).

En verano la salinidad varía entre 35 y 35,7 ups. La vertical haloclina varía en la capa superficial de 150 m. En los primeros 50 m se presenta un gradiente de 0,006 ups/m. Entre los 150 y 200 m se encuentra principalmente la masa de agua del Golfo de California y en menor proporción distribuida en la bahía agua Superficial Ecuatorial y agua Subsuperficial Subtropical (Obeso-Nieblas et al., 2008).

En otoño la salinidad superficial promedio es de 35.1 ups hasta los 35 m, y 35.6 ups hasta los 50 m. La haloclina entre los 50 y 100 m de profundidad tiene un gradiente de 0,0125 ups/m. A mayores profundidades, la salinidad disminuye gradualmente. Se encuentran masas de agua Superficial Ecuatorial hasta los 80 m, aguas del Golfo de California hasta los 110 m y a mayor profundidad aguas Subsuperficiales Subtropicales (Obeso-Nieblas et al., 2008).

En invierno se pueden presentar una capa mezcla de 55 m y una haloclina escarpada con un gradiente de 0,009 ups/m. Con salinidades entre los 35 a 35.5 ups, la cual disminuye a mayor profundidad. Igualmente, se pueden presentar tres masas de agua: aguas del Golfo de California, agua Superficial Ecuatorial y agua Subsuperficial Subtropical mientras que a mayores profundidades se encuentran agua Subsuperficial Subtropical (Obeso-Nieblas et al., 2008).

### **Oxígeno disuelto**

La concentración de oxígeno disuelto en La Bahía de La Paz desciende rápidamente por debajo de los 50 m de profundidad con concentraciones <1 ml/l por 100 m y <0.5 ml/l por 300 m (Silverberg et al., 2014). Esto refleja la conexión libre a través de los 275 m de profundidad en el norte de la bahía con el agua sub-superficial pobre en oxígeno adyacente en el sur del Golfo de California (Alvarez-Borrego and Lara-Lara, 1991; Seibel, 2011). En la ensenada de La Paz, el oxígeno disuelto varía a lo largo de toda la primavera con concentraciones de 3.56 a 6.92 ml/l con un promedio de

5.27 ml/l. En cambio, en verano el agua es menos oxigenada con concentraciones de 2.92 a 5.7 ml/l con promedio de 3.8 ml/l.

### Nutrientes

El Golfo de California presenta una alta disponibilidad de nutrientes debido a la surgencia por viento (eólica), mezcla de marea y circulación termohalina, los cuales se presentan principalmente al norte y en la parte media del golfo (CONABIO-CONANP-TNCPRONATURA, 2007).

La Bahía de La Paz presenta dos periodos durante el año: uno de baja concentración de clorofila (junio a noviembre) y otro de alta concentración (diciembre a mayo) (Coria-Monter et al. 2014).

De acuerdo con Guevara-Guillen et al. (2018), los valores de clorofila (Cl -a) para la Bahía de La Paz en el periodo de 10 años (2000-2009) mostró un promedio anual de 0.76 mg m<sup>-3</sup>. Sin embargo, durante la temporada de invierno que comprende de diciembre - marzo, se observaron valores altos (0.78 - 1.28 mg m<sup>-3</sup>) y los valores más altos se registraron en los meses enero y febrero (1.24 - 1.28 mg m<sup>-3</sup>). En cambio, de abril a noviembre (verano - transición), excepto en junio, se observaron valores de baja concentración de Clorofila y los meses de septiembre y octubre (0.34 - 0.33 mg m<sup>-3</sup>) fueron los meses menos productivos (ver la siguiente figura).

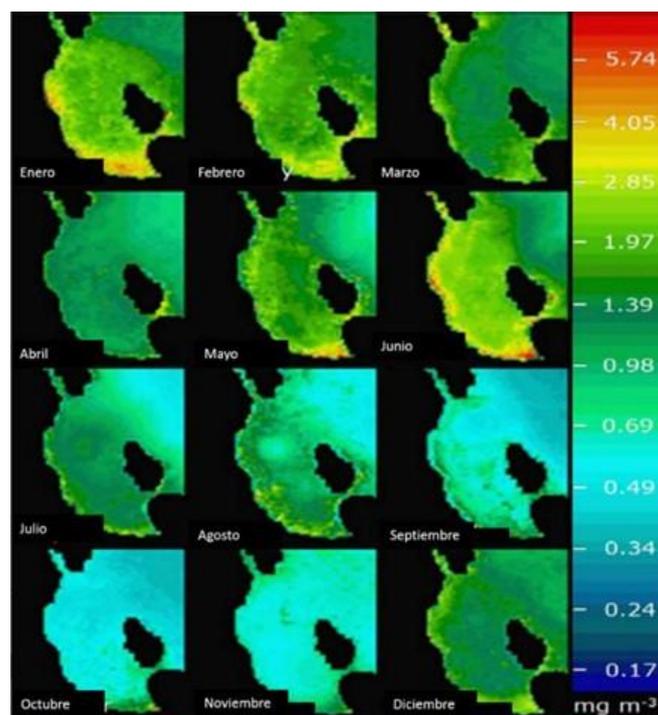


Figura IV. 41. Distribución anual de Clorofila a.  
Fuente: Tomado de Guevara-Guillén (2018).

A lo largo de la Ensenada de La Paz se observan concentraciones variables de amonio, nitritos, nitratos y fosforo. Durante la primavera, la concentración promedio de amonio en superficie es de 1.38  $\mu\text{mol/l}$  y en fondo es de 1.9  $\mu\text{mol/l}$ , siendo menor en verano con concentraciones de 1.01  $\mu\text{mol/l}$  en superficie y 0.81  $\mu\text{mol/l}$  en fondo. Los nitritos no presentan variación en la concentración promedio en superficie o fondo, con valores en primavera de 0.12  $\mu\text{mol/l}$  y en verano de 0.11  $\mu\text{mol/l}$ . Los nitratos varían poco en la columna de agua, presentando en primavera una concentración promedio en superficie de 0.44  $\mu\text{mol/l}$  y en fondo de 0.42  $\mu\text{mol/l}$ , siendo igual en verano con 0.30  $\mu\text{mol/l}$  en superficie y fondo. Los fosfatos presentan una concentración superficial promedio de 1.75  $\mu\text{mol/l}$  y 1.81  $\mu\text{mol/l}$  en fondo durante la primavera y 1.31  $\mu\text{mol/l}$  en superficie y 1.33  $\mu\text{mol/l}$  en fondo durante el verano (Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez, 1988).

#### **IV.3.4.5 Principales problemas de contaminación al agua marina de la Bahía de La Paz**

Las principales fuentes de contaminación de la Bahía de La Paz son los desechos urbanos sólidos y químicos. López-López (2013) llevó a cabo un estudio del impacto antropogénico en los humedales de la Bahía de La Paz y describió diferentes grados de afectación por contaminación en distintos sitios de la bahía (ver la siguiente tabla). Si bien dentro del SA no existen humedales, el trabajo realizado por López-López (2013) sirve de referencia para conocer la calidad del agua en los sitios próximos al SA.

*Tabla IV. 1 Criterios considerados para evaluar el grado de afectación de los humedales de la Bahía de La Paz por López-López (2013).*

Grado de Afectación				
Criterio	Alto	Medio	Bajo	Nulo
<i>Residuos sólidos urbanos (basura)</i> Evaluación de la presencia de basura en el humedal incluyendo alrededores.	Presencia de basura en >70% de la superficie del humedal.	Presencia de basura en >30-70% de la superficie del humedal.	Presencia de basura en >5-30% de la superficie del humedal.	Presencia de basura en hasta un 5% de la superficie del humedal.
Contaminación química Presencia de material tóxico que pueda llegar a contaminar el humedal, cuerpos de agua y sedimentos.	Abundantes manchas de aceite, otros materiales tóxicos y sus envases. Contaminación química muy alta.	Poco material tóxico. Contaminación notable.	Escaso material tóxico. La contaminación del humedal es poca.	No se observa contaminación en el humedal.

En la siguiente figura se muestra los sitios analizados por López López (2013). Los sitios más cercanos al SA son los puntos 14 (El Merito) y 15 (Playa Pichilingue).



Figura IV. 42. Sitios estudiados por López-López (2013) la Bahía de La Paz. Modificado de Google Earth.

En la siguiente tabla se muestra el grado de afectación de los sitios analizados por López López (2013).

Tabla IV. 2 Grados de afectación por contaminación en diferentes sitios de la Bahía de La Paz, resultados tomados de López-López (2013).

Sitio	Grado de afectación	
	Residuos sólidos	Contaminación química
Balandra	Medio	Bajo
<b>El Merito</b>	<b>Nulo</b>	<b>Nulo</b>
<b>Playa Pichilingue</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Unidad Pichilingue	Bajo	Nulo
Bahía Falsa	Bajo	Bajo
El Tesoro	Medio	Bajo
Estero Puerto Gato	Bajo	Nulo
Eréndira	Alto	Bajo
Enfermería Norte	Alto	Nulo
Enfermería	Medio	Bajo
Palmira	Medio	Nulo

Sitio	Grado de afectación	
	Residuos sólidos	Contaminación química
El Conchalito	Alto	Bajo
Hotel Crown Plaza	Medio	Nulo
Cola de la Ballena	Medio	Nulo
Chametla-Centenario	Medio	Nulo
El Comitán	Bajo	Nulo
La Ardilla	Bajo	Nulo
Estero Zacatecas	Bajo	Nulo
El Mogote	Medio	Nulo

De la tabla anterior, se identificó que la principal afectación por contaminación se encontró en los sitios Eréndira, Enfermería Norte y El Conchalito (fuera del SA). En el caso de El Merito (14) el grado de afectación por residuos sólidos y por contaminación química es nulo; y para Playa Pichilingue(15), la afectación por residuos sólidos es Medio y por contaminación química es Bajo.

#### IV.3.4.6 Calidad del agua en el sitio del proyecto

##### Metodología

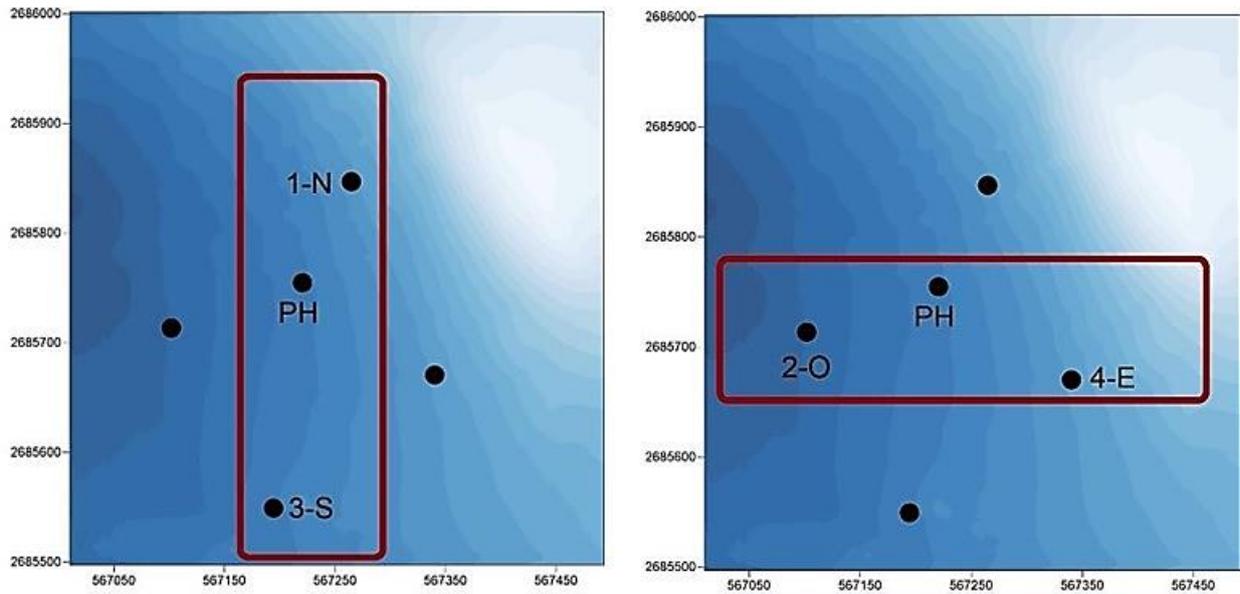
Se utilizó un sistema de CTD portátil modelo CastAway – CTD™ © 2010, YSI, Inc., el cual registra los datos in situ de presión, conductividad y temperatura, a partir de los cuales provee la salinidad, dispersión del sonido y la densidad del agua de mar y los registra georreferenciados en la memoria interna de la unidad (ver la siguiente figura).



Figura IV. 43. Perfilador de la conductividad, temperatura y profundidad (CTD) marca CastAway – CTD™ © 2010, YSI, Inc. utilizado durante la campaña.

Al llegar a cada estación se encendió el CTD siguiendo el instructivo de CastAway – CTD™ “quick start guide: collecting data” y se sumergió en el agua (~0.5 m) durante 10 segundos para estabilizar las lecturas de los parámetros. Posteriormente se sumergió a una velocidad constante (~1m x segundo) hasta llegar al fondo o hasta los 100 m de profundidad, dada la longitud del cabo del CTD, y se procuró subir a la misma velocidad. Al CTD se le agregó un plomo de 4 libras (lb) para facilitar el descenso y ascenso de manera vertical.

Para cada uno de los puntos de muestreo se presentan los perfiles verticales de temperatura, salinidad y sigma- $\theta$  entre la superficie y 24 m de profundidad (ver la siguiente figura). Para fines prácticos, la estructura termohalina de la zona de estudio fue homogénea; no obstante, se procedió a elaborar dos perfiles de las secciones Norte-Sur y Oeste-Este.



**PH:** Punto de hundimiento.

*Figura IV. 44. Secciones del muestreo de calidad del agua, N-S y O-E.*

Es notorio que en el momento del muestreo hubo una diferencia (muy pequeña) entre un sitio y el otro, dado que se nota un núcleo salino que separa los puntos extremos de muestreo, haciendo una separación entre Norte-Sur y Oeste-Este.

En las siguientes figuras se muestran las secciones de temperatura, salinidad y densidad ( $\sigma_t$ ) del agua de mar, siendo notorio el parecido entre ellas, lo que nos dice de un agua cuasi-mezclada.

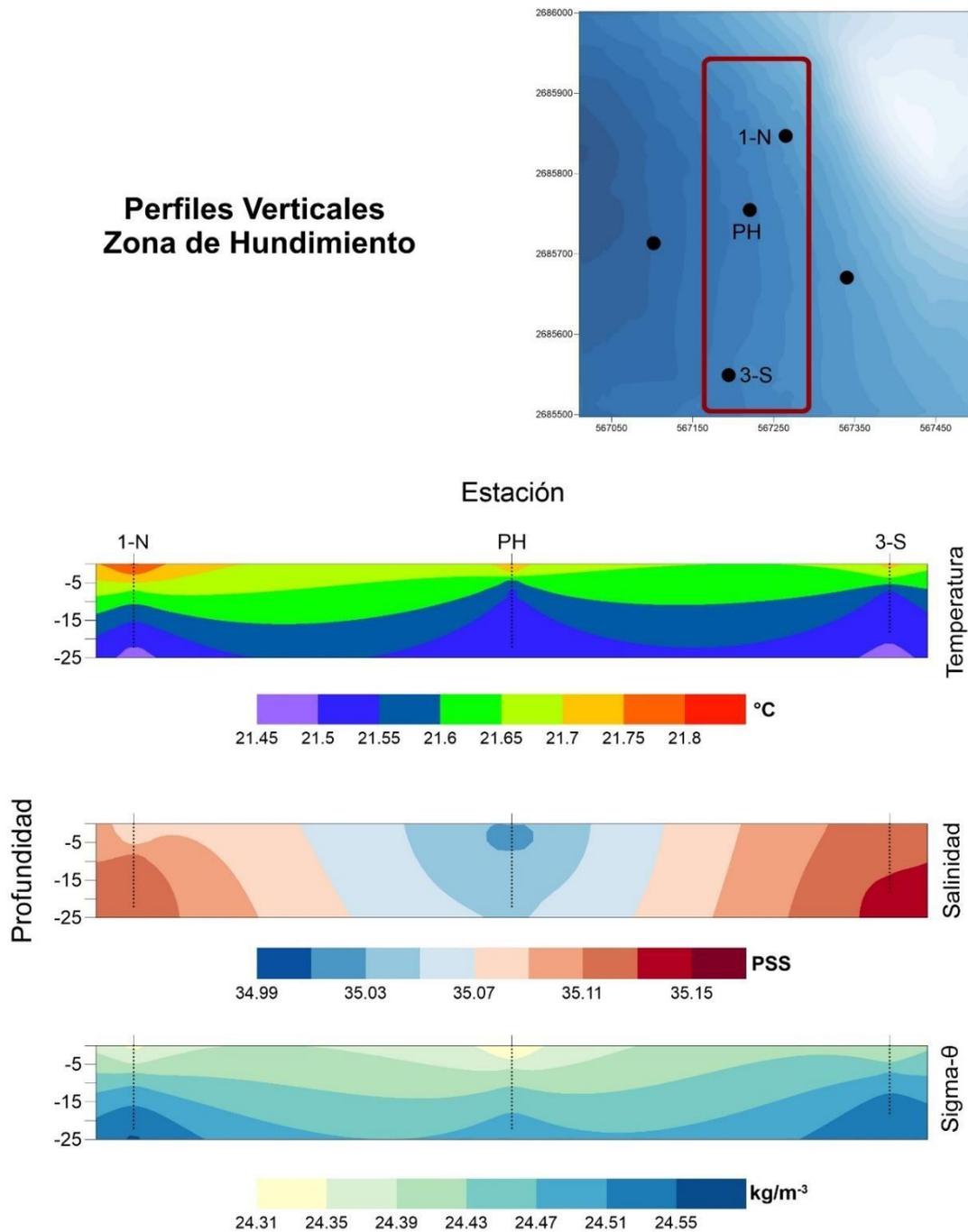
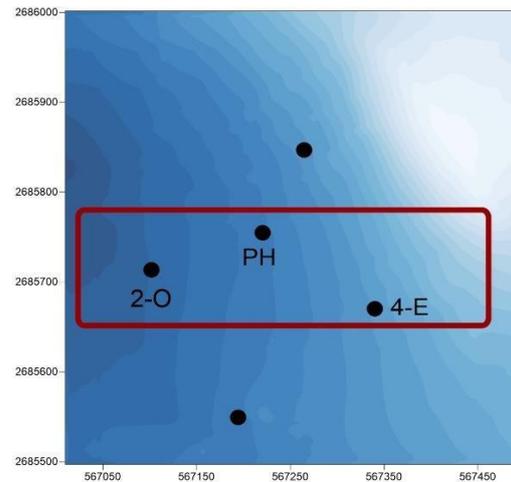


Figura IV. 45. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y sigma- $\theta$  de norte a sur. 1-N=Norte, PH= Posición de hundimiento, 3-S=Sur; trayectoria del lance en cada estación  
 Fuente: Retomado del Estudio de caracterización marina de flora y fauna en Punta Pichilingue, La Paz, BCS.

**Perfiles Verticales  
 Zona de Hundimiento**



**Estación**

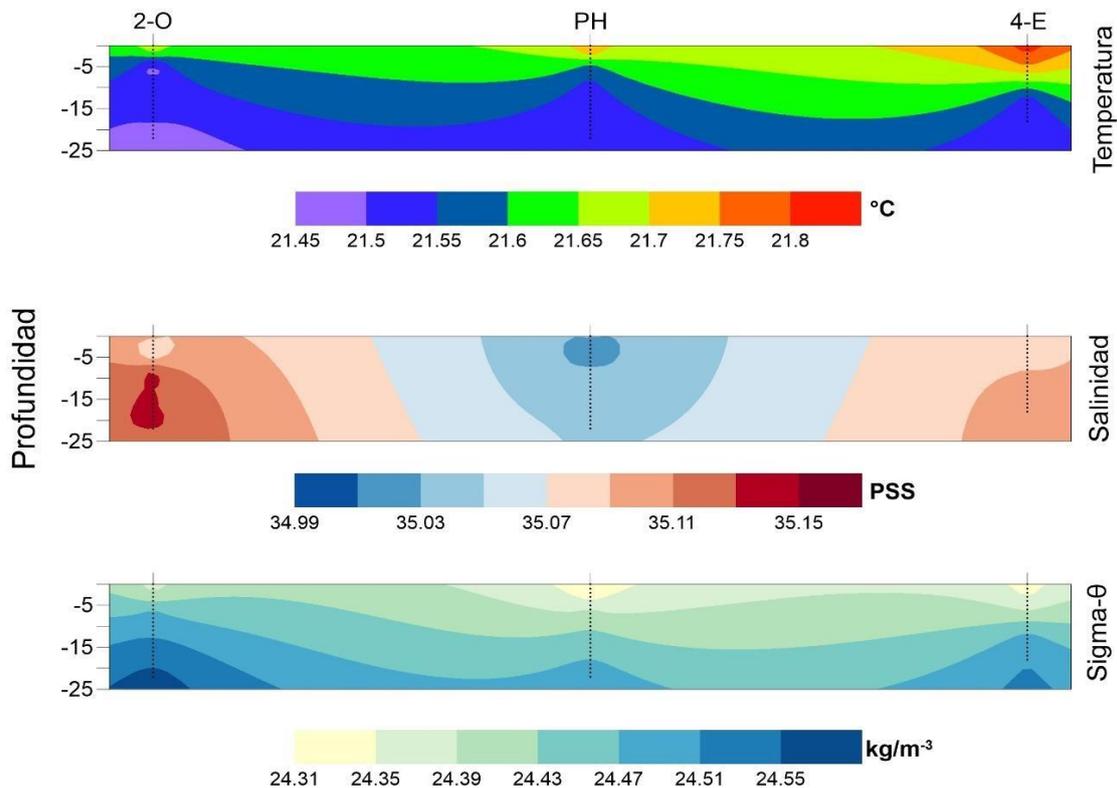


Figura IV. 46. Perfiles verticales de temperatura, salinidad y sigma-θ de Oeste a Este. 2-O=Oeste, PH= Posición de hundimiento, 4-E=Este; † trayectoria del lance en cada estación.

Fuente: Retomado del Estudio de caracterización marina de flora y fauna en Punta Pichilingue, La Paz, BCS.

En conclusión, de acuerdo al estudio elaborado para el proyecto, no hubo diferencias significativas en el área del proyecto en temperatura, salinidad y densidad. Los valores obtenidos de temperatura y salinidad corresponden con los valores reportados anteriormente para la Bahía de La Paz, BCS.

## IV.4 Medio biótico

Como fue evidenciado en el apartado previo, el SA del proyecto es marino, situación por la cual la descripción es bajo este entorno ya que el proyecto no contempla contacto directo con los ecosistemas terrestres continentales e insulares, ni con el intermareal (interfase tierra-mar).

Por otro lado, el proyecto conlleva una actividad muy simple donde es muy reducida la posibilidad de interacción con los diferentes componentes o procesos del entorno en el que se va a ejecutar, ya que no se tendrá la transformación de algún material, ni se generarán residuos sólidos, líquidos o gaseosos, y el material que constituye el barco que se hundirá se puede considerar, desde el punto de vista químico, como inerte, ya que la eventual oxidación sería muy lenta (tardará cientos de años en desaparecer), y los productos (principalmente óxido de hierro) no son tóxicos.

El SA y área del proyecto están dentro de la Bahía de La Paz que, a su vez, está dentro del Golfo de California. Dicha Bahía se encuentra bien estudiada y con amplio acervo bibliográfico y de bases de datos, que permitió la descripción del área, y que en particular se **corroboró** lo reportado por medio de **muestreos en campo** para el área del proyecto. Se tomó como referencia la Bahía de La Paz debido a que no existen límites físicos entre ella y el SA.

### IV.4.1 Áreas de importancia para la biodiversidad

Las áreas de importancia para la biodiversidad, son aquellas cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Dado lo anterior, se realizó una revisión de dichas regiones para contar con un panorama de referencia integral, haciendo énfasis en sus puntos importantes de conservación y problemáticas que presenta cada una, de forma tal que nos permita conocer si el proyecto incidirá en alguna de ellas y podría abonar a las problemáticas de estas regiones, lo cual se muestra y describe en los siguientes apartados.

#### IV.4.1.1 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Como se aprecia en la siguiente figura, la zona donde se propone emplazar el proyecto se ubica dentro de la Región Marina Prioritaria "Complejo Insular de Baja California Sur", cuya superficie es de 1,151,900 ha, en la que el SA incidirá en solo 0.068% (780.300 ha), mientras que el proyecto en **menos del 0.0001%** (0.03 ha).

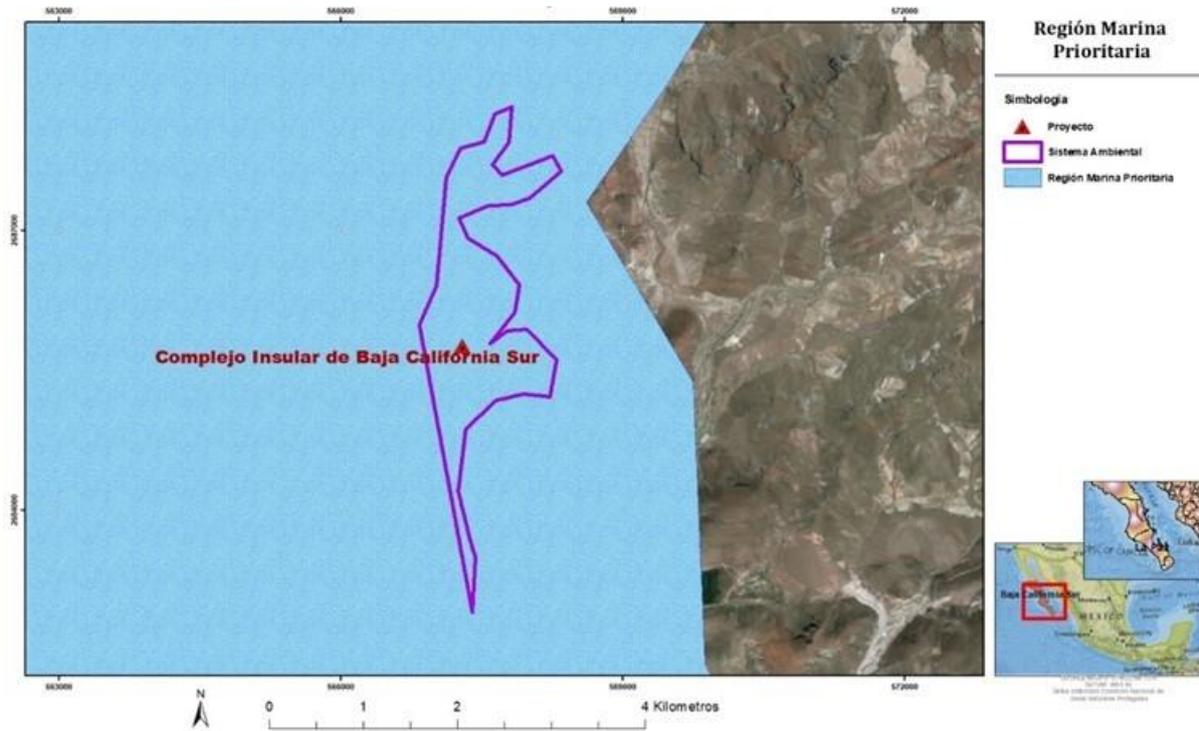


Figura IV. 47 Región Marina Prioritaria en la que inciden el SA y el área del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO

Esta región comprende acantilados, playas, marismas, dunas costeras, lagunas, costas, bahías, arrecifes, zona oceánica e islas, donde La Bahía de La Paz representa el cuerpo de agua más grande dentro de la fisiografía del Golfo de California con diversidad de peces, mamíferos, aves marinas e invertebrados, así como gran heterogeneidad de hábitats. En cuanto a aspectos económicos, se encuentran especies de valor comercial como es el caso de *Panulirus spp.*, y algunas especies de pulpos y almejas, además se realiza ecoturismo y turismo de baja densidad.

En la Bahía de La Paz se encuentra el asentamiento más grande del estado, con actividades importantes de turismo, pesca artesanal y semiindustrial, por lo que la problemática de la RMP radica en la contaminación por aguas residuales y desechos, existiendo daño al ambiente por embarcaciones (transporte de pasajeros), introducción de especies exóticas y extracción ilegal de especies endémicas insulares de flora y fauna por turismo no regulado, encontrándose contaminación por desechos urbanos e impactos diversos derivados del turismo.

Dado que el proyecto tiene como objetivo la creación de un arrecife artificial mediante el hundimiento de un barco, actividad puntual y de corta duración en espacio y tiempo, no abonará a la problemática de la RMP, sino que al contrario, su desarrollo promoverá la proliferación de

especies nativas presentes en la zona, motivando el desarrollo de las etapas que componen la sucesión primaria, propiciando la creación de hábitats que permitan el refugio de diversos individuos habitantes del SA.

#### IV.4.1.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Como se puede observar en la siguiente figura, el SA se encuentra en parte del AICA denominada "Ensenada de La Paz". Dicha AICA cuenta con una superficie de 14,148.483 ha, de la cual el SA solo incide en 0.46% (64.522 ha), mientras que el proyecto no tendrá incidencia en alguna AICA.

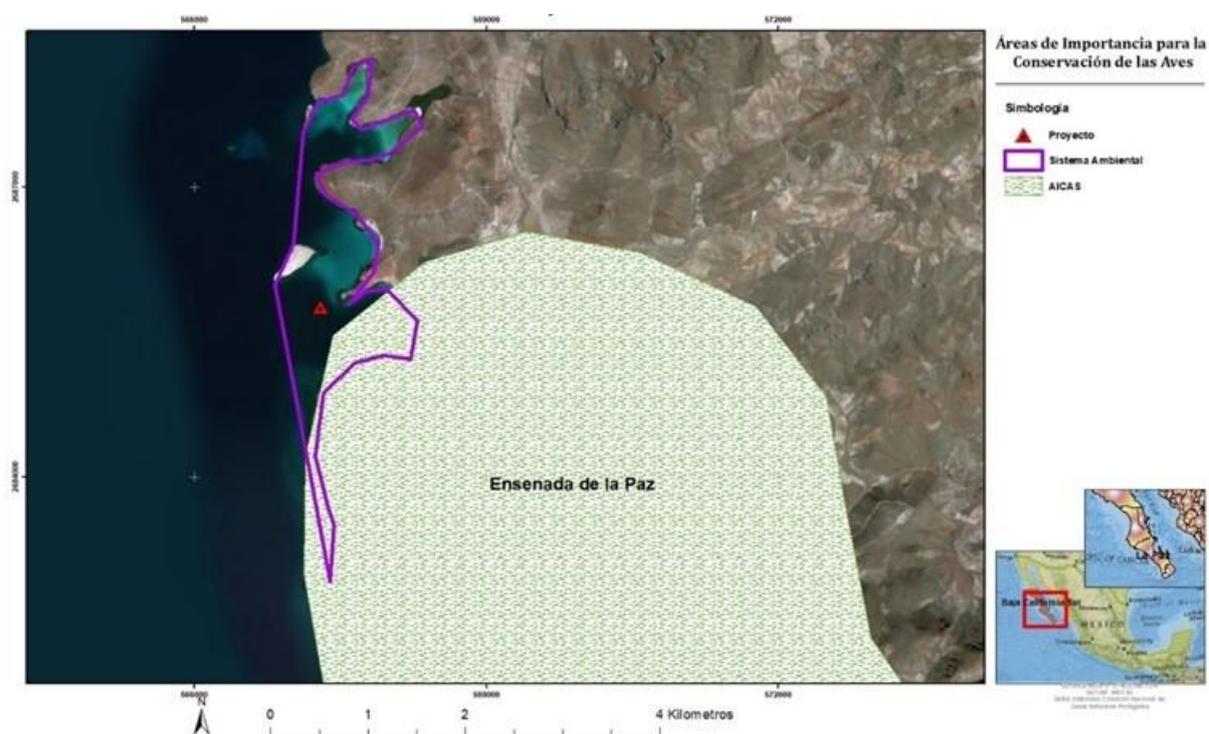


Figura IV. 48 Área de Importancia para la conservación de las Aves en la que incide el SA.  
Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO

La importancia de esta AICA radica en la presencia de una planicie de inundación que un gran número de aves playeras usan como zona de hibernación y estación de paso. En este aspecto, el proyecto no se encuentra dentro de planicies de inundación, sino que estará desarrollándose totalmente en la zona marina, sin tener inferencia en áreas terrestres emergidas, además de que la creación del arrecife artificial estará propiciando el aumento de individuos de fauna como peces y moluscos que pueden servir de alimento a las aves que habitan y frecuentan esta región.

#### IV.4.1.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Como se puede apreciar en la siguiente figura, no hay incidencia del SA ni del área del proyecto en ninguna Región Hidrológica Prioritaria, situándose la más cercana, "Sierra del Novillo La Paz", a 8.90 km.

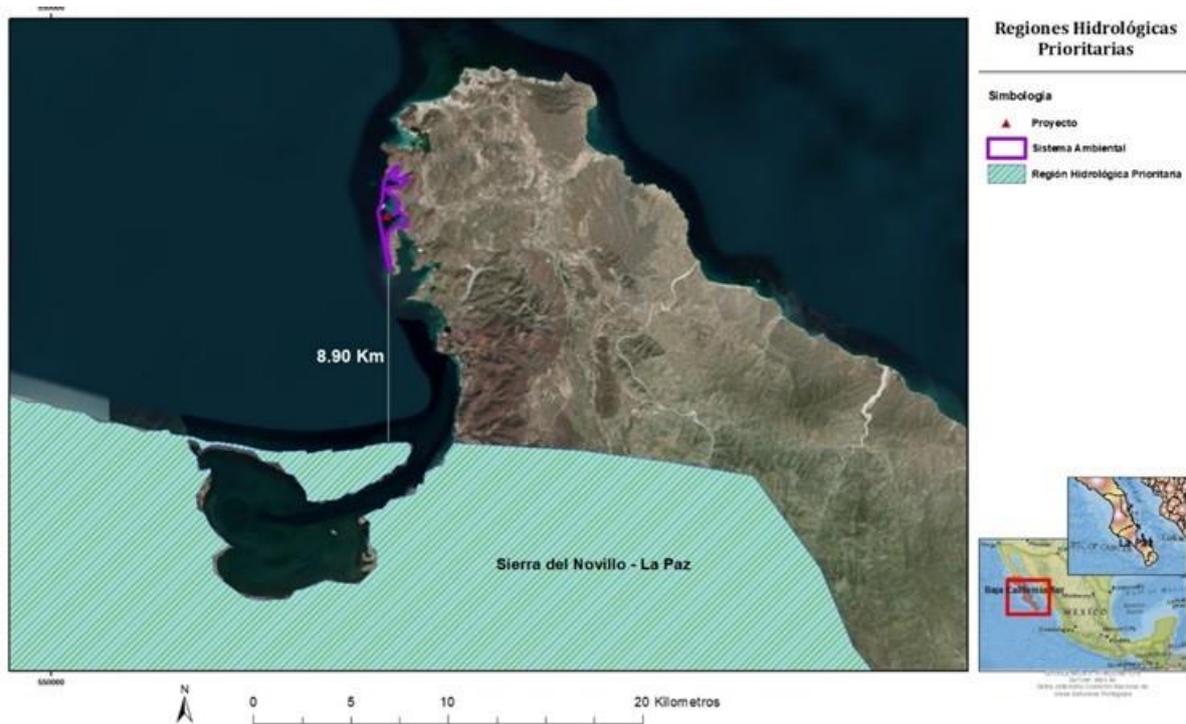


Figura IV. 49 Región Hidrológica Prioritaria más cercana al SA y al área del proyecto.  
Fuente; Elaboración Propia con datos de CONABIO.

#### IV.4.1.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Dado que el proyecto y el SA se extienden por completo en el área marina, no incidirán en ninguna RTP.

Como se puede observar en la siguiente imagen, las más cercanas se encuentran a 53 km (RTP Sierra El Mechudo) y a 68 km (RTP Sierra de la Laguna).

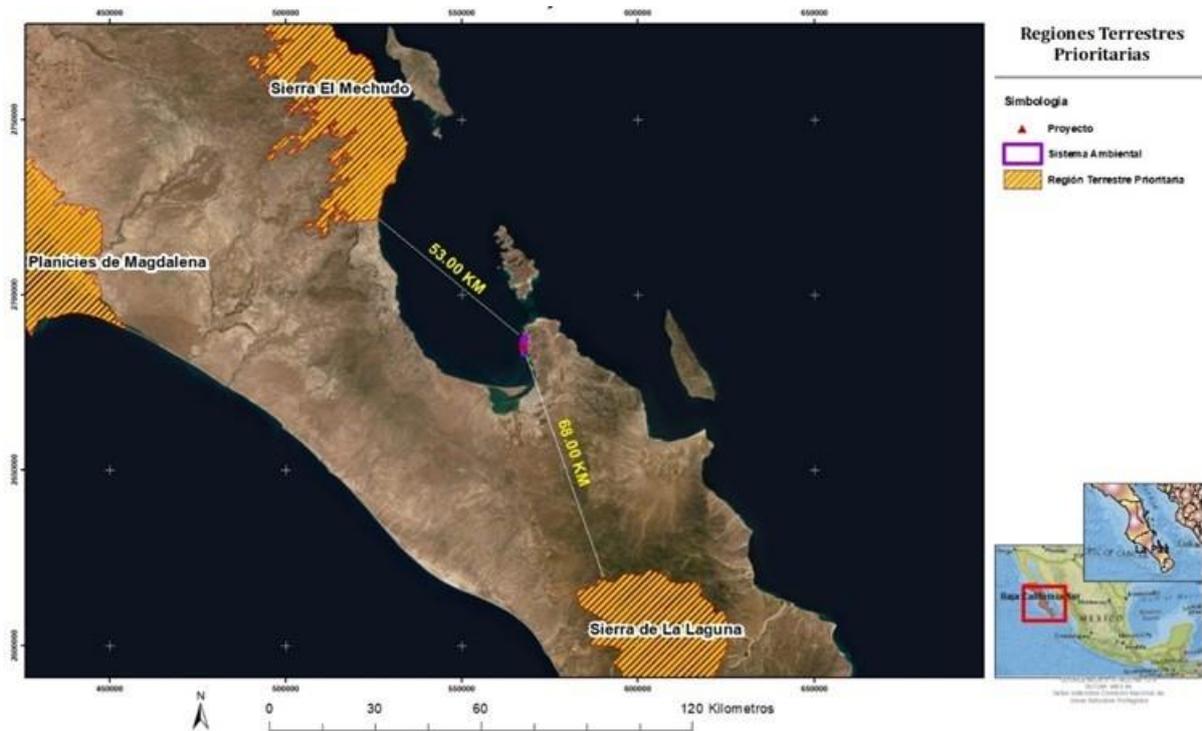


Figura IV. 50 Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al SA y al área del proyecto.  
Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO

Una vez expuesto lo anterior, se describirán los componentes bióticos en términos de flora y fauna, poniendo atención en las especies dentro de la NOM-059-SMARNAT-2010 y especies endémicas. La caracterización consideró la bibliografía disponible, bases de datos como GBIF y CONABIO, principalmente para obtener los registros de especies que se han encontrado de forma concreta en el SA, así como una caracterización realizada en campo específicamente para el área del proyecto.

#### IV.4.2 Sistema Ambiental

El proyecto y el SA están dentro de la Bahía de La Paz (BLP), con lo cual no existe un límite físico entre el SA y el resto de la Bahía. En la zona de la BLP se han llevado a cabo un número considerable de estudios de flora y fauna marina, siendo un área de referencia que permite realizar una adecuada caracterización del SA utilizando información bibliográfica disponible.

En la Bahía de La Paz se encuentran zonas con importante biodiversidad, lo cual se refleja en la creación de las Áreas Naturales Protegidas APFF Balandra y el PN Archipiélago del Espíritu Santo, las cuales se encuentran cercanas al SA y representan las áreas mejor conservadas de la Bahía.

En términos generales, la Bahía de La Paz, que es una adecuada área de referencia, presenta alta riqueza específica con especies pertenecientes a distintos grupos taxonómicos, destacando los peces, moluscos, macroalgas, equinodermos, crustáceos, entre otros. En la BLP se explotan varios recursos pesqueros, destacando las capturas de peces (pargos, cabrillas y jureles), almejas (almeja chocolate y almeja roja) y tiburones (tiburón piloto y martillos), entre otros.

A continuación, se presenta la descripción de las condiciones bióticas existentes en la Bahía.

#### **IV.4.2.1 Fitoplancton**

La bibliografía reporta que la densidad fitoplanctónica en el sur de la BLP muestra valores altos entre noviembre y abril y durante periodos templados, como cuando ocurre el fenómeno de La Niña. En general, el fitoplancton en la Bahía es muy diverso (más de 100 especies a la vez) y sus poblaciones fluctúan en relación con la temperatura del agua y el periodo de luz solar. En anexo se incluye el reporte bibliográfico de las especies más abundantes para la Bahía de La Paz.

#### **IV.4.2.2 Macrófitas**

Para la Bahía de La Paz se reporta la presencia de especies de ambientes típicamente templados (32%) y de ambientes tropicales (44%), en cuanto a especies endémicas tiene un porcentaje del 24%, siendo en los ambientes tropicales donde dominan las algas verdes y cafés. Se reportan 284 especies de macrófitas, de las cuales el 62% de las algas son rojas, 15% cafés y 23% verdes, y se indica que la mayor diversidad ocurre en primavera y la mínima en otoño. La mayor riqueza específica ocurre en invierno y primavera (80 especies), y menor en verano (40) y otoño (20). Cada año se presenta una gran acumulación de algas en playas del malecón costero de la Ciudad de La Paz, con predominio de especies del género *Ulva*. Estos florecimientos algales generan un impacto social negativo, ya que su descomposición por microorganismos causa olor desagradable y un aspecto poco armonioso con el paisaje, generando al municipio altos costos por la limpieza periódica de playas.

Las especies reportadas con mayor distribución y abundancia para la BLP, son *Sargassum sinicola*, *S. herporhizum*, *Spyridia filamentosa*, *Caulerpa sertularioides*, *Laurencia johnstonii*, *Enteromorpha clathrata* y varias especies del género *Ulva* (alga verde). Hay especies susceptibles de interés por ser posibles fuentes de antibióticos, por ejemplo, *Spyridia filamentosa*, *Laurencia*

*pacifica* y *Caulerpa sertularoides*. Las especies de *Sargassum* pueden usarse como fertilizante, complemento alimenticio para animales y se usa como fuente para la extracción de alginatos.

En el ANP APFF Balandra, en la cual si bien no se estará desarrollando el proyecto, una parte del SA incide en ésta ANP y se podrían reflejar los impactos positivos, cuenta con una alta biodiversidad y en ella se registran especies más oceánicas y neríticas que las registradas en el resto de la BLP. En esta ANP la densidad de diatomeas varía en las diferentes estaciones del año, siendo el verano la temporada con valores más altos. Las especies *Chaetoceros atlnticus*, *Chaetoceros brevis*, *Chaetoceros didymus*, *Chaetoceros pelagicus* y *Nitzschia delicatissima* son las diatomeas más abundantes a lo largo del año. En cuanto a macroalgas, se tiene el registro bibliográfico de 13 especies (siete son algas rojas, cinco algas verdes y un alga café), las más abundantes son *Caulerpa sertularioides* y *Spyridia filamentosa*.

Con respecto a los pastos marinos, solo se ha registrado dentro del ANP APFF Balandra, la presencia de la especie *Holodule wrightii* conformando una pradera marina, la cual es un sitio de crianza para peces e invertebrados. En comparación con otros hábitats adyacentes, estas praderas albergan usualmente una densidad y diversidad más altas, la cual puede variar según la presencia de diatomeas.

#### **IV.4.2.3 Zooplancton**

En la Bahía de La Paz, la comunidad de zooplancton muestra variaciones estacionales relacionadas con las que presenta el fitoplancton, siendo la biomasa alta durante el invierno, con un máximo en febrero, mientras que en verano la densidad zooplanctónica disminuye y llega al mínimo valor durante el otoño. Los copépodos, quetognatos y eufásidos son los principales componentes del zooplancton durante el ciclo anual, aunque en ciertos periodos y áreas son más abundantes los decápodos, anfípodos, cladóceros, sifonóforos, medusas, ctenóforos y larvas de peces. Las comunidades están dominadas por dos especies: *Sagitta enflata* y *S. eunerítica*, mientras que los eufásidos (generalmente llamados "krill") están representados por cuatro géneros y siete especies.

#### **IV.4.2.4 Fauna bentónica**

Los fondos blandos son el hábitat bentónico más extenso sobre la plataforma continental, pendientes y cuencas marinas. Estos se encuentran constituidos por sedimentos arenosos y fangosos, los cuales difieren en el tamaño de grano, proporcionando así distintos hábitats para

diferentes especies de organismos. El tipo de sedimento, incluyendo el tamaño de grano, porosidad, contenido orgánico y productos que han sido absorbidos, están estrechamente relacionados con la distribución de los organismos que constituyen las comunidades bentónicas.

En la BLP, se encuentran diversos tipos de sustratos y, por ende, fauna asociada. En las playas de tipo coralígeno (formadas de guijarros, arenas y restos calcáreos), arenosas, areno-fangosas y fangosas de las zonas intermareal e infralitoral, destaca la abundancia de los géneros infaunales (que habitan debajo del sustrato), como los bivalvos; *Cardita*, *Chione*, *Semele*, *Tagelus* y *Protothaca*, y se ha documentado una mayor abundancia de bivalvos que de gasterópodos.

En estos entornos se registran especies de moluscos de alto valor comercial, como la almeja chocolata roja (*Megapitaria aurantiaca*), almeja chocolata café (*Megapitaria squalida*), almeja mano de león (*Lyropecten subnodosus*), callo de hacha (*Pinna rugosa*), concha nácar (*Pteria sterna*) y madreperla (*Pinctada mazatlanica*).

Las esponjas son un grupo clave en los ecosistemas marinos debido a la sensibilidad que presentan frente a factores estresantes como la contaminación y la destrucción del hábitat. A su vez, es un grupo muy abundante y está bien representado en la zona intermareal del Golfo de California. La mayoría de las esponjas crecen, proliferan y forman incrustaciones en numerosos sustratos y en todas direcciones, puesto que su morfología y tamaño es resultado de una multitud de factores bióticos y abióticos.

Las esponjas se distribuyen preferentemente en las costas rocosas de la ensenada de La Paz; normalmente se encuentran adheridas a sustratos duros e inertes y en ocasiones como epibiontes sobre conchas de moluscos, caparazones de crustáceos decápodos, talos de algas y algunos corales.

Para la BLP se han registrado 14 especies de esponjas de los órdenes Haplosclerida (4), Poecilosclerida (3), Dictyoceratida (4), Verongida (2) y Clathrinida (1), aunque hay que indicar que en las bases de datos (Gbif y CONABIO), no se encontraron registros de esponjas para el SA.

Por otra parte, de los estudios existentes en cuanto a poliquetos para la zona de la BLP, destacan el registro de 22 especies; sin embargo, al buscar registros georeferenciados específicos para el SA en bases de datos como son Gbif y CONABIO, no se encontró algún reporte de especies de este grupo faunístico.

En cuanto a los cnidarios y ctenóforos para la Bahía de La Paz se encontraron en la bibliografía registros de 26 corales escleractineos, de los cuales 17 son Hermatípicos y nueve Azooxantelados; mientras que el único Ctenóforo que ha sido registrado para la BLP es *Pleurobranchia sp.*, que ha sido observado algunas veces en las playas arenosas de dicha Bahía.

En la tabla siguiente se muestran los registros cnidarios y ctenóforos que fueron encontrados en bases de datos con alguna referencia geográfica que se encuentran en el SA, es importante notar que ninguna de las especies se ubicó como endémica ni en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Tabla IV. 3 Especies de Cnidarios y Ctenoforos encontradas en bases de datos con referencias que se incluyen en el SA.*

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Anthozoa</b>	Actiniaria	Aiptasiidae	<i>Exaiptasia pallida</i>	Anémona pálida
<b>Hydrozoa</b>	Siphonophorae	Diphyidae	<i>Muggiaea atlántica</i>	
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Agariciidae	<i>Pavona clavus</i>	Coral duro
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Agariciidae	<i>Pavona gigantea</i>	Coral verdadero
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Pocilloporidae	<i>Pocillopora capitata</i>	Coral verdadero
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Pocilloporidae	<i>Pocillopora damicornis</i>	Coral coliflor
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Pocilloporidae	<i>Pocillopora meandrina</i>	Coral verdadero
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Pocilloporidae	<i>Pocillopora verrucosa</i>	Coral coliflor
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Poritidae	<i>Porites panamensis</i>	Coral verdadero
<b>Anthozoa</b>	Scleractinia	Psammocoridae	<i>Psammocora stellata</i>	Coral verdadero

## Arrecifes

Debido a la latitud en que se localiza el SA, el desarrollo de corales no alcanza gran nivel de crecimiento y complejidad estructural, aunque los ambientes arrecifales rocosos compuestos de parches coralinos, diversifican la estructura y complejidad del hábitat.

Los diferentes sustratos definen el tipo de fauna que se desarrolla en cada zona. De esta forma, la mayor parte de la línea de costa de la BLP y de los márgenes insulares del archipiélago Espíritu Santo presentan un sustrato rocoso, a excepción de la región interior de la BLP, donde se presentan sustratos arenosos y zonas de manglar. En las inmediaciones de la zona de hundimiento se encuentran algunas diferencias en el tipo de sustrato el cual es rocoso en Punta Diablo (24°17.750'

N, 110°20.148' W), sustrato arenoso rocoso en El Merito (24°18.089' N, 110°20.237' W), y sustrato arenoso a rocoso en Pichilingue (24°17.033' N, 110°20.026 W). En las siguientes figuras se muestra la frecuencia de aparición de los tipos de sustratos para algunas localidades en la Bahía de la Paz.

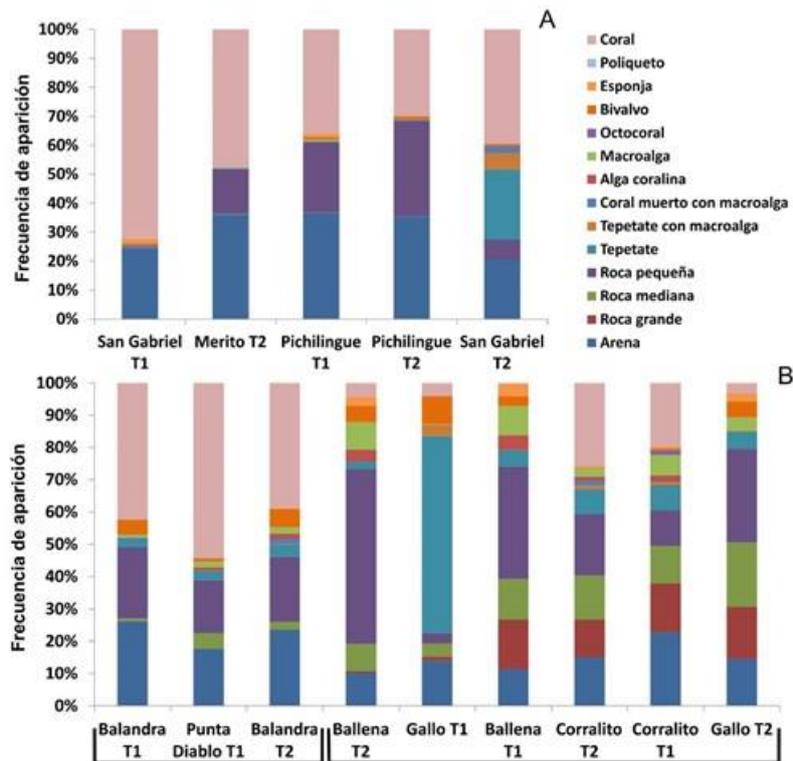


Figura IV. 51 Frecuencia de aparición de los tipos de sustratos para algunas localidades en la Bahía de La Paz. Fuente: Tizol-Rosado (2019).

La presencia de parches coralinos se ha descrito en la parte costera del Canal de San Lorenzo, al exterior de playa Las Brujas y en la parte externa de la Unidad Pichilingue. Particularmente, en los alrededores de la zona de hundimiento, entre los 10 a 13 m de profundidad, mientras que en los sitios de Punta Diablo se ubican entre 5-6 m de profundidad, en El Merito entre los 2-3 m y en playa Pichilingue entre 2-3 m.

Las principales especies de coral presentes en las inmediaciones de la zona de hundimiento son *Pavona gigantea*, *Pocillopora capitana*, *P. damicornis*, *P. effusa*, *P. elegans*, *P. inflata*, *P. meandrina*, *P. verrucosa*, *Porites panamensis*, *Psammocora contigua (obtusangula)* y *P. stellata*. Los parches de coral presentes en la BLP, particularmente en el SA y sus inmediaciones, se muestran en la figura siguiente.

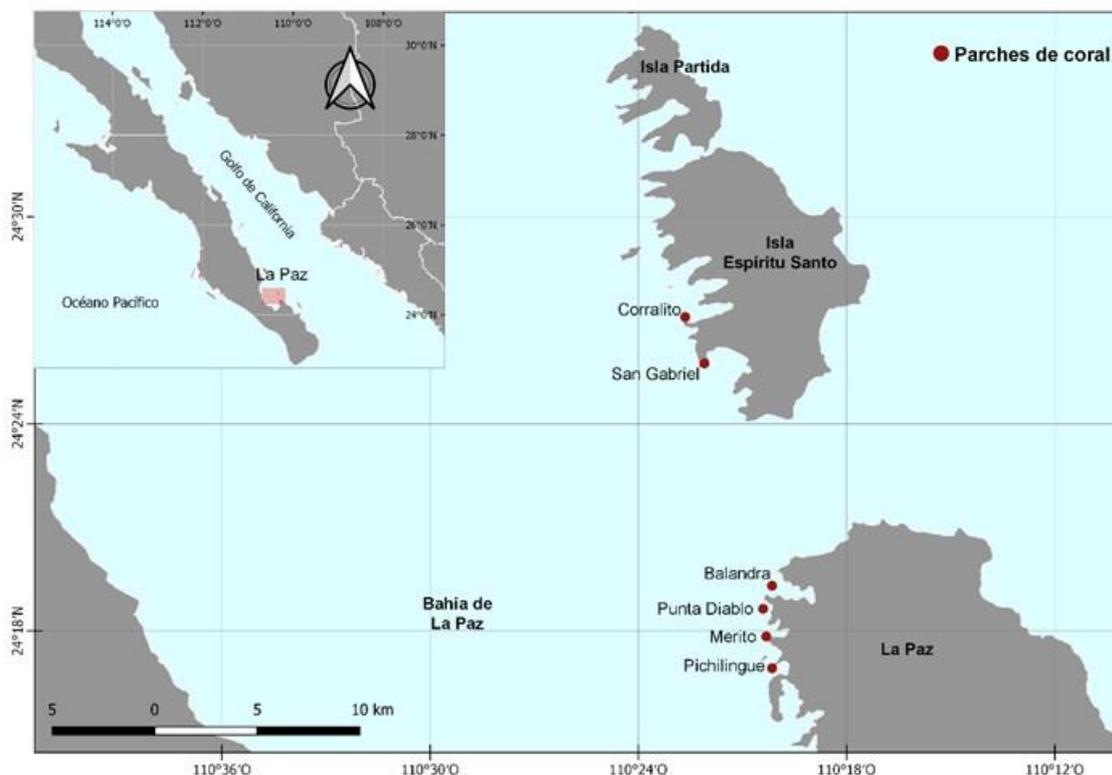


Figura IV. 52 Localización de los parches de coral reportados para la Bahía de La Paz.  
Fuente: Tizol-Rosado 2019.

El Merito y la zona de la Isla Gaviota son puntos donde se registran formaciones coralinas que están dispersas alrededor de las puntas rocosas y de las islas. Dichas comunidades coralinas presentan dos especies de coral: *Pocillopora elegans* y *Porites californica*, sin embargo, ninguna de estas dos zonas se puede considerar como un ecosistema coralino, señalando que el proyecto no incidirá en éstas zonas.

También, en la zona conocida como Punta Gaviota se encuentra asentado un parche coralino que se compone principalmente de especies de los géneros *Pocillopora* y *Porites*; describiéndose para la zona un fondo arenoso, localizándose colonias pertenecientes al género *Pavona* en zonas más profundas.

El arrecife artificial Punta Diablo se encuentra localizado al suroeste de La Bahía de La Paz, sumergido en la última caleta protegida antes de entrar al Canal de San Lorenzo. Este arrecife actualmente se encuentra intervenido por el CIBNOR (Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste) al crear en este arrecife una granja submarina dedicada al cultivo de madre perla y ostras perleras.

Particularmente, en las inmediaciones de la zona de hundimiento se encuentra el arrecife rocoso La Bruja (110°20' W y 24°17' N), el cual registra una profundidad de 8–90 m y está constituido por comunidades alternadas de macroalgas, principalmente *Heterokontophytas*, diversas especies de esponjas, principalmente los géneros *Haliclona* e *Ircinia*, parches de corales *Porites* y *Pocillopora*, así como otros invertebrados y peces. La mayor parte del sustrato en esta localidad corresponde a arena (alrededor del 50%), seguido del componente vivo (40%), mientras que la roca y coral muerto representan el 3%. No se ha registrado una variación estacional notoria en la cobertura de organismos vivos, ya que, tanto en la temporada cálida como fría, los corales ocupan la mayor área. No obstante, el resto de los grupos presentan cambios evidentes, la cobertura de equinodermos incrementa en temporada fría, mientras que la cobertura de esponjas incrementa en temporada cálida.

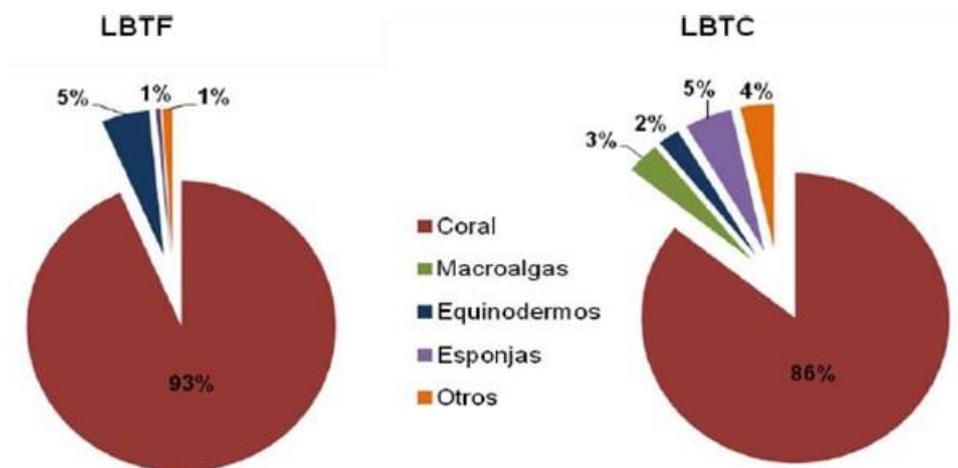


Figura IV. 53 Porcentaje del componente vivo en la localidad de la Bruja en dos temporadas.  
LBTF: La Bruja Temporada Fría, LBTC: La Bruja Temporada Cálida.  
Fuente: Ortiz Aguirre (2012).

Para este arrecife de La Bruja, la bibliografía registra 22 especies, siendo las más abundantes *Modiolus capax*, *Phataria unifascialis* y *Echinometra vanbrunti*. De las especies restantes, cuando la temperatura es cálida, se presentan 7 especies, mientras que en la temporada fría se registran 16 (ver siguiente figura).

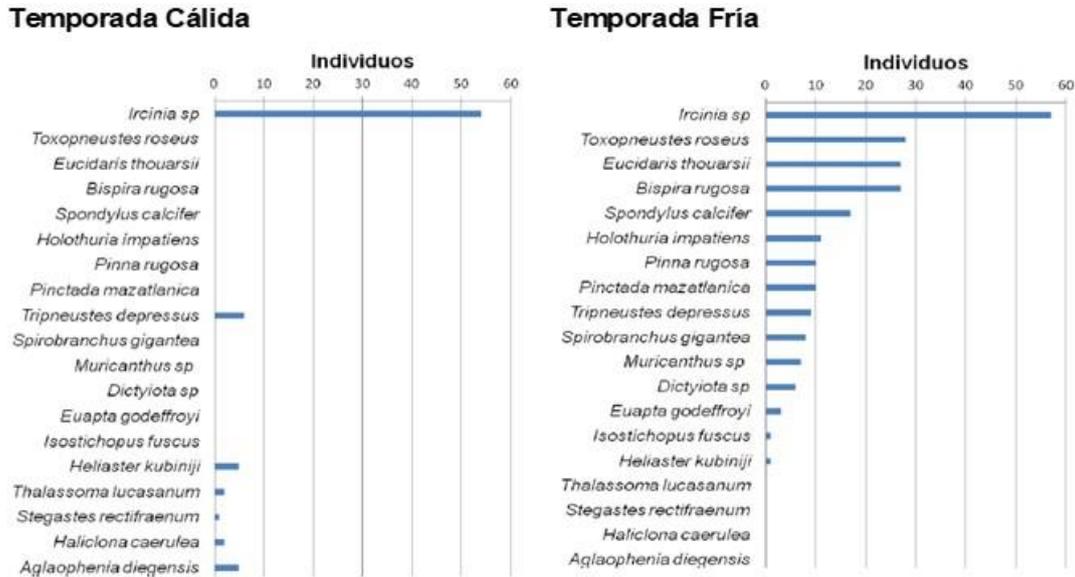


Figura IV. 54 Abundancia por especies en la localidad de La Bruja.  
 Fuente: Ortiz-Aguirre 2012.

La riqueza de especies mostró una relación inversa a la temperatura, con un mayor número de especies con las condiciones frías y una menor riqueza en condiciones cálidas (ver siguiente figura).

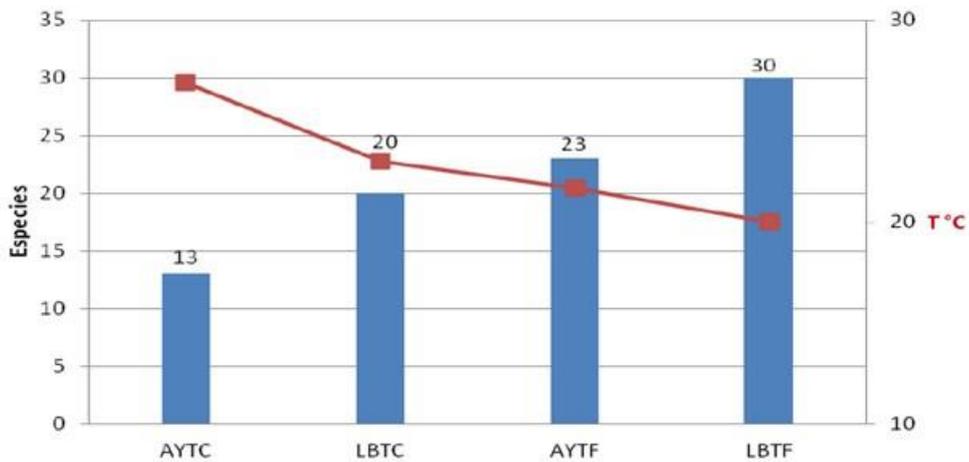


Figura IV. 55 Riqueza observada por localidad y temporada muestreada graficada contra la temperatura registrada durante el muestreo.

AYTC = Agua de Yépiz Temporada Cálida, LBTC = La Bruja Temporada Cálida, AYTF = Agua de Yépiz Temporada Fría, LBTF = La Bruja Temporada Fría.  
 Fuente: Ortiz-Aguirre (2012).

Con respecto a los arrecifes, cabe señalar que los arrecifes artificiales son estructuras creadas por el ser humano con diversos materiales, acondicionadas para proporcionar un hábitat adecuado para diversas especies de flora y fauna marinas. Estas estructuras pueden ser de concreto o metal,

y su forma es variada, cilíndricas, cuadradas e incluso grandes barcos que ya han perdido su capacidad útil de navegación. Proveen un sustrato duro a aquellas especies que lo necesitan para que los llamados "organismos sésiles" se desarrollen, como son las algas, esponjas, gorgonias y corales, entre otros. A su vez, tanto estos organismos como la propia estructura arrecifal, proveen refugio y alimento a las más diversas especies como peces y crustáceos.

Se reconoce que los mecanismos para incrementar la producción de peces también proveen alimento adicional, y se ha documentado que las relaciones de la cadena trófica (transferencia de energía de las secciones inferiores hasta la cúspide de la cadena trófica de los arrecifes artificiales) podrían demostrar el potencial de dichos arrecifes para incrementar la producción y consecuentemente incrementar las pesquerías costeras. De forma en que las especies de peces que no se benefician directamente con la creación del arrecife artificial, podrían aún beneficiarse de las otras funciones ecológicas provistas, tales como refugio contra corrientes o depredadores, estructuras para el desove y posibles áreas de apareamiento. Por ejemplo, la etapa de cría de peces se puede dar en el interior de los arrecifes artificiales por la provisión que brinda en cuanto a alimentación y protección, mientras que los peces adultos maduros pueden aun usar el arrecife para desovar, alimentarse o como refugios.

Es así que localmente se han observado los beneficios de los arrecifes artificiales en donde la diversificación de sistemas como el uso de barcos hundidos como el Fang Ming, en el archipiélago Espíritu Santo, han generado comunidades de organismos marinos. Sánchez-Alcántara (2007) comparó la riqueza presente en un arrecife natural con la del arrecife artificial creado por el pecio Fang Ming y describió una alta riqueza en este último, lo cual representa un beneficio ecológico al conformar un sustrato para la agregación de organismos.

Otro grupo presente en la Bahía de La Paz es el de los equinodermos, de los cuales la bibliografía reporta 92 especies pertenecientes a cuatro clases: Asteroidea (21), Ophiuroidea (18), Echinoidea (26) y Holothuroidea (27). De las estrellas de mar, las especies más comunes son: *Astroprcten armatus*, *Acanthaster planci*, *Heliaster kubiniji*, *Linckia columbiae*, *Pharia pyramidata*, *Phatariaunifascialis* y *Mithrodia bradleyi*. Los erizos de mar comunes son *Holothuria zacaе*, *Holothuria impatiens* y *Isostichopus fuscus* (pepino de mar), ésta última de relevancia por su valor económico por su gran demanda en el mercado oriental. Se han detectado dos especies endémicas

de la bahía, el asteroideo (*Mithrodia enriquecasoi*) y el holotúrido (*Laetmogone scotoeides*), pero ambas especies se distribuyen en las costas de la Isla Espíritu Santo.

En la tabla siguiente se muestran los registros de especies de equinodermos que cuentan con georreferencia dentro del SA, según bases de datos como Gbif y CONABIO.

Tabla IV. 4 Registro de especies de equinodermos encontradas en bases de datos con georreferencia dentro del SA.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Asteroidea</b>	Forcipulatida	Heliasteridae	<i>Heliaster kubiniji</i>	Estrella de mar del Golfo	-----
<b>Holothuroidea</b>	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria impatiens</i>	Holoturia cuello de botella	-----
<b>Holothuroidea</b>	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria leucospilota</i>	Pepino de mar largo negro	-----
<b>Holothuroidea</b>	Holothuriida	Holothuriidae	<i>Holothuria lubrica</i>	Pepino de mar azufre	-----
<b>Holothuroidea</b>	Synallactida	Stichopodidae	<i>Isostichopus fuscus</i>	Pepino de mar	Protección especial
<b>Asteroidea</b>	Valvatida	Oreasteridae	<i>Nidorellia armata</i>	Estrella de mar de chispas de chocolate	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Amphilepidida	Ophiactidae	<i>Ophiactis savignyi</i>	Pequeña estrella frágil	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Amphilepidida	Amphiuridae	<i>Ophiocnida hispida</i>	Ofiuro	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Ophiacanthida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma aethiops</i>	Estrella de mar	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Ophiacanthida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma alexandri</i>	Estrella de mar	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Ophiacanthida	Ophiodermatidae	<i>Ophioderma panamensis</i>	Estrella de mar	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Amphilepidida	Ophionereididae	<i>Ophionereis annulata</i>	Estrella de mar	-----
<b>Ophiuroidea</b>	Amphilepidida	Ophiotrichidae	<i>Ophiothrix spiculata</i>	Estrella de mar frágil	-----
<b>Echinoidea</b>	Camarodonta	Toxopneustidae	<i>Tripneustes depressus</i>	Erizo café	-----
<b>Echinoidea</b>	Camarodonta	Toxopneustidae	<i>Tripneustes kermadecensis</i>	Erizo	-----

Respecto a los crustáceos, para la BLP se tiene el registro de 73 especies (39 Anfípodos, 13 Decápodos, 9 Isópodos, 7 Cumáceos, 4 Tanaidáceos y 1 Estomatópodo).

En la siguiente tabla se muestran las especies registradas en bases de datos de Gbif y CONABIO con referencias geográficas ubicadas dentro del SA. Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas es endémica o se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Un dato

interesante es que la CONANP (2006) reporta que se han encontrado camarones asociados a las cabezas de coral provenientes de los Islotes.

*Tabla IV. 5 Especies de crustáceos referidas en bases de datos con georreferencia dentro del SA.*

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Malacostraca</b>	Decapoda	Xanthidae	<i>Cycloxanthops vittatus</i>	Cangrejo
<b>Malacostraca</b>	Decapoda	Eriphiidae	<i>Eriphia squamata</i>	Cangrejo
<b>Malacostraca</b>	Decapoda	Epialtidae	<i>Pelia pacifica</i>	Cangrejo araña
<b>Malacostraca</b>	Decapoda	Xanthidae	<i>Platypodiella rotundata</i>	Cangrejo
<b>Malacostraca</b>	Decapoda	Alpheidae	<i>Synalpheus lockingtoni</i>	Camarón chasqueador

Sobre los moluscos, la bibliografía reporta para la BLP 306 especies (120 bivalvos, 173 gasterópodos, 8 cefalópodos, 3 de polioplacóforos y 2 de escafópodos). La clase bivalva es la dominante en la caleta de Balandra, en la que *Lucina prolongata* presenta la mayor abundancia, aunque *Divalinga ebúrnea* y *Tellina feliz* fueron las especies dominantes en verano e invierno respectivamente.

La perla y el nácar de las ostras perleras son producto de alto valor comercial, cuya influencia en las regiones perleras ha sido particularmente importante desde el punto de vista socioeconómico, cultural, turístico y empresarial. Las ostras perleras son de gran importancia comercial en la región y su aprovechamiento ha sido histórico en La Paz.

En la siguiente tabla se muestran las especies que las bases de datos han registrado dentro del área del SA. Ninguna de las especies registradas es endémica o se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

*Tabla IV. 6 Especies de moluscos encontrados en bases de datos con alguna referencia geográfica que se incluye en el SA.*

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Polyplacophora</b>	Chitonida	Chitonidae	<i>Chiton virgulatus</i>	Quitón del noroeste
<b>Gastropoda</b>	Nudibranchia	Cuthonidae	<i>Cuthona lizae</i>	Babosa de mar
<b>Cephalopoda</b>	Oegopsida	Ommastrephidae	<i>Dosidicus gigas</i>	Calamar gigante
<b>Gastropoda</b>	Sacoglossa	Plakobranchidae	<i>Elysia diomedea</i>	Babosa de mar
<b>Gastropoda</b>	Nudibranchia	Chromodorididae	<i>Felimida dalli</i>	Dall's chomodorid
<b>Bivalva</b>	Venetida	Veneridae	<i>Megapitaria squalida</i>	

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
<b>Gastropoda</b>	Neogastropoda	Muricidae	<i>Neorapana muricata</i>	Muricate purpura
<b>Cephalopoda</b>	Octopoda	Octopodidae	<i>Octopus hubbsorum</i>	Pulpo verde
<b>Gastropoda</b>	Nudibranchia	Facelinidae	<i>Phidiana lascrucensis</i>	Babosa de mar
<b>Gastropoda</b>	Nudibranchia	Aeolidiidae	<i>Spurilla braziliana</i>	Babosa de mar

#### IV.4.2.5 Vertebrados

El total de especies de peces conocidas en la Bahía de La Paz es de 533, reconociendo la bibliografía 314 géneros, 123 familias, 34 órdenes (siendo el orden Perciformes el más diverso con el 56% de la ictiofauna total) y 2 clases. Los hábitats preferenciales de las especies que ocurren son fango - arenosos (38%), rocosos (30%) y biotipos de manglar (29%).

Los peces también son uno de los grupos de vertebrados con mayor diversidad de especies aprovechadas en la BLP, algunas son aprovechadas de forma comercial y otras capturadas de forma deportiva sin un gran valor económico actual. De este grupo se pueden diferenciar los peces de fondos blandos y las especies arrecifales. En anexo se muestran dichas especies indicando el tipo de hábitat en el que se encuentran, según reportes bibliográficos.

Para la BLP se han descrito más de 100 especies presentes en fondos arenosos y someros en la parte sureste, de las cuales 12 se han descrito con hábitos bentónicos y pertenecen a las familias Urolophidare (rayas redondas), Paralichthyidae (lenguados areneros), Achiridae (lenguados suela) y Scianidae (familia de las corvinas).

De las especies que registra la bibliografía *Rhincodon typus* (tiburón ballena) y *Carcharodon carcharias* (tiburón blanco) se encuentran como especies amenazadas, y *Poecilia butleri* (Topote del Pacífico), *Pomacanthus zonipectus* (Pez ángel de Cortez), *Chromis limbaughii* (Castañeta mexicana), *Holacanthus clarionensis* (Ángel de Clarión), *Holacanthus passer* (Muñeca real, Ángel bandera) y *Opistognathus rosenblatti* (Bocón manchas azules) se encuentran en protección especial.

Los principales grupos de peces explotados en la Bahía de La Paz y sus alrededores son los pargos, cabrillas, mojarras y pericos. En la siguiente imagen se muestran los puntos pesqueros más importantes de la bahía.

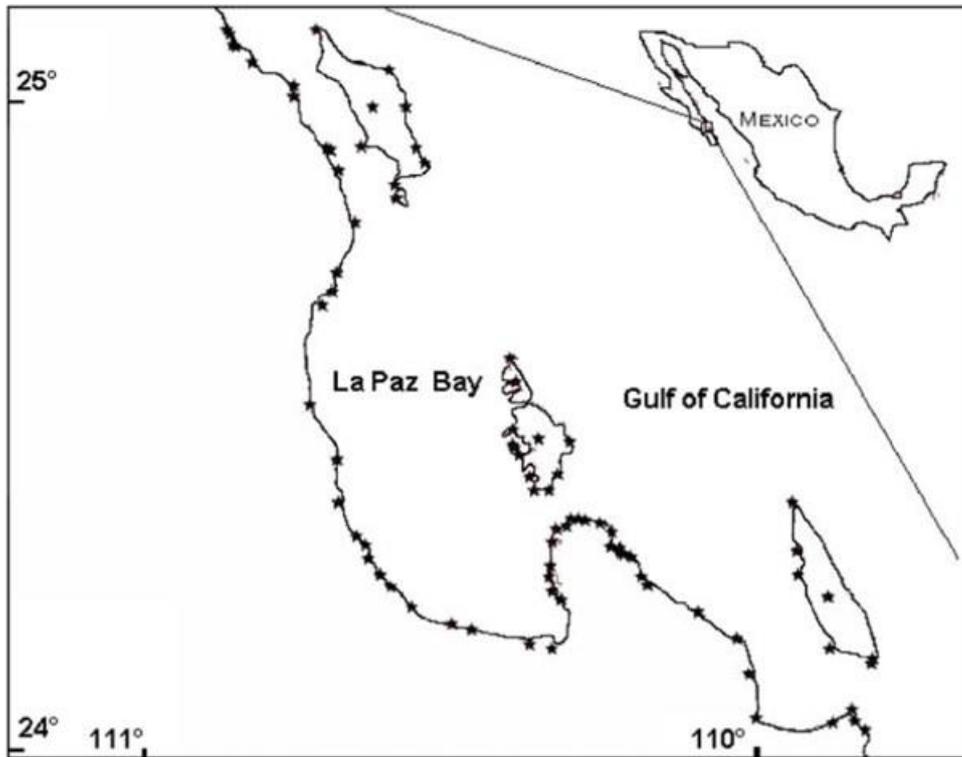


Figura IV. 56 Ubicación de los campamentos pesqueros con registro de desembarque en la Bahía de La Paz.  
Fuente: Arreguin-Sánchez et al., 2004

En la siguiente imagen se muestran los registros de las capturas realizadas por pesquerías artesanales para cada grupo de peces, siendo los pargos y cabrillas los más abundantes en las capturas desde el año 1992 al 1998.

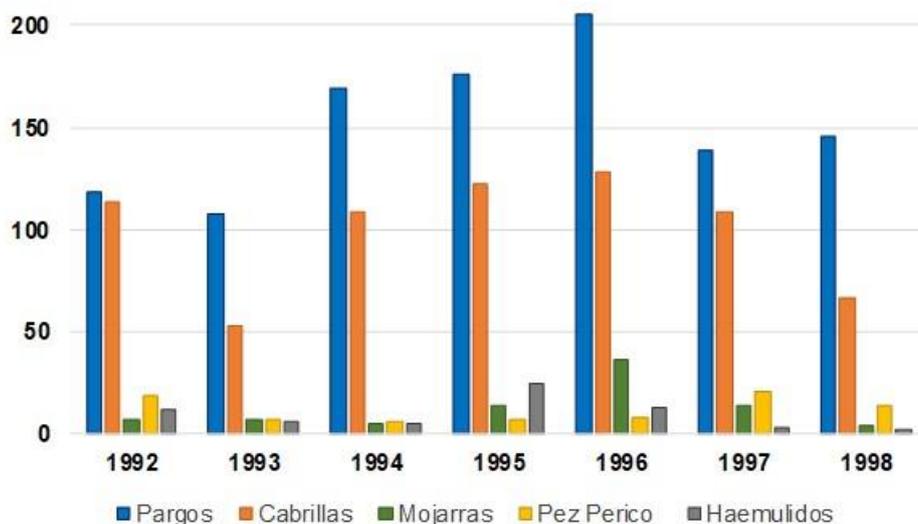


Figura IV. 57 Capturas (toneladas métricas) de los grupos de peces más abundantes capturados por las pesquerías artesanales en la Bahía de La Paz y sus alrededores.  
Fuente: Arreguin-Sánchez et al., 2004

Por otro lado, en las inmediaciones de la Bahía de La Paz, se ha observado a la raya *Mobula japonica* alimentándose de zooplancton durante la primavera y parte del verano, y la *Mobula* de Munk (*M. munkiana*) que posee un área de crianza en el sitio Ensenada Grande en la parte norte del Archipiélago Espíritu Santo, las siguientes figuras muestran la distribución en México de estas dos especies.



Figura IV. 58 Distribución de *Mobula japonica*



Figura IV. 59 Distribución de *Mobula munkiana*

En la siguiente tabla se listan las especies de peces y elasmobranquios de los que se encontraron registros en bases de datos con referencias geográficas que se encuentran dentro del SA.

Tabla IV. 7 Especies de peces y elasmobranquios encontradas en bases de datos con georreferencias que se encuentran dentro del SA.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Actinopterygii	Perciformes	Pomacentridae	<i>Abudefduf troschelii</i>	Pintaño amarillo	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Acanthemblemaria crockery</i>	Tubicola cachtón	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Alphestes immaculatus</i>	Guaseta cherna	-----
Actinopterygii	Perciformes	Haemulidae	<i>Anisotremus interruptus</i>	Burro bacoco	-----
Actinopterygii	Perciformes	Apogonidae	<i>Apogon retrosella</i>	Cardenal de Cortés	-----
Actinopterygii	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Arcos erythrops</i>	Chupapiedra de cantil	-----
Actinopterygii	Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>	Pejepuerco coche	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Barbulifer pantherinus</i>	Gobio-barbudo pantera	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Bathygobius ramosus</i>	Mapo panámico	-----
Actinopterygii	Perciformes	Labridae	<i>Bodianus diplotaenia</i>	Vieja de piedra	-----
Actinopterygii	Perciformes	Labrisomidae	<i>Brockius striatus</i>	Green blenny	-----
Actinopterygii	Perciformes	Sparidae	<i>Calamus brachysomus</i>	Sargo chaveco	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Ophichthidae	<i>Callechelys eristigma</i>	Tieso-vela aquilalado de manchas	-----
Actinopterygii	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Canthigaster punctatissima</i>	Botete bonito	-----
Actinopterygii	Perciformes	Carangidae	<i>Caranx caballus</i>	Jurél cojinua	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Cephalopholis panamensis</i>	Cabrillaenjambre	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Chaenopsis alepidota alepidota</i>	Trambollín lucio lápiz	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaetodontidae	<i>Chaetodon humeralis</i>	Mariposa muñeca	-----
Actinopterygii	Gonorynchiformes	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Sabalote	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Chriolepis zebra</i>	Gobio lagartija	-----
Actinopterygii	Perciformes	Pomacentridae	<i>Chromis atrilobata</i>	Castañeta cola de tijera	-----
Actinopterygii	Perciformes	Pomacentridae	<i>Chromis limbaughi</i>	Castañuela de Limbaughi	-----

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Actinopterygii	Perciformes	Cirrhitidae	<i>Cirrhitichthys oxycephalus</i>	Halcón de coral	-----
Actinopterygii	Perciformes	Cirrhitidae	<i>Cirrhitus rivulatus</i>	Halcón carabalí	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Coralliozetus micropes</i>	Tubícola cara de cebra	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Coryphopterus urospilus</i>	Gobio semáforo	-----
Actinopterygii	Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Cosmocampus arctus</i>	Pez-pipa chato	-----
Actinopterygii	Tetraodontiformes	Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>	Pez erizo mapache	-----
Actinopterygii	Tetraodontiformes	Diodontidae	<i>Diodon hystrix</i>	Pez erizo espinoso	-----
Actinopterygii	Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Doryrhamphus excisus excisus</i>	Pez-pipa chica	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Echidna nocturna</i>	Morena pecosa	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Elacatinus puncticulatus</i>	Gobio cabeza roja	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Emblemaria hypacanthus</i>	Tubícola flamante	-----
Actinopterygii	Perciformes	Blenniidae	<i>Entomacrodus chiostictus</i>	Borracho aleta mocha	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Epinephelus labriformis</i>	Cabrilla de peña	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus currani</i>	Mojarra tricolor	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gerreidae	<i>Eucinostomus dowii</i>	Mojarra manchita	-----
Actinopterygii	Syngnathiformes	Fistulariidae	<i>Fistularia commersonii</i>	Corneta de arrecife	-----
Actinopterygii	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Gobiesox pinniger</i>	Chupapiedra renacuajo	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Gobiosoma chiquita</i>	Gobio chiquito	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Gobiosoma histrio</i>	Gobio lento	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Gymneleotris seminuda</i>	Gobio blanco y negro	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax castaneus</i>	Morena castaña	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax dovii</i>	Moerna pintita	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax panamensis</i>	Morena de ojo negro	-----
Elasmobranchii	Myliobatiformes	Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i>	Raya mariposa californiana	-----
Actinopterygii	Perciformes	Haemulidae	<i>Haemulon scudderii</i>	Roncador pecoso	-----

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Actinopterygii	Perciformes	Haemulidae	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	Toncador almejero	-----
Actinopterygii	Perciformes	Labridae	<i>Halichoeres dispilus</i>	Señorita camaleón	-----
Actinopterygii	Perciformes	Pomacanthidae	<i>Holacanthus passer</i>	Ángel real	Protección especial
Actinopterygii	Perciformes	Blenniidae	<i>Hypsoblennius gentilis</i>	Borracho de bahía	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaetodontidae	<i>Johnrandallia nigrirostris</i>	Mariposa barbero	-----
Actinopterygii	Perciformes	Lutjanidae	<i>Lutjanus argentiventris</i>	Pargo amarillo	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Lythrypnus dalli</i>	Gobio azul rayado	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Lythrypnus pulchellus</i>	Gobio coquetón	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Muraena lentiginosa</i>	Moerena lentiginosa	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Mycteroperca pardalis</i>	Cabrilla sardinera	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Ophichthidae	<i>Myrichthys tigrinus</i>	Tieso manchado	-----
Actinopterygii	Perciformes	Nematistiidae	<i>Nematistius pectoralis</i>	Pejegallo	-----
Actinopterygii	Perciformes	Scaridae	<i>Nicholsina denticulata</i>	Pococho beriquete	-----
Actinopterygii	Ophidiiformes	Ophidiidae	<i>Ophidion iris</i>	Congriperla arcoiris	-----
Actinopterygii	Perciformes	Blenniidae	<i>Ophioblennius steindachneri</i>	Borracho mono	-----
Actinopterygii	Perciformes	Opistognathidae	<i>Opistognathus mexicanus</i>	Bocón mexicano	-----
Actinopterygii	Perciformes	Opistognathidae	<i>Opistognathus punctatus</i>	Bocón punteado	-----
Actinopterygii	Perciformes	Labrisomidae	<i>Paraclinus sini</i>	Trambollito frondoso	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Paralabrax auroguttatus</i>	Cabrilla extranjera	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	Cabrillade roca	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Paranthias colonus</i>	Sandía	-----
Actinopterygii	Perciformes	Sciaenidae	<i>Pareques viola</i>	Corvinilla listada	-----
Actinopterygii	Anguilliformes	Ophichthidae	<i>Phaenomonas pinnata</i>	Tieso elástico	-----
Actinopterygii	Perciformes	Blenniidae	<i>Plagiotremus azaleus</i>	Boracho veloz	-----

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Actinopterygii	Perciformes	Pomacanthidae	<i>Pomacanthus zonipectus</i>	Ángel de Cortés	Protección especial
Actinopterygii	Scorpaeniformes	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>	Testolím azul	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Protemblemaria bicirris</i>	Trambollín lucio lápiz	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Pseudogramma thaumasia</i>	Jaboncillo manchado	-----
Elasmobranchii	Rhinopristiformes	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos productus</i>	Guitarra trompa de pala	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Rypticus bicolor</i>	Jabonero baboso	-----
Actinopterygii	Beryciformes	Holocentridae	<i>Sargocentron suborbitalis</i>	Pez ardilla	-----
Actinopterygii	Perciformes	Scaridae	<i>Scarus compressus</i>	Loro chato	-----
Actinopterygii	Perciformes	Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	Loro barbazul	-----
Actinopterygii	Perciformes	Scombridae	<i>Scomberomorus sierra</i>	Sierra común	-----
Actinopterygii	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena mystes</i>	Lapón escorpión	-----
Actinopterygii	Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaenodes xyris</i>	Rascacio arcoiris	-----
Actinopterygii	Perciformes	Carangidae	<i>Selar crumenophthalmus</i>	Jurél ojo grande	-----
Actinopterygii	Perciformes	Serranidae	<i>Serranus psittacinus</i>	Serrano rayado	-----
Actinopterygii	Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides lobatus</i>	Tumbulero lóbulo	-----
Actinopterygii	Perciformes	Sphyraenidae	<i>Sphyraena ensis</i>	Barracuda del pacífico oriental	-----
Actinopterygii	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Stathmonotus sinuscalifornici</i>	Trambollín-tubícola tupido	-----
Actinopterygii	Perciformes	Pomacentridae	<i>Stegastes rectifraenum</i>	Castañeta azulada	-----
Actinopterygii	Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Sufflamen verres</i>	Calafate cochi	-----
Actinopterygii	Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus lacertinus</i>	Lagarto de arrecife	-----
Actinopterygii	Perciformes	Labridae	<i>Thalassoma grammaticum</i>	Viejita collareja	-----
Actinopterygii	Perciformes	Labridae	<i>Thalassoma lucasanum</i>	Arcoirisde Cortés	-----
Actinopterygii	Perciformes	Gobiidae	<i>Tigrigobius digueti</i>	Gobio barbero	-----
Actinopterygii	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Tomicodon boehlkei</i>	Chupapiedra de Cortés	-----
Actinopterygii	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Tomicodon myersi</i>	Cuhpapiedra de Myers	-----
Elasmobranchii	Myliobatiformes	Urotrygonidae	<i>Urolophus concentricus</i>	Raya redonda concéntrica	-----

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Elasmobranchii</b>	Myliobatiformes	Urolophidae	<i>Urolophus halleri</i>	<i>Raya redonda común</i>	-----
<b>Elasmobranchii</b>	Myliobatiformes	Urotrygonidae	<i>Urolophus maculatus</i>	<i>Raya redonda de Cortéz</i>	-----
<b>Actinopterygii</b>	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Uropterygius macrocephalus</i>	<i>Morena alfiletera</i>	-----
<b>Actinopterygii</b>	Perciformes	Labrisomidae	<i>Xenomedeia rhodopyga</i>	<i>Trambollito enmascarado</i>	-----

Otro grupo de vertebrados son las aves, en las ensenadas de Balandra y El Merito existen planicies importantes de inundación donde invernan un número considerable de aves playeras, encontrando zonas de anidación del garzón azul (*Ardea herodias*). También existen áreas despejadas por la bajamar que son aprovechadas por varias especies de escolopácidos (aves zancudas), garzas, fregatas, pelícanos y águilas pescadoras.

El registro de las aves sugiere un patrón de migración, ya que el mayor número de registros de aves se ha obtenido en otoño e invierno, mientras que el número es menor en primavera y verano. También se registran especies que si bien se consideran residentes durante todo el año, presentan patrones de migración, tales como la garza blanca (*Egretta thula*) y la garza nocturna (*Nycticorax violácea*), pues en los meses fríos registran valores altos, pero bajos en los meses más cálidos.

De las aves acuáticas, se ha visto a *Ardea herodias* anidando en La Gallina, El Gallo y particularmente en el manglar de la Bahía San Gabriel, y se ha observado a *Rallus longirostris* anidando en los manglares del Parque Nacional Archipiélago del Espíritu Santo; igualmente se han visto anidando otras aves marinas como los petreles de tormenta (*Oceanodroma melania* y *Oceanodroma microsoma*), la gaviota oscura (*Larus hermanni*), el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*) y el bobo de patas azules (*Sula nebouxii*).

En la siguiente tabla se listan las especies de aves encontradas en las bases de datos con georreferencia para el SA.

Tabla IV. 8 Especies de aves encontradas en bases de datos con referencia geográfica encontrada dentro del SA

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	-----
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	-----
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	-----
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris virgata</i>	Playero brincaolas	-----
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	-----
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	-----
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Protección especial
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	-----
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	-----
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata tijereta	-----
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero americano	-----
Charadriiformes	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán del Caspio	-----
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus californicus</i>	Gaviota californiana	-----
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota paloma<	Protección especial
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus livens</i>	Gaviota pata amarilla	Protección especial
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius americanus</i>	Zarapito picolargo	-----
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus hudsonicus</i>	Zarapito trinador	-----
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	-----
Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	-----
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano blanco americano	-----
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	-----
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán orejón	-----
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	-----
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax penicillatus</i>	Cormorán de Brandt	-----
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita azulgris	-----
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina azulnegra	-----
Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster brewsteri</i>	Bobo café	-----
Suliformes	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Bobo pata azul	Protección especial

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	-----

Al respecto de los mamíferos, en el área de la Bahía de La Paz se han observado siete de las 11 especies reconocidas de ballenas barbadas (misticetos) y 20 especies reconocidas de cetáceos dentados (odontocetos). En la BLP la riqueza específica es alta, hay especies típicas de aguas tropicales (delfín tornillos y delfín de dientes rugosos) y especies típicas de aguas templado-frías (delfín de costados blancos y zífido de Baird).

En el Golfo de California se han identificado al menos 29 colonias de lobo marino común (*Zalophus californianus*), y en la parte norte del Archipiélago Espíritu Santo, se encuentra una colonia, la cual ha mostrado crecimiento en los últimos años.



Figura IV. 60 Distribución de *Zalophus californianus*

En el polígono general del ANP APFF Balandra se localiza el islote llamado faro de San Rafaelito que es utilizado como zona de descanso por grupos de lobos marinos de California (*Zalophus californianus*), especie en protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto en relación al Islote, no teniendo incidencia en éste.



Figura IV. 61 Localización del Isote de San Rafaelito o Roca Lobos y el punto de hundimiento de la embarcación.

La colonia de lobos marinos en la Isla Espíritu Santo se ha convertido en la proveedora para nuevos sitios de congregación en Cabo Pulmo, El Paradito, Las Tijeras, San Rafaelito y otros puntos de la Bahía de La Paz, y de una población de 200 animales que había en los islotes hace 15 años ahora son 650, con un crecimiento del 3.8% al año. Siendo decenas de lobos marinos los que han emigrado en los últimos años para formar lo que los ambientalistas denominan "loberas de descanso", en donde la población también está creciendo, sin que el proyecto tenga incidencia en estas zonas.

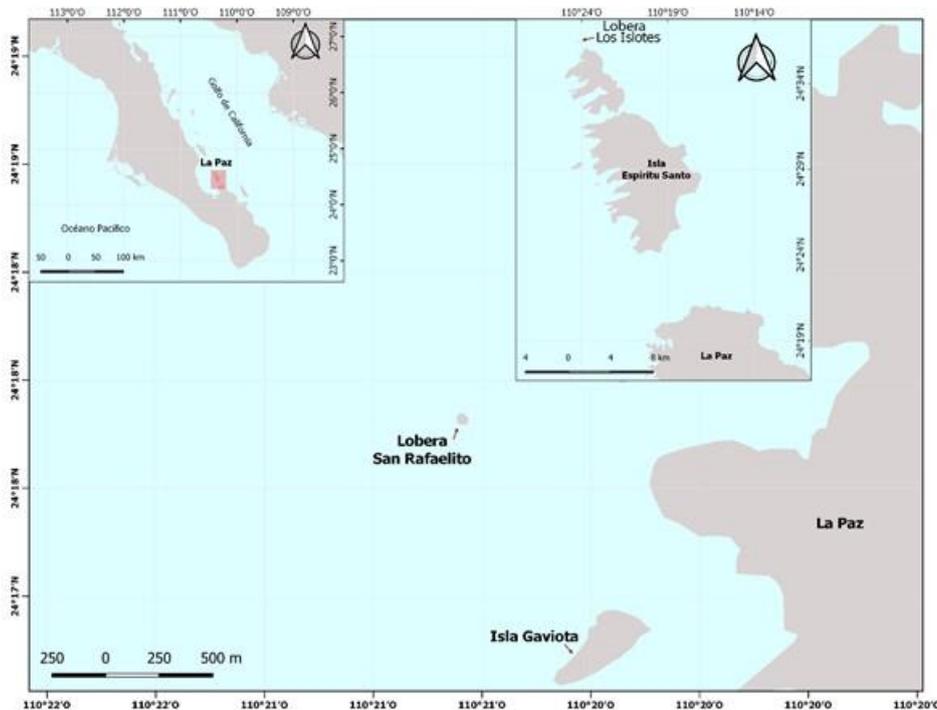


Figura IV. 62 Ubicación de las loberas de *Z. californianus* San Rafaelito y Los Islotes en la Bahía de La Paz.

En cuanto a cetáceos, la bibliografía reporta para la BLP 16 especies y se presentan variaciones a lo largo del año. Especies migratorias como la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) se hallan en invierno y primavera, mientras que especies con afinidad más bien tropical, como el rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y el calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*), se presentan principalmente en verano y otoño. A lo largo del año se encuentran especies residentes del Golfo de California, como el rorcual común (*Balaenoptera physalus*), el delfín común (*Delphinus spp*) y otras especies con presencia esporádica como el cachalote (*Physeter macrocephalus*), el cachalote enano (*Kogia sima*) y la orca (*Orcinus orca*).

En particular para *T. truncatus*, Salinas-Zacarías (2005) identificó cuatro agregaciones de tursiones en la Bahía de La Paz, los delfines de la Ensenada, los de San Juan de la Costa, los de la Isla Espiritu Santo y el grupo Oceánico. Además, mencionó que la mayor frecuencia de observación ocurrió al sur de la BLP y al interior de la Laguna de La Paz, seguido del canal de San Lorenzo. Esto ha sido confirmado por Marcín-Medina (2010), quién describió la existencia de una colonia semi-residente en la Laguna de La Paz y en la parte sur-sureste de la BLP. Asimismo, mencionó que las zonas de mayor importancia para la especie en la BLP son el canal de San Lorenzo, la boca de la laguna y la

porción noroeste de la laguna, donde los tursiones llevan a cabo actividades de crianza y alimentación.

Dentro del APFF Balandra, se tienen algunos avistamientos de la ballena de aleta o rorcual común (*Balaenoptera physalus*), ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y tonina, bufeo, delfín nariz de botella y tursiún (*Tursiops truncatus*), todos bajo la categoría de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, se muestra la distribución en México de las especies de mamíferos marinos anteriormente mencionadas.



Figura IV. 63 Distribución de *Balaenoptera musculus* en México.



Figura IV. 65 Distribución de *Megaptera novaeangliae*



Figura IV. 64 Distribución de *Balaenoptera edeni*



Figura IV. 66 Distribución de *Physeter macrocephalus*



Figura IV. 67 Distribución de *Tursiops truncatus*



Figura IV. 69 Distribución de *Balaenoptera physalus*



Figura IV. 68 Distribución de *Globicephala macrorhynchus*



Figura IV. 70 Distribución de *Kogia sima*



Figura IV. 71 *Orcinus orca*

Hábitats críticos se refieren a aquellas áreas específicas dentro del rango normal de distribución de una especie o población con condiciones particulares que son esenciales para su sobrevivencia, esto incluye aspectos ecológicos y biofísicos como disponibilidad de alimento, temperatura del agua, profundidad, entre otras. En general, se considera que los hábitats críticos incluyen sitios de concentración de ballenas de manera regular donde se realizan actividades como alimentación, reproducción, crianza y socialización. Adicionalmente, los requerimientos alimenticios y uso de

hábitat son diferentes para cada especie y muchas veces asociados a condiciones ambientales cambiantes, lo que demanda incorporar variables dinámicas para una apropiada gestión.

La ballena azul (*Balaenoptera musculus*) tiene una distribución cosmopolita. Tiende a habitar aguas oceánicas, pero también se la puede observar cerca de la costa en algunos lugares donde ocurre para criar a sus ballenatos y seguir alimentándose. En gran medida los movimientos de las ballenas azules están asociados a la presencia de manera relativamente predecible de concentraciones de krill (su principal alimento), siendo así que los valores más altos de densidad de ballenas azules en el Pacífico tropical y subtropical se relacionan con zonas de mayor productividad primaria.

Por otro lado, no se conoce mucho sobre la ecología de la ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*), aunque generalmente se la observa en grupos pequeños, pero en zonas de alimentación se pueden encontrar agregaciones de 10 o 20 animales. Se distribuye en aguas tropicales y subtropicales alrededor del mundo, a menudo cerca de las costas o zonas de alta productividad. La especie está ampliamente distribuida en el Pacífico oriental tropical y subtropical a lo largo del año y no se conocen extensivas migraciones norte/sur, aunque se han reportado movimientos importantes posiblemente en respuesta a condiciones ambientales cambiantes y disponibilidad de alimento. En el hemisferio norte las mayores densidades de la especie se encuentran al noroeste de México, incluyendo Baja California, golfo de California y la zona costera hasta Centroamérica.

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangiae*) tiene una distribución cosmopolita. Su hábitat es costero tanto en zonas continentales como en archipiélagos oceánicos. Tienen el típico comportamiento migratorio que se espera en las ballenas, con áreas bien definidas de alimentación ubicadas en altas latitudes y zonas de reproducción en el trópico, aunque con notables excepciones. Por lo general, las áreas de alimentación y reproducción están separadas por varios miles de kilómetros. En el Pacífico oriental existen dos poblaciones bien definidas, la del Pacífico nordeste y la del Pacífico sudeste. La mayoría de las ballenas parecen tomar una ruta más costera tanto en el hemisferio norte como en el sur, pero otras ballenas tomarían rutas más apartadas de la costa.

La distribución del cachalote (*Physeter macrocephalus*) es cosmopolita, incluyendo todos los océanos desde los trópicos hasta las regiones polares y mares encerrados, aunque solo los machos llegan hasta los extremos norte y sur de distribución. Los machos tienden a habitar la zona del talud continental en aguas de 1,000 m o más de profundidad y ocasionalmente sobre la plataforma continental. Los cachalotes están ampliamente distribuidos a lo largo y ancho del Pacífico oriental,

pero ocurren en mayor densidad en áreas de alta productividad como la zona de California, golfo de California, islas Galápagos y a lo largo de la Corriente de Humboldt en el Pacífico sudeste. En el Pacífico nordeste el hábitat idóneo se extiende a lo largo de costa oeste de Estados Unidos hasta Baja California y el Golfo de California por el sur en el período junio-noviembre.

En la siguiente tabla se muestran los mamíferos marinos de los que se encontraron registros en bases de datos, con referencias geográficas que se ubican dentro del área del SA.

Tabla IV. 9 Mamíferos marinos con registrados en bases de datos con referencias geográficas dentro del SA

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Artiodactyla</b>	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical	-----
<b>Artiodactyla</b>	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	-----
<b>Artiodactyla</b>	Delphinidae	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín de rostro largo	-----
<b>Artiodactyla</b>	Eschrichtius	<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	-----
<b>Artiodactyla</b>	Delphinidae	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfín de costados blancos	Protección especial
<b>Artiodactyla</b>	Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	Protección especial
<b>Cetacea</b>	Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Protección especial
<b>Artiodactyla</b>	Delphinidae	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos	Protección especial
<b>Artiodactyla</b>	Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín mular	Protección especial
<b>Carnivora</b>	Otariide	<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino californiano	Protección especial

Para el caso de los reptiles, en el SA y área del proyecto no se cuenta con algún registro de reptiles, ya sea de avistamientos o de zonas de nidación. Sus avistamientos se encuentran fuera del SA, en el Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo, con anidaciones esporádicas de tortugas marinas en las playas La Bonanza y Los Morritos, las cuales se encuentran a más de 13 km del SA y área del proyecto (ver figura siguiente).



Figura IV. 72 Playas con registros de anidación de tortugas en el Archipiélago Espíritu Santo.

Es importante mencionar que no hay registros de tortugas marinas en el SA y esto puede deberse a la poca presencia de playas arenosas y pastos marinos que generalmente son el atrayente para este tipo de fauna. Sumado a lo anterior, el proyecto será puntual en cuanto a tiempo y espacio, por lo que se prevé que en caso que alguna de las tortugas marinas que pueda llegar a nadar hasta el área propuesta para el hundimiento, no se verán afectadas, principalmente porque los avistamientos de tortuga que se tienen son únicamente de nidos, además de que su distribución se encuentra más bien hacia las costas del oeste del país, en los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas (ver figuras siguientes) se esperaría que su presencia en La Bahía de La Paz se restrinja a los meses de en que ocurre su periodo de anidación.



Figura IV. 73 Distribución de *Eretmochelys imbricata*



Figura IV. 74 Distribución de *Lepidochelys olivacea*

#### IV.4.2.6 Área del proyecto

Con la finalidad de corroborar lo reportado en la bibliografía, se **realizó muestreo** de campo para la caracterización biótica del área del proyecto. Por medio de muestreos de campo se estimó la abundancia de los componentes biológicos, usando transectos de 30 metros (T1, T2, T3 y T4), ubicados como se muestran en la figura siguiente, realizando fototransectos para especies conspicuas y censos visuales para las crípticas. La ictiofauna se caracterizó con censo visual en cilindro (CV), en el cual el observador se mantuvo al final de cada transecto por cinco minutos observando y contabilizando a los organismos.

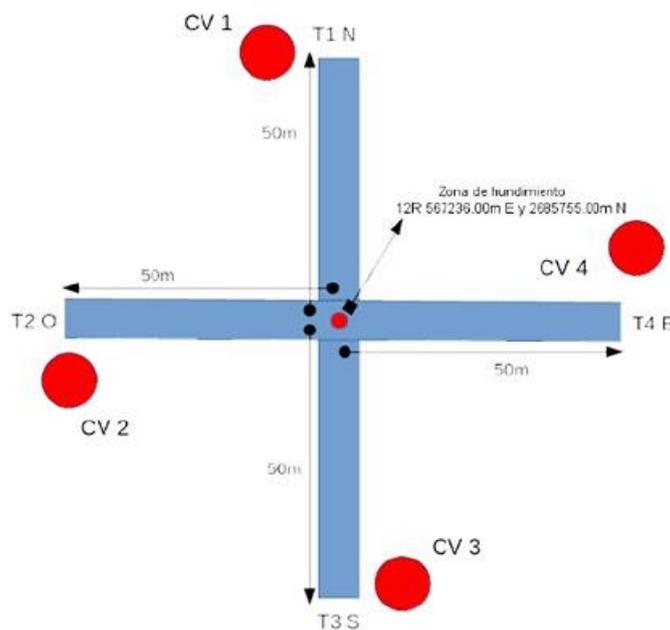


Figura IV. 75 Transectos para muestreo biológico  
 (Círculos rojos: Censo visual para peces)

Los resultados del análisis biológico se muestran a continuación; sin embargo, resulta importante señalar que debido a la **baja presencia de especies** en la zona, no fue posible evaluar los indicadores ecológicos.

En cuanto a sustrato, en el punto de hundimiento, el sedimento está compuesto de arenas finas carbonatadas, sin la presencia de rocas de ningún tamaño, ni vegetación marina, lo que permite deducir que es un ambiente estrictamente arenoso y homogéneo como se muestra en las siguientes figuras.

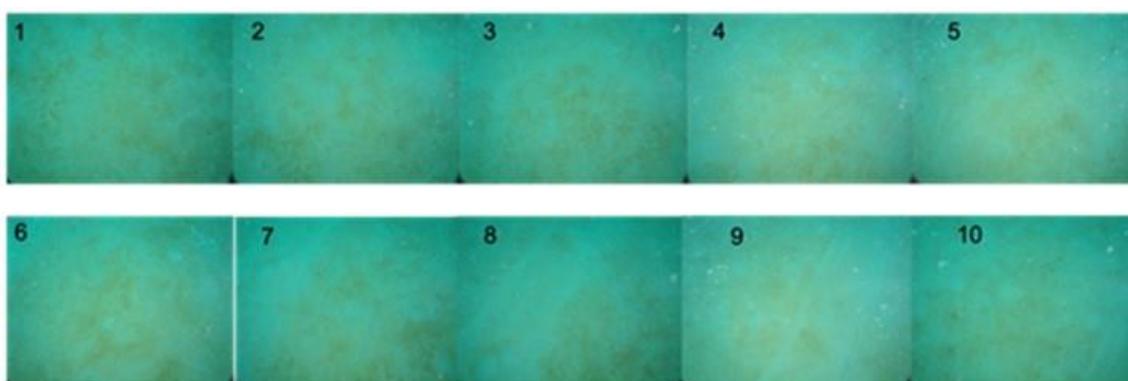


Figura IV. 76 Imágenes del fondo que representan 10m<sup>2</sup> del transecto oeste.

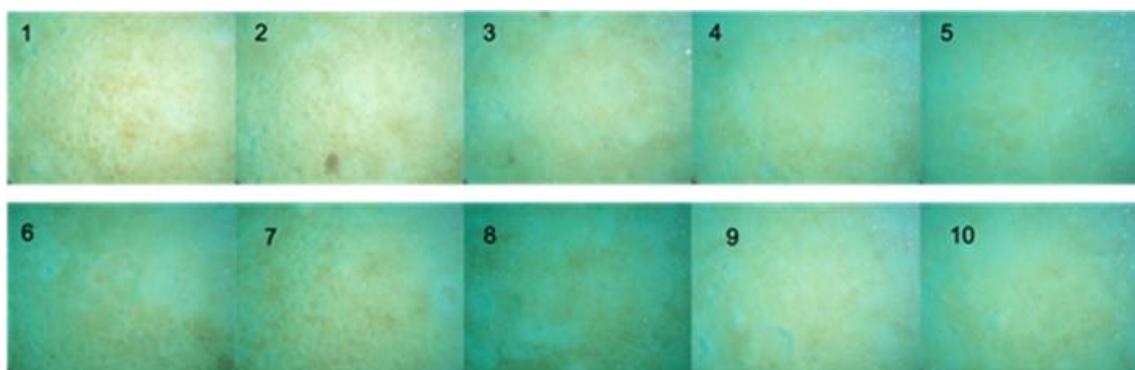


Figura IV. 77 Imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup> del transecto sur.

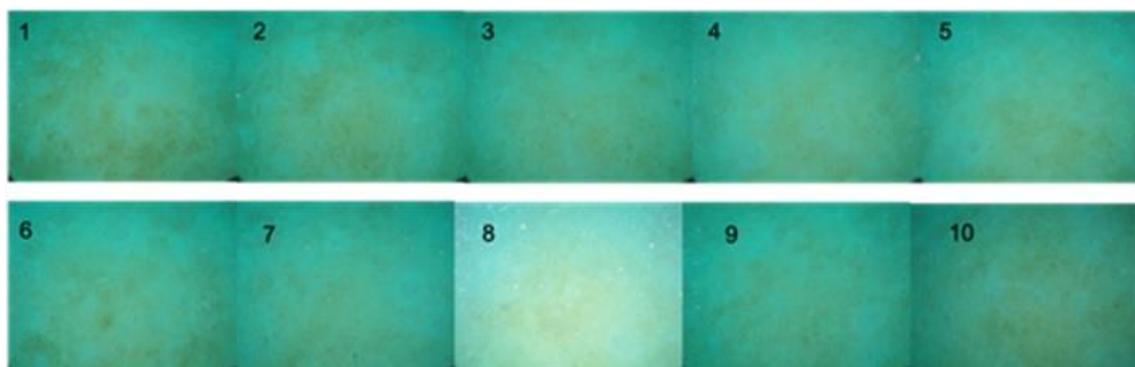


Figura IV. 78 Imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup> del transecto norte

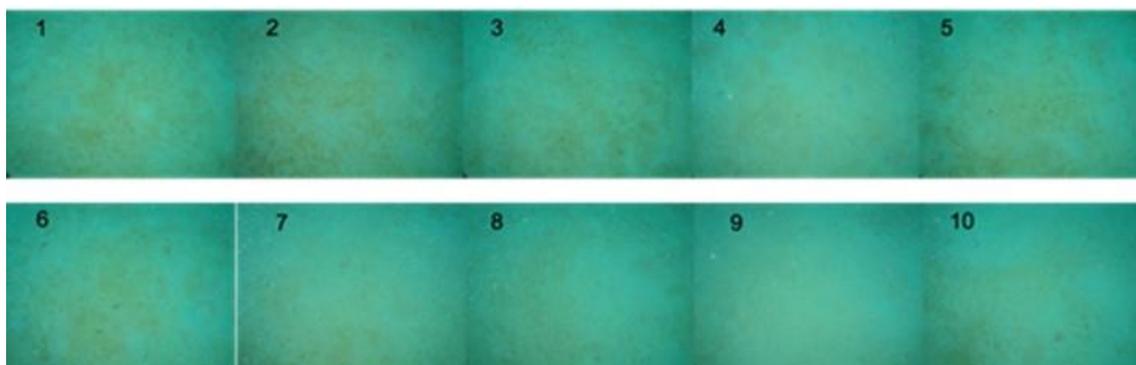


Figura IV. 79 Imágenes del fondo que representan 10 m<sup>2</sup> del transecto este

En cuanto a la flora, es importante mencionar que no fue registrada ninguna especie, mientras que para la fauna, debido a la homogeneidad del sustrato, solo una especie de macro invertebrado fue observado (*Heliaster kubinji*: estrella de mar), dos especies de invertebrados crípticos, organismos de almeja chocolata, *Megapitaria squalida* y un Cnidario del género *Stylatula sp.* (pluma de mar). Adicionalmente, entre los organismos crípticos se observó la presencia de poliquetos y crustáceos, habitantes de la infauna, los que no pudieron ser identificados por requerirse la extracción de los organismos. A continuación, se muestran las observaciones por transecto y la abundancia total en el área de estudio.

Tabla IV. 10 Abundancia de especies por transecto

Especies	T1 Oeste	T2 Sur	T3 Norte	T4 Este	Total
<i>Megapitaria squalida</i>	6	4	7	8	25
<i>Heliaster kuminji</i>	1	-----	-----	-----	1
<i>Stylatula sp.</i>	1	-----	-----	1	2
<i>Calamus brachysomus</i>	-----	2	1	2	5
<i>Diodon holocanthus</i>	-----	1	-----	1	2
<i>Urobatis halleri</i>	-----	-----	1	-----	1
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>36</b>

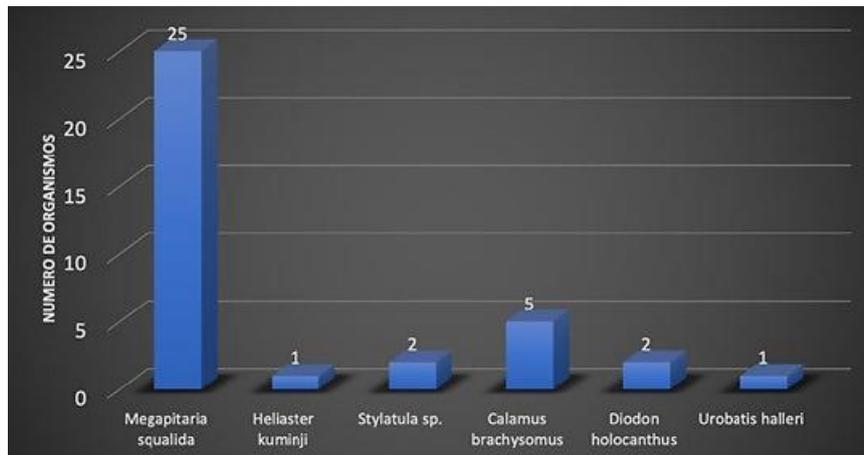


Figura IV. 80 Abundancia total de especies en la zona de estudio

Entre los invertebrados, *Megapitaria squalida* fue la especie más abundante con 25 individuos, seguida del género *Stylatula spp*, del cual se observaron sus madrigueras, pero al ser un organismo que vive dentro del sedimento, no se observó al organismo como tal. En las siguientes imágenes se ilustran dichas especies.



Figura IV. 81 *Megapitaria squalida*.

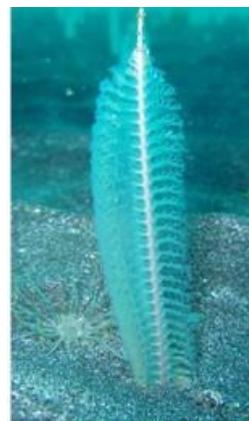


Figura IV. 82 *Stylatula sp.*

La almeja chocolata (*Megapitaria squalida*) se distribuye desde la Laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur, México, hasta Perú. Se encuentra sobre fondos arenosos o lodosos, a una profundidad entre 1 y 120 m. Esta especie se captura para consumo humano a nivel nacional local, la concha se utiliza en la elaboración de artesanías y representa una de las pesquerías de bivalvos más importantes en Baja California. A pesar de que en el noroeste de México es considerada una especie de bajo valor comercial, existe poca información sobre la dinámica poblacional y el estado actual de su pesquería.

En cuanto a los peces, *Calamus brachysomus* fue la especie más abundante, de la cual se observó en la sección sur un cardumen muy grande de sardinas, pero estas no fueron incluidas en los resultados ya que se observaron después del censo de peces.



Figura IV. 83 *Calamus braquiosomus*

*Calamus braquiosomus* habita usualmente en profundidades alrededor de 3 a 18 m. Las crías se encuentran en áreas poco profundas en bahías arenosas o en rocosas-arenosas. Probablemente se alimenta de invertebrados bentónicos y llega a ser capturado de forma incidental por redes de arrastre. Se distribuye en el Pacífico desde sur de California hasta Perú.

Dentro de los peces óseos, también se registró a *Diodon holocanthus*, que es una especie de pez globo asociado a los arrecifes de coral, que vive entre los 2 y los 200 m de profundidad en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, se alimenta durante la noche de moluscos, erizos de mar y cangrejos.



Figura IV. 84 *Diodon holocanthus*

En el censo de peces, solo se observaron dos especies de teleósteos y una especie de elasmobranquio que fue *Urobatis halleri*. La raya redondea común es un elasmobranqueo demersal

que habita en bahías y costas arenosas o fangosas, a una profundidad de 21 m, desde California hasta Panamá.



*Figura IV. 85 Urobatis halleri*

#### **IV.5 Paisaje**

Dentro del SA se considera que el sitio con mayor valor al paisaje visual es la laguna de Balandra. La preferencia de la gente de La Paz por Balandra, se debe en gran medida a que es la única playa que mantiene su paisaje natural, el cual no ha sido modificado por la presencia de infraestructura. Esta belleza del paisaje se ha convertido en un icono regional, por lo que sus imágenes se usan continuamente para promover las bellezas de la Bahía de La Paz. La conjunción de los elementos paisajísticos que se dan en la zona no se repite en otros sitios de la Bahía de La Paz. Además, la formación rocosa denominada "hongo de Balandra" ha acentuado que sea un área litoral emblemática para las y los pobladores de La Paz y un símbolo del municipio de La Paz.

Frente al sitio del proyecto, también se ubica la playa de Pichilingue, famosa por sus arenas blancas y poca profundidad de sus aguas. Es un paisaje ideal para el desarrollo de actividades de esnorqueleo y kayak (ver la siguiente figura).



Figura IV. 86. Playa de Pichilingue.

En la siguiente figura se muestran los diferentes paisajes circundantes al sitio del hundimiento del buque.

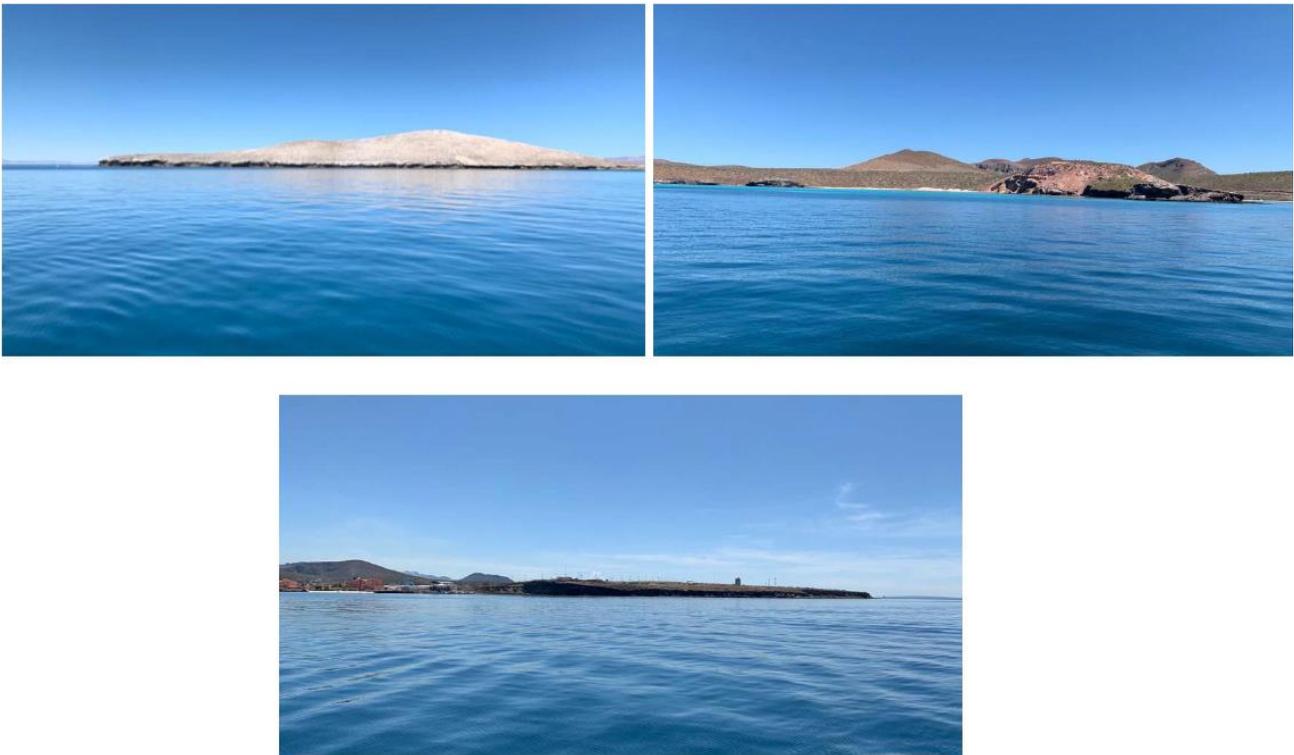


Figura IV. 87. Paisajes que bordean el sitio del proyecto donde se llevará a cabo el hundimiento del buque.

Si bien dentro del SA no se muestran rasgos de alguna modificación en el paisaje, es importante señalar que hacia el sur en el límite con el SA, es donde se muestran paisajes modificados por la acción antrópica.

Algunas de las actividades comerciales, turísticas e industriales requirieron de poner su infraestructura mar adentro, lo que ocasionó terrenos ganados al mar que fue el caso de embarcaderos y muelles turísticos, así como el Puerto marítimo Pichilingue; al sur y fuera del SA (tal y como se muestra en la siguiente figura), hay cambios bruscos en el paisaje costero como en Punta Prieta y la Península Artificial de San Juan Nepomuceno al sur del SA, y áreas donde fue necesario dragar sedimento como en la Granja Camaronera en Punta El Guano y la zona hotelera en Vista Coral. Recientemente, en los últimos años, debido a la creciente demanda económica y turística se ha comenzado la urbanización de la zona costera con fines residenciales, tal es el caso en el extremo oriental de El Mogote y la playa de La Concha. Quizás el ambiente playa – duna, que esta con mayor presión y una tasa rápida en el cambio del tipo de suelo y cobertura vegetal, es el área entre El Tecolote y Las Pilitas, ya que es la zona más visitada por la población regional (fuera del SA). Aquí se puede apreciar la reducción de las dunas frontales y destrucción de la escasa vegetación que las soporta, resultado del paso constante y duradero de automóviles y personas.



*Figura IV. 88. Líneas de costa modificados por la actividad turística y comercial en la península (antes isla) de San Juan Nepomuceno.*

Considerando la naturaleza del proyecto, éste no podrá ser percibido a simple vista desde la superficie, por lo que no generará un paisaje antrópico dentro del medio marino. La inclusión del buque en el fondo marino con predominancia de arenas, conforme transcurra el tiempo y se asimilen diversas especies de flora y fauna, elevará la calidad del paisaje visual del fondo marino, el cual podrá ser percibido por los turistas.

## IV.6 Medio Socioeconómico

El municipio que se verá beneficiado de forma directa por el desarrollo del proyecto será el municipio de La Paz, Baja California Sur, principalmente el sector turístico. En razón de lo anterior, a continuación se describen las características sociales, culturales y económicas en que se desarrolla el municipio.

### IV.6.1 Perfil sociodemográfico

#### Dinámica de la población

De manera general, Baja California sur es la entidad menos poblada del país. En cuanto al municipio de La Paz, se concentra el 37% de la población del estado, además de mencionar que ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos 50 años (ver la siguiente figura).



Figura IV. 89. Comportamiento de la población de 1950-2010.

En relación a los procesos migratorios, la ciudad de La Paz ha experimentado un intenso proceso migratorio.

La Paz es un centro urbano que concentra tanto el desarrollo económico como administrativo, generando con ello expectativas en las distintas comunidades del estado, y por consiguiente una gran migración de la población rural en busca de oportunidades, aunque esta tendencia está en disminución en los últimos años sobre todo si se compara con el incremento que se generó en los años setentas y ochentas.

La condición del régimen arancelario de zona libre originó que durante los años setentas, existiera una gran auge por la zona principalmente de comerciantes, factor que fortaleció con la entrada de transbordadores y que originó migraciones masivas a la ciudades de La Paz.

Actualmente, la migración está principalmente asociada a la actividad turística y en menor medida a la producción agrícola (jornaleros agrícolas), muchos de los migrantes son temporales o bien tienen alto movimiento dentro del estado, dependiendo de las distintas épocas del año.

Con relación al Puerto de Pichilingue no existe una población asentada; el puerto es administrado por la Administración Portuaria Integral (API) de Baja California Sur, la cual opera y administra los muelles comerciales, la terminal de transbordadores, los patios, las bodegas y áreas de atraque y fondeo.

#### **IV.6.2 Factores socioculturales**

Como parte de las tradiciones del municipio de La Paz, se celebran conmemoraciones cívicas de carácter nacional y regional; además, el 13 de mayo se realizan ferias y otras actividades en conmemoración de la fundación de la ciudad de La Paz, y el 24 de enero se festeja el Día de Nuestra Señora de La Paz, patrona del lugar. El desarrollo del proyecto no interferirá con las festividades que se llevan a cabo en el municipio.

#### **Sitios arqueológicos**

Dentro del SA no existen registros de sitios arqueológicos, por lo que el desarrollo del proyecto no implicará una afectación a sitios de valor cultural.

### **IV.6.3 Actividades económicas**

#### **IV.6.3.1 Turismo**

La principal actividad económica que se desarrolla en el municipio de La Paz es el turismo nacional e internacional.

En el Puerto de la Paz existe una gran gama de atractivos turísticos que van desde hermosos sitios naturales como la Isla Espíritu Santo e Isla Cerralvo, que son excelentes para practicar el buceo y descubrir especies de fauna marina como tiburones martillo y mantarrayas gigantes, hasta sitios para acampar y practicar el ecoturismo como Puerto Balandra y la Reserva de la Biosfera Sierra de La Laguna, así como el parque acuático Coromuel.

Las playas son un gran atractivo turístico. En el corredor de La Paz-Tecolote, las playas de valor turístico y con acceso directo son: La Paz, El Coromuel, La Concha, Costa Baja, El Caimancito, El Tesoro, Pichilingue, Balandra y El Tecolote. El proyecto se localizará en la zona marina mirando frente a la playa de Pichilingue.

Las actividades económicas relacionadas con el turismo son de gran importancia para la economía municipal. De acuerdo con la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna de Balandra (APFF), solo se han identificado dos prestadores de servicios turísticos en la zona cuya oferta de servicios incluye paseos en kayak y paddle board, campismo y buceo libre y autónomo (SEMARNAT-CONANP, 2016). Cabe señalar que la Dirección del APFF Balandra participo para determinar el sitio idóneo para el hundimiento del buque (ver Cap. II).

Relacionado al turismo, hacia el sur del sitio del hundimiento solo se encuentra un hotel de tres estrellas denominado Cantamar (ver la siguiente figura). Es un complejo turístico con 35 habitaciones estándar, suites y seis condominios de dos cuartos, y ofrecen el servicio de excursiones de buceo, nado con tiburón ballena y visitas a las loberas (los Islotes y San Rafaelito) y a la Isla Espíritu Santo.

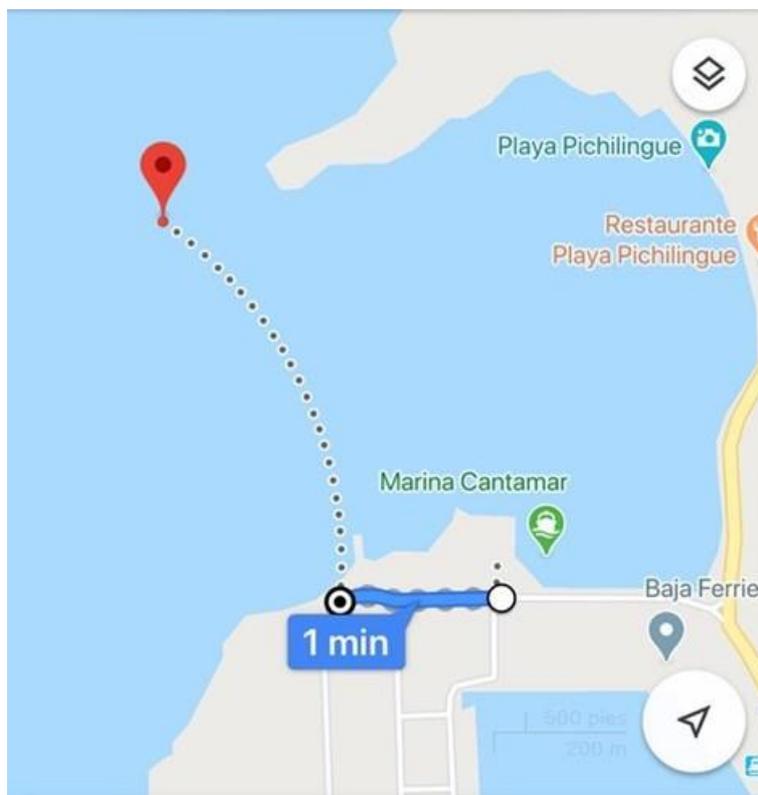


Figura IV. 90. Localización del Club Hotel Cantamar y distancia al sitio de hundimiento.

El proyecto tiene por objetivo crear un arrecife artificial mediante el hundimiento de un buque, por lo que en un futuro coadyuvará en el fomento de la actividad turística por el valor ambiental que representa este ecosistema.

#### IV.6.3.2 Pesca

La pesca tiene una importante participación en el desarrollo económico del municipio de La Paz. Las principales especies de captura en el municipio son de langosta, almeja, mantarraya, camarón, tiburón, cazón y calamar. Para la comercialización de estos productos, se cuenta con pescaderías propiedad de cooperativas pesqueras y otras de particulares. La pesca ha sido fundamentalmente ribereña. Esta actividad se lleva a cabo principalmente en La Paz, Todos Santos, El Sargento, La Ventana, El Conejo y Pescadero.

En cuanto al SA, únicamente se registran actividades económicas asociadas a la pesca comercial y deportivo-recreativa (SEMARNAT-CONANP, 2016).

Los sitios próximos al proyecto son caleta El Merito, playa Pichilingue y Unidad Pichilingue (instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California Sur). En la caleta El Merito, las

actividades antropogénicas permitidas incluyen el uso recreativo como día de playa, campismo y excursiones, sin embargo, debido al acceso restringido, su uso es casi nulo. El grado de disturbio en esta caleta es nulo (López-López, 2013).

En cuanto a la playa Pichilingue, esta recibe un uso diverso que incluye uso recreativo, para filmación, fotografía, campismo, pesca recreativa y comercial, además que existe una infraestructura náutica sencilla (un pequeño muelle). En relación a la Unidad Pichilingue perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ésta se encuentra ocupada por edificios e infraestructura náutica (muelle de la UABCS), los cuales son empleados para investigación.

### Acuicultura y pesquería ribereña

De acuerdo con la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA), en la zona existe el registro de cinco campos pesqueros, de los cuáles solo Pichilingue se ubica dentro del SA y el resto de las pesquerías en sus inmediaciones: estero de Puerto Balandra, Isla San Juan Nepomuceno, Punta Colorada y Playa Eréndira (ver la siguiente figura).

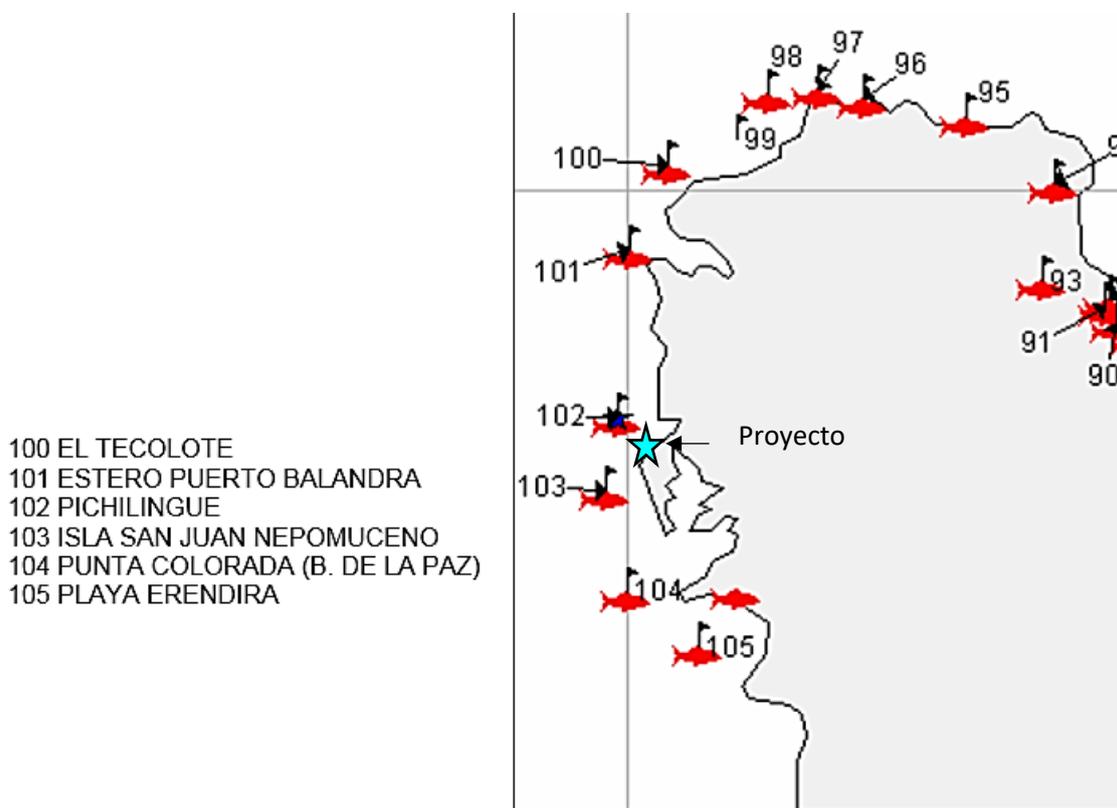


Figura IV. 91. Localización de los campos pesqueros en la zona de estudio. Modificado del Atlas de Localidades Pesqueras de la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura.

De acuerdo con Ramírez-Rodríguez (s/f de publicación), las capturas y su valor asociado en los campos pesqueros de la Bahía de La Paz: El Saladito, El Sauzoso, Las Ánimas, Pichilinge (ubicada en el SA) y San Juan de la Costa son del orden total de 44, 725 kg y representaron ingresos para los pescadores de la zona por \$ 902, 652.00 durante 2018.

En la Bahía de La Paz, destacan por su importancia, las capturas de cochito (*Balistes polylepis*), tiburón cazón (tiburones pequeños), huauchinango (*Lutjanus peru*) y almeja chocolate (*Megapitaria squalida*). Los demás recursos contribuyen con menos del 10% a la captura total (ver las siguientes figuras), tanto en valor como en monto de la captura.

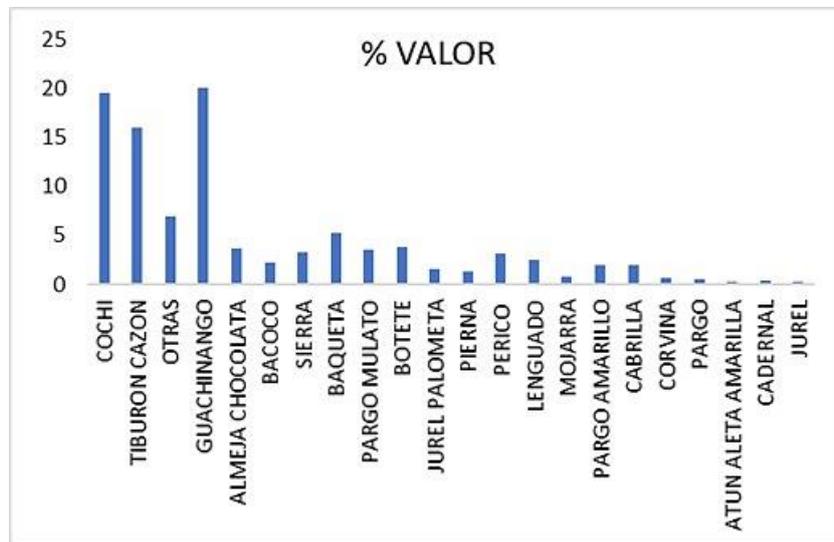


Figura IV. 92. Porcentaje en valor de las capturas realizadas en la Bahía de La Paz, (Ramírez-Rodríguez (s/f)).

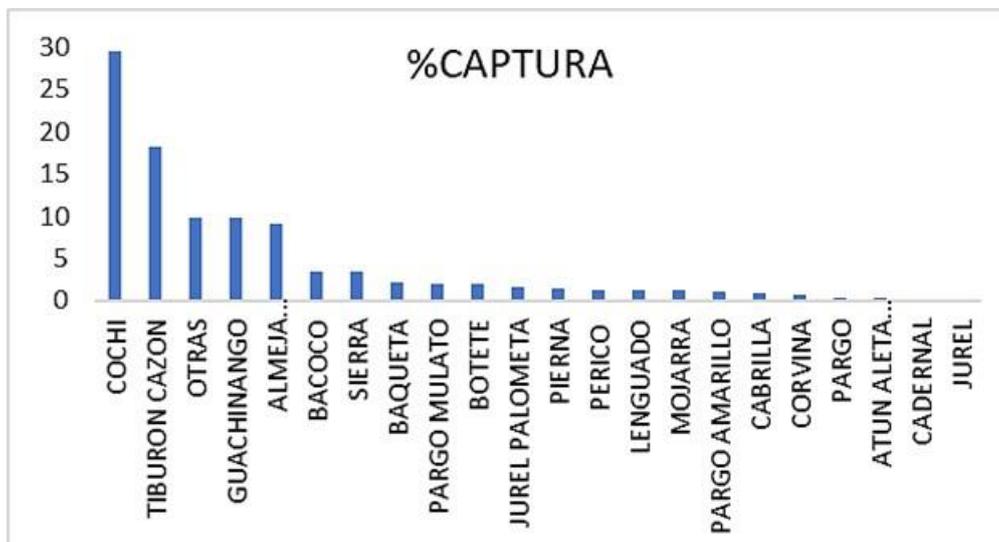


Figura IV. 93. Valor en porcentaje de las capturas realizadas en la Bahía de La Paz, (Ramírez-Rodríguez (s/f)).

La otra actividad preponderante cerca del SA es el cultivo de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y el jurel (*Seriola spp.*) por la empresa Ranchos Marinos de La Paz, S.A. de C.V., quienes tienen una concesión de 78.3235 ha, (ver la siguiente figura). La producción que reportó la empresa fue de 131.24 ton en 2015; 222.47 ton en 2016 y 335.97 ton en 2017 (peso vivo) de acuerdo con la CONAPESCA.

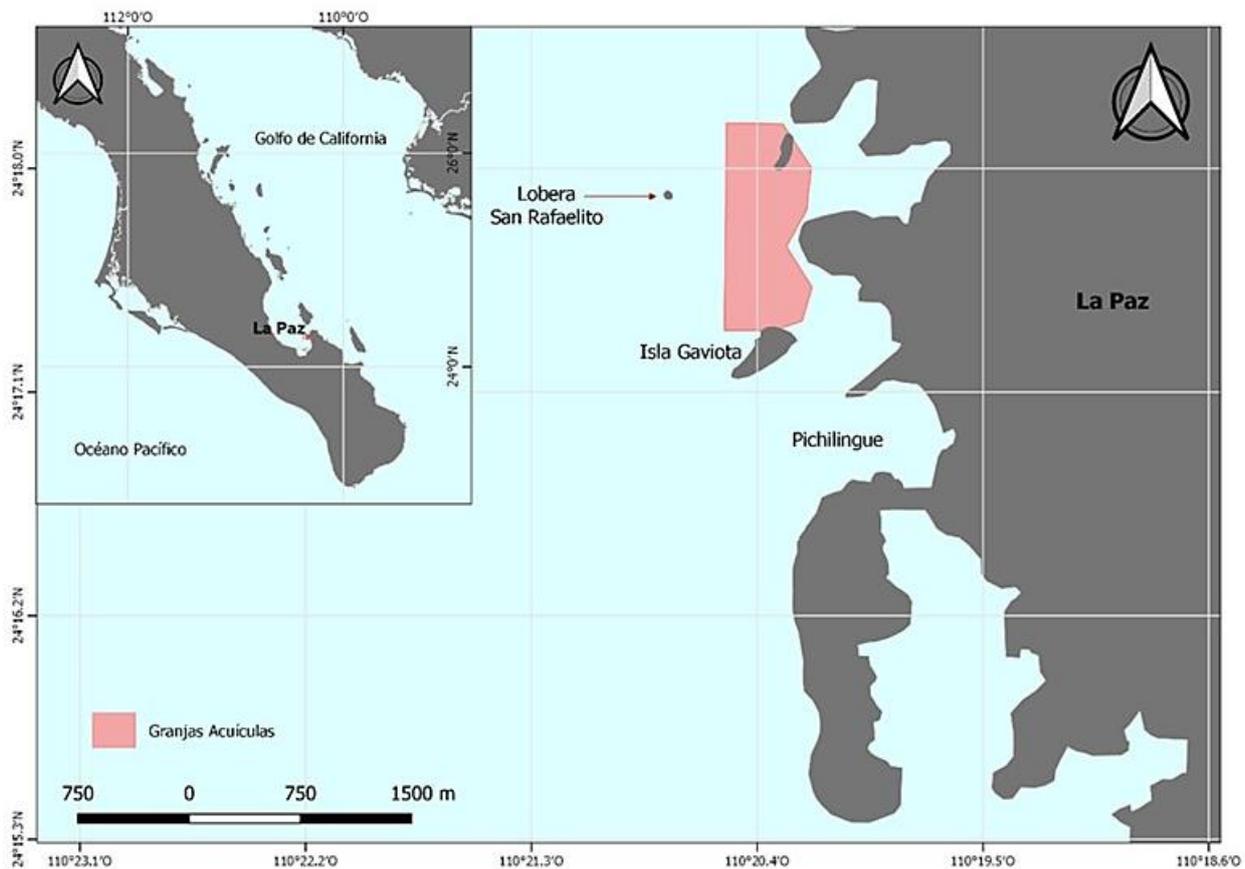


Figura IV. 94. Localización de la concesión para acuicultura comercial en el Sistema Ambiental.  
(Fuente CONAPESCA)

## Vías de comunicación

Es importante destacar las actividades relacionadas con las terminales de usos múltiples y de transbordadores de la Administración Portuaria Integral (API) de Baja California Sur en Pichilingue. Esta terminal cuenta con muelle de usos múltiples, muelle de pesca tipo marginal y tipo espigón, terminal de transbordadores y tres atracaderos.

La intensidad de la actividad de esta terminal portuaria está directamente ligada al desempeño de la actividad económica no solo del municipio de La Paz, sino del estado de Baja California Sur en su

totalidad. De acuerdo a la variación porcentual anual de las actividades terciarias del estado de Baja California Sur, reportado por el INEGI para el año 2019, fue de 3.76 %. Dentro de estas actividades terciarias se encuentran precisamente el comercio y los transportes, que pueden vincularse directamente a la actividad en la API.

El proyecto se ubicará al norte de este puerto y a una distancia de 650 m.

Se trata de un puerto de altura y cabotaje, abriga embarcaciones que transportan carga general, cemento a granel y gas LP, distinguiéndose por la atención a embarcaciones tipo Ferries (ver la siguiente figura) en sus rutas regulares La Paz-Mazatlán y La Paz-Topolobampo del estado de Sinaloa. Se reciben megacruceros cuyo pasaje se traslada a sitios turísticos del Puerto de La Paz.

La marina situada en el puerto de Pichilingue atiende el segmento de Turismo Náutico que comprende embarcaciones de recreo y yates turísticos, principalmente.



*Figura IV. 95. Puerto de Pichilingue.*

## IV.7 Diagnóstico Ambiental

La circulación del agua en la Bahía de La Paz es ciclónica (contrario a las manecillas del reloj), impulsada por los vientos del noreste (Coromuel). El agua de la bahía se introduce por su apertura norte de la misma Bahía y sale por el canal de San Lorenzo; por corrientes de marea que fluyen a una velocidad de 1 m/s (Torrez-Alfaro, 2010). En el caso del SA se encuentra influido por la hidrodinámica marina de la corriente de San Lorenzo, que como lo indica Álvarez y Murillo (1989), las aguas del Golfo de California se introducen en la bahía por el canal de San Lorenzo y en donde, a su vez, se presenta una zona de mezcla intensa producida por las corrientes de marea que alcanzan gran velocidad por lo somero y relativamente angosto del canal.

Los dos mecanismos de forzamiento más importantes en la Bahía de La Paz y por lo tanto en el SA son la **marea** y el **viento**.

Las **mareas** son mixtas y domina la marea semidiurna (Salinas- González, 2000). Jiménez-Illescas (1996) señala que el reflujo que se encuentra entre la pleamar superior y la bajamar inferior es el más intenso, ocasionando corrientes de marea muy fuertes, mayores a las que se presentan en el caso del flujo. Las corrientes alcanzan velocidades máximas en el canal de mareas de la Ensenada de La Paz (100 cm/s) y en el caso del canal de San Lorenzo (zona de influencia del SA) es mucho menor con 25 cm/s (Álvarez-Arellano y Murillo Jiménez, 1989).

En relación a los **vientos**, puede llegar a provocar corrientes más intensas que las de marea y dominar el patrón de circulación en el interior de la bahía (CONANP, 2006). Los vientos presentan dos direcciones preferenciales durante el año: durante el **verano-otoño**, los vientos proceden del sur que introducen al Golfo de California aguas cálidas del Pacífico tropical oriental, y en el **invierno-primavera** los vientos dominantes provienen del Norte y aumentan la influencia de las aguas de la corriente de California al interior del golfo (Álvarez-Arellano y Murillo-Jiménez, 1989). El comportamiento estacional de los vientos antes referido, es lo que determina el patrón de la dirección del oleaje en el SA.

Cabe resaltar que hacia Punta El Diablo (límite norte del SA) en la época de **verano y otoño**, se observa la presencia, si bien mínima, de aguas de origen transicional originadas por la mezcla de agua de la corriente de California, agua subtropical-superficial y agua tropical superficial (Cervantes-Duarte y Guerrero-Godínez, 1988). Este comportamiento origina un enriquecimiento

de nutrientes en la superficie del mar favoreciendo a las especies de la zona; sin embargo, es importante resaltar que este efecto de surgencia presenta un área de influencia muy reducida. Por su parte, el hundimiento del barco **no** ocasionará cambios en el efecto de surgencia debido a que el proyecto se localizará en mar abierto, por lo que no generará una barrera litoral que cambie la velocidad o trayectoria en las corrientes litorales y mucho menos de las corrientes regionales subtropicales y tropicales provenientes del Golfo de California que producen el efecto de surgencia.

En cuanto a los procesos geomorfológicos costeros a nivel regional dentro de la bahía de la Paz, y conforme al comportamiento de la dirección de las corrientes, el mayor flujo de corrientes proviene de la boca norte de la Bahía de La Paz, lo que produce que la mayor parte de los sedimentos sean depositados hacia el sur de la Bahía de La Paz en la barra El Mogote. La abundancia de este ambiente de depósito al sur de la bahía de la Paz, está relacionada a la batimetría que disminuye paulatinamente hacia la barrera arenosa, provocando que el oleaje incidente del norte pierda fuerza al llegar a la costa y permitiendo que las corrientes costeras transporten y distribuyan el sedimento desde la margen oeste de la bahía hacia el este, depositándolo en las orillas de la barrera arenosa El Mogote. En el caso del SA al ser un ambiente completamente marino no existen zonas de playa, sin embargo los límites de la zona litoral del SA si colinda con zonas de playa. Al respecto, de estas playas colindantes con el SA, su aporte de sedimentos proviene del continente; sin embargo, este aporte es mínimo en relación a las playas del oeste y sur de la Bahía de La Paz, ya que las subcuencas hidrológicas que las alimentan son pequeñas. De acuerdo con Velasco García (2009), la acción del oleaje, las corrientes marinas y las mareas arrancan material de los promontorios rocosos del SA, lo acumula al pie del acantilado y forma un depósito que, al principio, queda bajo el agua pero después puede emerger formando una pequeña playa, lo cual puede explicar la existencia de las playas del SA.

En síntesis, el aporte de sedimentos de las playas que colindan con los límites del SA provienen de diferentes fuentes: de los procesos erosivos de los acantilados o promontorios de la línea de costa inmediata al SA, así como del aporte fluvial, aunque mínimo, de la zona continental, y por las corrientes marinas. En cuanto a los procesos que influyen directa y rápidamente en la *dinámica costera* de las caletas, como ya se mencionó antes, son el oleaje, el viento, las mareas, las corrientes marinas y la actividad antropogénica. Mientras que factores como la litología, las estructuras tectónicas y los eventos extraordinarios climáticos, como los ciclones, actúan de manera local dependiendo su predominancia u ocurrencia.

Es importante señalar que la punta rocosa El Diablo (límite norte del SA) y la península de San Juan Nepomuceno (límite sur del SA), representan un límite en los procesos hidrodinámicos del SA, ya que constituyen un límite natural de la celda litoral. El desarrollo del proyecto no generará un cambio en la dinámica del transporte de sedimentos debido a que el hundimiento se llevará a cabo en mar abierto respetando una distancia de 240 metros de punta Gaviota, por lo que no generará una barrera litoral en el transporte del agua marina y de los sedimentos.

En cuanto a la playa Pichilingue (playa más cercana al sitio donde incidirá el proyecto), tiene usos diversos como el recreativo, para filmación, fotografía, campismo, pesca recreativa y comercial, además que existe una infraestructura náutica sencilla (un pequeño muelle). En este sitio, el grado de disturbio geomorfológico e hidrológico es alto, debido a que se ha alterado la geomorfología de la barra que separa a la laguna de la caleta, así como el canal de marea, que fue alterado para facilitar el paso de vehículos. Por otro lado, existe contaminación por desechos domésticos y químicos como aceite y gasolina, que descargan hacia la zona de la barra (López-López, 2013). En la unidad Pichilingue perteneciente a la Universidad Autónoma de Baja California Sur, ésta se encuentra ocupada por edificios e infraestructura náutica (muelle de la UABCS), los cuales son empleados para investigación. El grado de disturbio geomorfológico del sitio es alto, debido a las modificaciones antropogénicas producidas con las construcciones, mismas que eventualmente tuvieron una repercusión en la hidrología (muelle). Por último, aunque a un menor grado, se ha registrado contaminación por residuos urbanos (López-López, 2013).

Por su parte, el desarrollo del proyecto no generará un cambio en la dinámica de transporte de sedimentos de las playas que colindan con los límites del SA, debido a que la morfología de las caletas presenta salientes o puntas rocosas que resguardan a las playas con arena de la energía del oleaje.

Por otro lado, en el área del proyecto, se realizó un levantamiento de video y fotografía submarina, con ello se pudo determinar que las características del sedimento a lo largo y ancho del polígono de estudio fue similar, este está compuesto de **arenas finas carbonatadas**, no existen rocas de ningún tamaño en el fondo marino, ni vegetación, lo que permite deducir que es un **ambiente estrictamente arenoso**. Así mismo, el análisis batimétrico en el sitio del proyecto permitió identificar que es un ambiente con baja pendiente con 2.74° de inclinación y está se reduce aún más a lo largo de 40 m sobre el punto de hundimiento, donde fue solamente de 0.01° de inclinación. Este

resultado es relevante y permitió concluir que la zona elegida para el hundimiento del barco cumple con las características de inclinación del fondo idóneas para este tipo de estructuras.

En relación al medio biótico, la Bahía de La Paz ha sido ampliamente estudiada reportándose para ésta una alta diversidad de especies, la cual se encuentra en mayor parte concentrada dentro de las ANP's APFF Balandra y el PNArchipiélago Espíritu Santo, sin que el proyecto incida en éstas.

En el medio marino que propiamente nos compete, la diversidad se encuentra ligada al tipo de sustrato, de forma que el de mayor importancia en términos de riqueza faunística, es el rocoso, seguido por el mixto (roca-arena) y por último el arenoso.

La abundancia y diversidad biótica que se tiene en la Bahía de La Paz indican que en la actualidad la presión antropogénica no es relevante. Es un área que sostiene diversas pesquerías artesanales pero que contribuyen de manera significativa a la economía de un sector importante de la población del municipio de La Paz.

Los recursos bióticos también son sustento de actividades turísticas, como la pesca deportiva y el avistamiento de fauna como el lobo marino, así como el buceo en algunas zonas con riqueza bentónica apreciable. De esta forma, con la planeación y promoción adecuada podrían tener un mayor impacto en la economía local y del estado; sin embargo, dichas actividades turísticas deberán desarrollarse de manera ordenada para que se tenga un aprovechamiento sustentable de los recursos.

En cuanto a la presencia de arrecifes dentro del SA, se tienen registros de algunos parches coralinos y un arrecife artificial (Punta Diablo), mientras que en el área del proyecto el sustrato está compuesto exclusivamente de arenas finas con contenido de carbonatos, lo que provoca la ausencia de estructuras duras como rocas o corales que le confieran estructura tridimensional al mismo. Por esta razón, la presencia de organismos se ve limitada a especies habitantes de la infauna (dentro del sedimento), generalmente compuesta de moluscos bivalvos, crustáceos, anélidos y en menor proporción otros grupos de invertebrados.

Si bien se tiene presencia de mamíferos marinos en la Bahía de La Paz, son especies que tienden a moverse de acuerdo a la disponibilidad de alimento hacia zonas con altas productividades que cumplan con sus elevados requerimientos nutricionales, por lo que si bien la Bahía de La Paz

representa un área rica en diversidad, el SA y la zona donde se pretende realizar el hundimiento, por sus características de sustrato no presenta una zona de alta productividad que sirva de atrayente para grandes especies de mamíferos marinos. Sin embargo, el desarrollo del arrecife puede aumentar dicha productividad y funcionar como un atrayente para algunas especies de fauna.

En cuanto al paisaje dentro del SA, se ha mantenido estable sin presencia de infraestructura; sin embargo, hacia el norte del SA, dentro del APFF de Balandra, aunque no se cuenta con desarrollos turísticos, existe un gran interés por parte de algunas compañías inmobiliarias en llevar a cabo desarrollos turísticos debido a la gran demanda y expansión de áreas para fines de recreación y descanso. Las playas que se encuentran en el APFF Balandra, actualmente representan uno de los sitios de recreación preferidos para las familias pequeñas, ya que tradicionalmente han sido usadas para "ir a la playa", y para campamentos temporales de esparcimiento e integración familiar. A pesar de lo anterior, los ecosistemas de esta zona se encuentran en buen estado de conservación gracias a que las condiciones desérticas del área, en conjunto con la poca disponibilidad de agua, han servido de limitación para el desarrollo de actividades antropogénicas. Si bien es cierto que en términos generales los ecosistemas de Balandra están en buen estado de conservación, existen también algunas áreas con impactos en donde las actividades de turismo y esparcimiento familiar se llevan a cabo, y en donde los visitantes tienen acceso con sus vehículos hasta la zona de playa (SEMARNAT-CONANP, 2016).

Si bien hay intervención antropogénica dentro del SA, principalmente turística y de tránsito de embarcaciones, la zona comprendida dentro de la Bahía de La Paz y zonas cercanas al SA se encuentra bien conservada, situación que se espera continúe con el transcurrir del tiempo debido a que existen esfuerzos dirigidos hacia la conservación de dichas zonas.

Dado lo anterior, el desarrollo del proyecto generará un impacto benéfico porque ayudará a fomentar la conservación de esas áreas, considerando que los arrecifes artificiales, como el que se propone, funcionan como sustrato para organismos que sean capaces de colonizarlos. Se ha reportado que la colonización de los arrecifes artificiales se ha practicado con diferentes propósitos, entre los cuales destacan el incremento en la actividad pesquera, promoción de la productividad acuícola, creación de sitios de pesca recreativa y/o turismo submarino, protección de hábitats, conservación de la biodiversidad regional, disminución de presión sobre arrecifes

naturales y diversificación de la economía. De modo que la formación del arrecife artificial estará creando hábitats favorables para la flora y fauna del área, ayudando a aumentar las abundancias de organismos ahora existentes, y a su vez reduciendo la presión ejercida por actividades antropogénicas que actualmente se desarrollan en zonas con parches arrecifales en el área de la BLP.

La Bahía de La Paz es una región bien conservada y con alta diversidad en cuanto a fauna bentónica; sin embargo, la zona donde se encuentra el SA y el área del proyecto, por sus características principalmente del sustrato y de flora marina, no representa un área donde se tenga una amplia riqueza de especies, de forma que el hundimiento del barco no causará afectaciones significativas al medio, mientras que la posterior formación del arrecife estará creando zonas de oportunidad para el establecimiento de especies en un área en la que sin la presencia del proyecto no sería posible, aumentando así la riqueza y abundancia de flora y fauna en el área.



## **ARRECIFE ARTIFICIAL “JUAN ANTONIO DE LA FUENTE”**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

### **CAPÍTULO V**

**IDENTIFICACIÓN,  
DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN  
DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES.**

## Contenido

<b>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.</b> -----	<b>4</b>
<b>V.1. Introducción</b> -----	<b>4</b>
<b>V.2. Metodología de evaluación de impactos ambientales</b> -----	<b>6</b>
<b>V.2.1 Identificación</b> -----	<b>6</b>
<b>V.2.2 Evaluación</b> -----	<b>6</b>
<b>V.3. Identificación de impactos ambientales</b> -----	<b>10</b>
<b>V.3.1 Actividades del proyecto.</b> -----	<b>10</b>
<b>V.3.2 Identificación de los impactos ambientales negativos del proyecto.</b> ----	<b>10</b>
<b>V.3.3 Evaluación de los impactos ambientales</b> -----	<b>12</b>
<b>V.4. Análisis y descripción de los impactos ambientales del proyecto</b> -----	<b>14</b>
<b>V.4.1 Alteración de la calidad del agua marina</b> -----	<b>14</b>
<b>V.4.2 Modificación del fondo marino</b> -----	<b>14</b>
<b>V.4.3 Alteración de la calidad del aire</b> -----	<b>14</b>
<b>V.4.4 Modificación del confort sonoro</b> -----	<b>15</b>
<b>V.4.5 Pérdida de individuos</b> -----	<b>15</b>
<b>V.4.6 Impactos positivos del proyecto</b> -----	<b>16</b>
<b>V.5. Conclusiones</b> -----	<b>18</b>
<b>ANALISIS INTEGRAL</b> -----	<b>20</b>

<b>Tabla V.1 Tabla de valores y criterios de los atributos. Fuente: Conesa V. (2010).</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabla V.2 Rangos de significancia. Fuente: Conesa V. (2010).</b> .....	<b>10</b>
<b>Tabla V.3 Matriz de identificación de interacciones negativas.</b> .....	<b>11</b>
<b>Tabla V.4 Impactos ambientales negativos del proyecto. Fuente: elaboración propia.</b> .....	<b>12</b>
<b>Tabla V.5 Matriz de evaluación de los impactos ambientales negativos del proyecto.</b> <b>Fuente: elaboración propia.</b> .....	<b>13</b>

**Figura V.1 Definición grafica del impacto ambiental. Fuente: Conesa V. (2010). ..... 5**  
**Figura V.2 Medio, componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna  
afectación. Fuente: elaboración propia..... 11**

## **V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.**

### **V.1. Introducción**

Los arrecifes artificiales se conciben claramente por sus beneficios previstos; de acuerdo a Palomares M. y Thiaw I. (2010<sup>1</sup>), los posibles beneficios que proveen estas estructuras son: mejora de las características biológicas del sitio, de los alrededores y de las comunidades infaunales, desviación o redistribución de las cargas turísticas de la zona y de la presión que esta ejerce a sistemas naturales sensibles, protección de ecosistemas vulnerables, compensación de la pérdida de hábitats, e inclusive el restablecimiento de comunidades biológicas después de ocurrido un fenómeno natural.

Asimismo la SEMARNAT (2017<sup>2</sup>) coincide que la creación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de un barco es una opción viable para conservar y/o recuperar ecosistemas marinos naturales, así como coadyuvan a reducir la presión sobre los arrecifes naturales expuestos a la sobreexplotación de buceo turístico o de extracción de recursos, generan espacios para dar cabida a especies de flora y fauna marina, e impulso al turismo sostenible y de la investigación académica, entre otros.

Como se ha mencionado, el proyecto pretende realizar el hundimiento de un buque para crear un arrecife artificial, que proveerá de hábitat para la colonización y protección de especies marinas y, a su vez, promoverá actividades recreativas como el buceo; no obstante, también pueden tener efectos negativos, por lo que se deben evaluar los impactos ambientales que el proyecto generará.

De acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) un impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. También, diversos autores como Conesa V. (2010<sup>3</sup>), definen a un impacto ambiental como las alteraciones de carácter negativo o benéfico que se producen en el ambiente como

---

<sup>1</sup> Palomares M. y Thiaw I. 2010. Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

<sup>2</sup> SEMARNAT 2017. Los arrecifes artificiales ayudan a conservar los naturales. Retomado de: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/los-arrecifes-artificiales-ayudan-a-conservar-los-naturales?idiom=es>

<sup>3</sup> Conesa Fdz-Vítora. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. España. Ediciones Mundi prensa.

resultado de una actividad humana (desarrollo del proyecto), en comparación con lo que hubiese ocurrido si la actividad no se hubiese dado (ver siguiente figura), y que puede variar en función del tiempo.

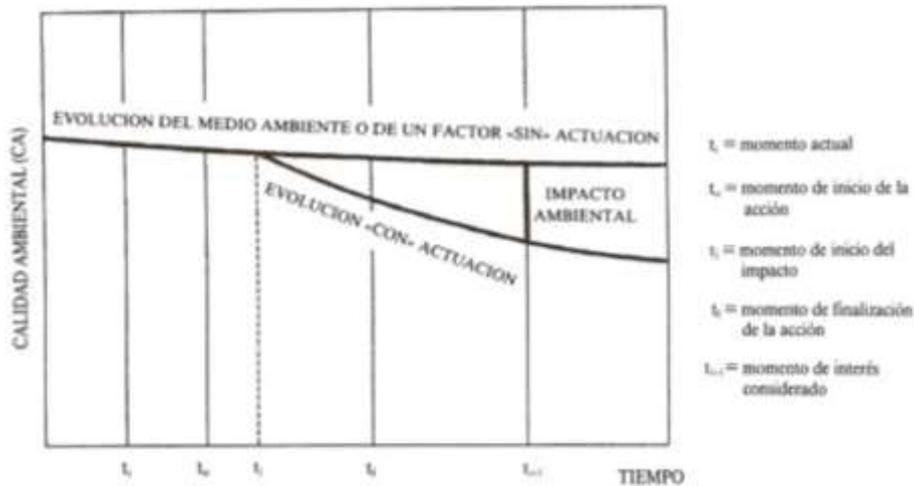


Figura V.1 Definición gráfica del impacto ambiental. Fuente: Conesa V. (2010).

Del proyecto se obtendrán impactos positivos, pero sólo serán sujetos de evaluación los impactos negativos, por lo que en el presente capítulo se desarrolló una *Metodología de evaluación de impactos ambientales* para determinar cuáles son las actividades del proyecto que generarán afectaciones negativas, y si estas resultan significativas acorde a la definición de la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), en el cual establece como impacto significativo:

*“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”.*

La *Metodología de evaluación de impactos ambientales* para el proyecto sigue los lineamientos y pasos principales para la elaboración de un Capítulo V requeridos para una MIA-P, los cuales son: primero, se realiza la **identificación** de las actividades que generarán impactos ambientales, y de los componentes ambientales susceptibles de afectación; después, se realiza la **evaluación** de las interacciones del proyecto con los componentes ambientales para determinar la significancia del

impacto; y por último, se realiza un análisis y **descripción** de los impactos ambientales identificados.

Debido a que el proyecto también generará impactos positivos, se realizará la descripción de los mismos.

## **V.2. Metodología de evaluación de impactos ambientales**

Bajo el contexto anterior, la metodología se desarrolló conforme a los siguientes puntos:

### **V.2.1 Identificación**

Se tomó en cuenta la descripción del proyecto, ya expuesta en el Capítulo II, para identificar las actividades del proyecto que generarán impactos ambientales; asimismo, se tomaron en cuenta tanto las condiciones ambientales del SA, como las del área del proyecto, expuestas en el Capítulo IV, para identificar los componentes y factores ambientales susceptibles de recibir afectación por su desarrollo; finalmente, se denominaron los impactos ambientales.

Lo anterior se llevó a cabo con la selección de los componentes y factores susceptibles de recibir impacto, y se elaboró una matriz de interacción en donde se cruza la actividad del proyecto con los componentes y factores. Como último paso de identificación de impactos, también se elaboró una tabla de los impactos ambientales del proyecto en donde se presentan, en las primeras columnas, los componentes y factores, en la de en medio se establecen los impactos como frases que asocian la modificación del entorno consecuencia del establecimiento y desarrollo del proyecto, y en la última columna, se exponen las causas que los producen.

De manera conjunta, se tomó en cuenta el análisis de los instrumentos jurídicos vinculantes del Capítulo III para saber si el componente y/o factor ambiental que recibirá una afectación, se encuentra incluido en algún instrumento jurídico, normativo o de planeación y, de esta manera, establecer criterios de valoración para la evaluación de los impactos ambientales.

### **V.2.2 Evaluación**

Conforme lo establece Gómez D. (2002<sup>4</sup>), el valor de un impacto ambiental mide la gravedad del mismo cuando es negativo y el "grado de beneficio" cuando es positivo; en ambos casos, el valor se

---

<sup>4</sup> Gómez, D. 2002. Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado o beneficiado y al significado ambiental de dicha alteración. Es así que los impactos ambientales negativos de este proyecto se pudieron evaluar en términos de importancia y magnitud.

### **V.2.2.1. Determinación de la importancia.**

La medición de la importancia está basada en el grado de manifestación cualitativa del efecto de la acción, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la acción producida, como de la caracterización del efecto. En este sentido, se realizó una *Matriz de evaluación de impactos ambientales negativos*, donde se exponen los componentes, factores e impactos, así como la actividad que los genera, y se determinó el índice de importancia atribuyéndoles un valor del 1 hasta el 12 de acuerdo a 10 atributos de tipo cualitativo, que fueron tomados de la metodología propuesta por Conesa, V. (2010), los cuales caracterizan y evalúan dicha afectación a través diferentes criterios (ver Tabla V.1), para después realizar el siguiente algoritmo que permite determinar la importancia:

$$I = IN + EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC$$

Los criterios para valorar cada uno de los atributos cualitativos que caracterizarán la importancia del impacto, obtenidos de la propuesta de Conesa, V. (2010) y modificados a partir de la naturaleza del proyecto se presentan a continuación.

*Tabla V.1 Tabla de valores y criterios de los atributos. Fuente: Conesa V. (2010).*

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
<b>Intensidad (IN)</b> El grado de incidencia de la acción sobre el factor	<i>Baja</i> Su efecto tiene una modificación mínima del factor considerado.	<i>Mediana</i> Su efecto provoca alteraciones en algunos de los factores del medio del SA.	<i>Alta</i> Su efecto provoca alteraciones en todos los factores del medio del SA.	<i>Muy alta</i> Su efecto provoca una modificación en los factores del medio y/o procesos fundamentales de funcionamiento.	<i>Total</i> Destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto.
<b>Extensión (EX)</b> Área de influencia del impacto en relación con el entorno del proyecto	<i>Puntual</i> Cuando la acción impactante produce un efecto en áreas específicas dentro del área del proyecto.	<i>Parcial</i> Cuando la acción produce un efecto en todo el área del proyecto.	<i>Extenso</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del área del proyecto pero dentro en el SA.	<i>Total</i> Cuando la acción produce un efecto más allá del SA.	<i>Critica</i> Cuando la acción produce un efecto puntual pero se produce en un lugar crítico.

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
<b>Momento (MO)</b> El tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio	<i>Largo plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido es mayor a 5 años.	<i>Mediana plazo</i> Cuando el tiempo transcurrido es de 1 a 5 años.	<i>Inmediato</i> Cuando el tiempo transcurrido es inmediato	<i>Critico</i> Cuando se genera la acción en un momento crítico de funcionamiento del factor.	No aplica
<b>Persistencia (PE)</b> El tiempo en el que permanecerá el efecto a partir de su aparición	<i>Fugaz</i> Recuperación rápida tras el cese de la actividad.	<i>Temporal</i> Cuando el tiempo de permanencia es menor a 1 año.	<i>Permanente</i> Cuando el tiempo de permanencia es mayor a 1 año.	No aplica	No aplica
<b>Reversibilidad (RV)</b> La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales	<i>Reversible a Corto plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural en menos de 1 año.	<i>Reversible a Medio plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural de 1 a 10 años.	<i>Reversible a Largo plazo</i> Cuyo efecto puede retornar de forma natural después de 10 años.	<i>Irreversible</i> Alteración imposible de reparar por la acción natural.	No aplica
<b>Sinergia (SI)</b> El incremento simultáneo de varios agentes o acciones	<i>Sin sinergismo</i> Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	<i>Sinérgico</i> 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.	No aplica	No aplica
<b>Acumulación (AC)</b> El incremento progresivo de un efecto	<i>No acumulativo</i> Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten al mismo factor dentro del SA.	No aplica	<i>Acumulativo</i> Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SA.	No aplica	No aplica
<b>Efecto (EF)</b> Relación causa-efecto	<i>Indirecto</i> El efecto no tiene incidencia inmediata en algún factor, pero si una relación próxima.	No aplica	<i>Directo</i> El efecto tiene incidencia inmediata en algún factor.	No aplica	No aplica
<b>Periodicidad (PR)</b>	<i>Único</i>	<i>Irregular</i>	<i>Periódico</i>	<i>Continuo</i>	No aplica

Atributo	Valor				
	1	2	4	8	12
<b>La regularidad de la manifestación</b>	Cuando el efecto se manifiesta una sola vez.	Cuyo efecto se manifiesta de forma irregular en el tiempo.	Cuyo efecto se manifiesta de forma regular en el tiempo.	Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en el tiempo.	
<b>Recuperabilidad (MC) Posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios humanos</b>	<i>Recuperable a corto plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medidas correctoras en menos de 1 año.	<i>Recuperable a medio plazo</i> Cuyo efecto puede eliminarse con medias correctoras en más de 1 año.	<i>Mitigable</i> Cuyo efecto puede minorarse con medidas correctoras.	<i>Irrecuperable</i> Alteración imposible de reparar por medios humanos.	No aplica

### V.2.2.2. Determinación de la magnitud.

En tanto, la **magnitud** se expresa en términos de la extensión, intensidad y duración de la alteración al componente. Es por ello que para obtener este índice se realizó un algoritmo simple creado a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación<sup>5</sup> y modificado para el proyecto, utilizando los atributos previamente evaluados de: IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia) y realizando el siguiente algoritmo:

$$\text{Magnitud} = (\text{IN} \times 4) + (\text{EX} \times 4) + (\text{PE} \times 2)$$

Posteriormente se realizó la suma de la Importancia con la Magnitud, multiplicada por un menos uno por tratarse de impactos negativos, para obtener la valoración final.

$$\text{Valoración final} = -1 (\text{Importancia} + \text{Magnitud})$$

Después de haber realizado la valoración de los impactos ambientales se determinó el nivel de afectación de impactos, de acuerdo a los siguientes intervalos:

<sup>5</sup> FAO, 1995. Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes de la X Región de Chile. Roma, Italia.

Tabla V.2 Rangos de significancia. Fuente: Conesa V. (2010).

Significancia	Rango	Definición
Irrelevante	< -30	Impacto no significativo que provoca alteraciones de muy baja afectación a los componentes que no comprometen la integridad de los mismos.
No significativo	Entre -31 y -45	Impacto no significativo que afectan a los componentes sin poner en riesgo los procesos ecosistémicos de los que forman parte.
Relevante	Entre -46 y -80	Impacto significativo que provoca alteraciones que requieren medidas de mitigación y/o compensación para no afectar el funcionamiento o estructura del ecosistema dentro del SA.
Significativo	> -81	Impacto significativo 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.

### V.3. Identificación de impactos ambientales

De acuerdo a la metodología anteriormente expuesta, a continuación se presentan los resultados obtenidos de la identificación de los impactos ambientales.

#### V.3.1 Actividades del proyecto.

Como ya se ha descrito en el Capítulo II, el proyecto realizará el hundimiento del buque y su anclaje al fondo con el objetivo de crear un arrecife artificial, por lo que se evaluarán los impactos ambientales que esta actividad generará.

#### V.3.2 Identificación de los impactos ambientales negativos del proyecto.

Para determinar los componentes y factores ambientales susceptibles de afectación, se consideró la línea base del capítulo anterior, donde se expusieron las características del entorno tanto en el SA como área del proyecto, para después dividirlo en medio, componente y factor<sup>6</sup>, como se muestra a continuación.

---

<sup>6</sup> Se entiende por medio a la agrupación de componentes o elementos ambientales que tienen alguna característica en común; componente o elemento ambiental, que se trata de cada una de las partes excluyentes entre sí, en las que se puede dividir para su análisis un sistema o subsistema ambiental; y factor que es la característica medible y/o cuantificable del ambiente (Garmendia A. *et al.* 2005).

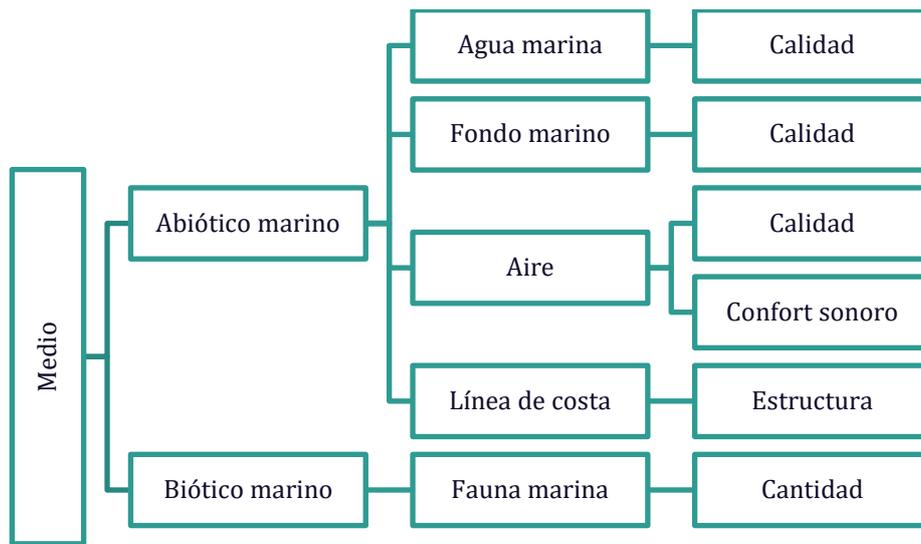


Figura V.2 Medio, componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación. Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se realizó una *Matriz de identificación de interacciones negativas* en donde se cruzan las actividades identificadas con los componentes y factores anteriores si hay afectación, la cual permite la cuantificación de las actividades que afectarán con mayor frecuencia cada componente ambiental identificado.

Tabla V.3 Matriz de identificación de interacciones negativas.

Medio	Componente	Factor	Hundimiento y anclaje al fondo	Suma de interacciones por factor	Suma de interacciones por componente
Abiótico marino	Agua marina	Calidad	1	1	1
	Fondo marino	Calidad	1	1	1
	Aire	Calidad	1	1	2
		Confort Sonoro	1	1	
	Línea de costa	Estructura		0	0
Biótico marino	Fauna marina	Cantidad	1	1	1
Suma de interacciones por actividad			5	5	

Como se puede observar en la matriz anterior, la línea de costa no será modificada por el proyecto ya que el buque no generará una barrera continua como lo hacen otras estructuras, tales como: espigones, muelles de piedra u otras embarcaciones de mayor eslora (longitud), aunado a que el sitio de hundimiento del buque se encuentra lejano a la línea de costa (aproximadamente 240 m), la profundidad a la que estará es tal que no afectará rutas de navegación (mayor a 20 m), y no se encontrará en un sitio semicerrado como en bahía.

A continuación se muestra la tabla de los componentes que conforman el SA, los impactos ambientales negativos que generará el desarrollo del proyecto, y las causas que los producirán.

*Tabla V.4 Impactos ambientales negativos del proyecto. Fuente: elaboración propia.*

Medio	Componente	Factor	Impacto	Causa
<b>Abiótico marino</b>	Agua marina	Calidad	Alteración de la calidad del agua marina	El hundimiento del buque provocará la resuspensión de sedimentos que alterarán temporalmente la calidad del agua.
	Fondo marino	Calidad	Modificación del fondo marino	Las perforaciones para el anclaje del buque, modificará el fondo marino de manera puntual.
	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire	La emisión de gases derivados del uso de explosivos para el hundimiento del buque (que llevará a cabo la SEMAR), alterará temporalmente la calidad del aire.
		Confort sonoro	Modificación del confort sonoro	La generación de ruido por el uso de explosivos para el hundimiento del buque, modificará temporalmente el confort sonoro.
<b>Biótico marino</b>	Fauna bentónica	Cantidad	Pérdida de individuos	Por el hundimiento y colocación del buque se afectarán aquellos individuos bentónicos (infauna) que pudieran encontrar en el sitio.

Dicho lo anterior, los impactos se evaluaron para identificar la significancia.

### **V.3.3 Evaluación de los impactos ambientales**

Como resultado de la aplicación de la metodología, a continuación se muestra la *Matriz de evaluación de los impactos ambientales negativos del proyecto*, misma que permite conocer la **significancia** de los impactos por componente, factor y actividad en la que se suscitan. Para la interpretación de esta matriz, se muestran los colores correspondientes a la significancia de los impactos.

*Tabla V.5 Matriz de evaluación de los impactos ambientales negativos del proyecto. Fuente: elaboración propia.*

Medio	Componente	Factor ambiental	Impacto	Actividad	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	M	Valoración final	Significancia	
Abiótico marino	Agua marina	Calidad	Alteración de la calidad del agua marina	Hundimiento y anclaje	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	16	10	-26	Irrelevante	
	Fondo marino	Calidad	Modificación del fondo marino	Hundimiento y anclaje	1	1	4	4	2	1	1	4	1	1	20	16	-36	No significativo	
	Aire	Calidad	Alteración de la calidad del aire	Hundimiento y anclaje	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	1	16	10	-26	Irrelevante
		Calidad	Modificación del confort sonoro	Hundimiento y anclaje	1	1	4	1	1	1	1	1	4	1	1	16	10	-26	Irrelevante
Biótico marino	Fauna bentónica	Cantidad	Pérdida de individuos	Hundimiento y anclaje	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	18	16	-34	No significativo	

Dónde: IN= Intensidad, EX= Extensión, MO= Momento, PE= Persistencia, RV= Reversibilidad, SI= Sinergia, AC= Acumulación, EF= Efecto, PR= Periodicidad, MC= Recuperabilidad; I= Importancia, M= Magnitud.

## V.4. Análisis y descripción de los impactos ambientales del proyecto

Una vez identificado lo anterior, se procede a realizar la descripción y análisis de los impactos ambientales negativos que ocasionará el proyecto y su significancia, así como la descripción de los impactos ambientales positivos que se prevén por el desarrollo del proyecto.

### V.4.1 Alteración de la calidad del agua marina

Durante el hundimiento y anclaje del buque, se prevé una alteración temporal en la calidad del agua, ya que el fondo marino está compuesto por arenas, por lo que el movimiento para la colocación del buque provocará la resuspensión temporal de sedimentos. Es relevante señalar que la ubicación elegida se localiza en la zona de conexión entre la Ensenada y la Bahía de La Paz, por lo que existen velocidades y cantidades de sedimentos altos por la dinámica de transporte existente.

Por lo anterior y debido a que es sólo cuestión de horas para que un buque se hunda, la turbidez que se generará por la resuspensión de sedimentos será fugaz, con recuperación rápida una vez colocado el buque, y exclusivamente será en el sitio de instalación (puntual).

Por ello, y de acuerdo a los criterios para determinar la importancia y magnitud, el impacto, **alteración de la calidad del agua** resulta **irrelevante**.

### V.4.2 Modificación del fondo marino

El fondo marino se verá modificado por las perforaciones que se requieren para anclar el buque, sin embargo, la afectación será puntual; además, por la misma dinámica del medio el efecto es reversible, por lo que la **modificación del fondo marino** se considera **no significativo** y no se requieren medidas de mitigación.

### V.4.3 Alteración de la calidad del aire

La **alteración de la calidad del aire** será producida por la emisión de gases procedentes de las explosiones para el hundimiento del buque; no obstante, el hundimiento se desarrollará en espacio abierto, donde la influencia de brisas y vientos favorecen la rápida dispersión de los gases contaminantes, y las explosiones serán fugaces, por lo que de acuerdo a los criterios para determinar la importancia y magnitud, este impacto resulta **irrelevante**.

#### V.4.4 Modificación del confort sonoro

Las detonaciones para el hundimiento del barco emitirán ruido. Se prevé que el ruido pueda alcanzar picos de más de 100 dB; no obstante, es una acción temporal que ocurrirá sólo en el punto de generación y se dispersará conforme se aleje del sitio, siendo sólo perceptible para las personas cercanas al sitio de hundimiento por tener interés en ello, por lo que la emisión de ruido será puntual y fugaz, además de que la recuperación será inmediata tras el cese de la actividad. Por lo anterior y de acuerdo a los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud se tiene que el impacto de **modificación del confort sonoro** resulta **irrelevante**.

#### V.4.5 Pérdida de individuos

Los organismos bentónicos que pudieran encontrarse en el área del hundimiento se verán afectados por la colocación del buque; sin embargo, se debe recordar, que el sitio de hundimiento se eligió entre otros elementos, con base en los resultados de campo que muestran las características físicas del sustrato (arenas) y que limitan el tipo y la cantidad de organismos que se puedan fijar al fondo marino, encontrando que en el sitio dónde se hundirá el buque hay una baja abundancia y riqueza de fauna y nula flora; razón por la cual es un sitio idóneo para la creación de un arrecife artificial, minimizando las afectaciones a los organismos bentónicos.

Se ha reportado que la colonización de los arrecifes artificiales puede ocurrir en poco tiempo y llegar a contener una riqueza y abundancia incluso mayores que en arrecifes naturales de la zona, dependiendo del material, el tamaño y ubicación del arrecife (Bohnsack *et al.*, 1994<sup>7</sup>). De acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente del Gobierno de España<sup>8</sup>, el material de los barcos o buques se considera duradero, y debido al perfil vertical que tienen los barcos, pueden ser capaces de atraer tanto especies pelágicas como demersales.

Por lo anterior, si bien el proyecto provocará la **pérdida de algunos individuos** que se pudieran encontrar en el sitio, la creación de un hábitat favorable para el establecimiento de flora y fauna marina por medio del hundimiento del buque, compensará esta pérdida. Por ello, y de acuerdo a

---

<sup>7</sup> Bohnsack, J. A., Harper, D. E., McClellan, D. B., & Hulsbeck, M. 1994. Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off southeastern Florida, USA. *Bulletin of Marine Science*.

<sup>8</sup> Ministerio de Medio Ambiente. 2008. Guía metodológica para la instalación de arrecifes artificiales. Centro de publicaciones del gobierno de España.

los criterios considerados para determinar la importancia y magnitud se tiene que este impacto resulta **no significativo**.

#### **V.4.6 Impactos positivos del proyecto**

Ya se ha referido que la creación de un arrecife artificial trae consigo beneficios tanto ambientales como sociales, de los cuales los que se identifican para el proyecto son los siguientes.

##### **V.4.6.1. Aumento de organismos marinos**

Como ha sido multicitado, los arrecifes artificiales son estructuras creadas por el ser humano que proporcionan hábitat para diversas especies de la flora y fauna marinas; proveen un sustrato duro a aquellas especies que lo necesitan para desarrollarse y, a su vez, traen consigo un aumento de la biomasa epibiótica y de diversas especies de fauna marinas (Palomares M. y Thiaw I., 2010<sup>9</sup>).

En el archipiélago Espíritu Santo se han observado los beneficios que los arrecifes artificiales proporcionan. Una comparación realizada por Sánchez I. (2007<sup>10</sup>), entre un arrecife natural con uno artificial por medio del hundimiento de un pecio llamado "Fang Ming", arrojó una alta riqueza y una abundancia homogénea en este último, los cuales no difieren de manera significativa del arrecife natural, lo cual representa un beneficio al medio dónde se instala un arrecife artificial, al proporcionar un sustrato para la agregación de organismos.

Por lo anterior, el proyecto al proveer de un sustrato (buque) para el establecimiento y desarrollo de organismos en un área en la cual el estudio reporto baja diversidad de fauna y ausencia de flora marina, promoverá la proliferación de los organismos que viven en la zona y permitirá el refugio de diversos individuos que habitan en el SA.

Ejemplo de éxito es el hundimiento del cañonero C-50 General Vicente Rivapalacio, el 26 de julio del 2001, en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Actualmente ahí se practica 40%

---

<sup>9</sup> Palomares M. y Thiaw I. 2010. Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

<sup>10</sup> Sanchez I. 2007. Comparación de los peces asociados a un arrecife artificial y uno natural, en isla Espíritu Santo, Bahía de la Paz. B.C.S., México. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

del buceo deportivo de esa zona y el sitio es hábitat y refugio de una gran diversidad biológica SEMARNAT (2017<sup>11</sup>).



*Fig. V.1 Cañonero C-50 General Vicente Rivapalacio. Fuente: Imagen tomada de internet como referencia.*

#### **V.4.6.2. Reducción de la presión sobre los arrecifes del SA**

En el sitio donde se colocará el buque no hay arrecifes naturales; sin embargo, en el SA se identifican parches coralinos y arrecifes (incluso uno artificial), por lo que el proyecto además de promover la proliferación de organismos, ayudará a disminuir la actual presión que los turistas ejercen actualmente al visitar las formaciones y sitios con individuos de coral existentes en el SA.

Un arrecife artificial se considera una alternativa para realizar actividades recreativas que redistribuye la carga turística de los ecosistemas naturales sensibles (Palomares M. y Thiaw I. 2010<sup>12</sup>). Teniendo en cuenta que las actividades económicas relacionadas con el turismo, son de gran importancia para la economía municipal donde se encontrará el proyecto, y que el elemento fundamental que motiva a realizar actividades recreativas, como el buceo, en la experiencia es el grado de conservación y de valor estético de los arrecifes, es que se considera que el proyecto será una alternativa para realizar actividades recreativas, que coadyuvará a preservar los ecosistemas naturales de la zona.

---

<sup>11</sup> SEMARNAT 2017. Los arrecifes artificiales ayudan a conservar los naturales. Retomado de: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/los-arrecifes-artificiales-ayudan-a-conservar-los-naturales?idiom=es>

<sup>12</sup> Palomares M. y Thiaw I. 2010. Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

### **V.4.6.3. Fomento de investigación y turismo**

Por el valor ambiental que representa un arrecife, la observación de la riqueza de especies será el efecto de atracción y aumento de turistas que traerá consigo el proyecto, lo cual coadyuvará a las actividades recreativas, como el buceo, que ya se practican en el SA y que fortalecen la actividad turística.

Por otro lado, una vez que se inicie la colonización del buque, el proyecto brindará la oportunidad de que se desarrollen trabajos de investigación sobre la colonización de organismos y de evolución del arrecife. De acuerdo a Palomares M. y Thiaw I. (2010<sup>13</sup>), dentro de los objetivos científicos que se pueden lograr son: 1) evaluación de las repercusiones físicas, químicas, biológicas y socioeconómicas; 2) evaluación de la eficacia del proyecto; 3) evaluación de la aceptabilidad ecológica de los materiales y estructuras utilizadas en los arrecifes, en este caso, eficacia del buque como estructura colonizada; y por último 4) estudio de los elementos biológicos, químicos o físicos del "sistema" de arrecife artificial.

## **V.5. Conclusiones**

Como ya se ha hecho mención, los arrecifes artificiales se conciben claramente por los beneficios previstos; fundados para diversos fines ecológicos o socioeconómicos. En este caso, el arrecife artificial que se creará en una zona que actualmente muestra baja diversidad, proveerá de un hábitat favorable para la flora y fauna marina, ayudando a aumentar las abundancias de organismos ahora existentes. Por otro lado, fomentará la actividad turística y de investigación por el valor ambiental que representa este ecosistema.

En menor medida tendrá efectos negativos, pero conforme a la evaluación presentada, las afectaciones serán temporales y puntuales, ya que se limitan al sitio y a la duración de hundimiento del buque; inclusive algunas siendo fugaces, cuya recuperación es rápida tras el cese de la actividad. Por ello, los impactos negativos del proyecto resultaron irrelevantes y no significativos, sin

---

<sup>13</sup> Palomares M. y Thiaw I. 2010. Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

embargo, se realizarán medidas ambientales que atenderán estos impactos, que se detallan en el siguiente Capítulo.

Es importante mencionar que el sitio donde se desarrollará el proyecto, es resultado del trabajo de un grupo interdisciplinario conformado por diferentes instituciones ya mencionadas en el Capítulo II, el cual llevó a cabo reuniones con el objetivo de determinar la mejor opción para la zona de hundimiento del buque; todo asentado en las minutas de trabajo (ver anexos).

De acuerdo a los trabajos en campo en el sitio de hundimiento hay baja diversidad de fauna y nula flora, debido al ambiente estrictamente arenoso que limita la cantidad de organismos que se puedan establecer en él, por lo cual el proyecto proveerá de una estructura sólida para aquellas especies que necesitan este tipo de sustrato para su desarrollo aumentando la diversidad que existe actualmente.

Por lo anterior, es que se considera que el proyecto es factible de realizarse, ya que traerá una serie de beneficios o impactos positivos (ofrecerá un espacio para organismos de flora y fauna marina propiciando el aumento de la abundancia de organismos ahora existentes, coadyuvando a la protección de las especies nativas, disminuyendo la presión de los turistas que ejercen en los arrecifes y parches coralinos existentes en el SA), además de que se podrá utilizar la zona para el fomento de la investigación, y de uso recreativo como el buceo.

## ANÁLISIS INTEGRAL

El hundimiento de barcos es una actividad que se ha realizado múltiples veces en diferentes países del mundo, la cual se ha realizado con el interés principal de crear arrecifes artificiales. Se plantea que estos arrecifes sirven de refugio y sustrato a muchos organismos invertebrados y vertebrados, incluyendo a los propios corales. La creación de arrecifes artificiales tiene la función de disminuir la presión sobre los arrecifes naturales, además de crear más sitios de refugio y reproducción de peces que actúen como repobladores de otros sitios y crear sitios alternativos para el buceo. (CONABIO, 2020)). Los arrecifes artificiales son estructuras sumergidas construidas o colocadas deliberadamente en el lecho marino con el fin de imitar algunas de las funciones de los arrecifes naturales, como proteger, regenerar, concentrar, y/o incrementar las poblaciones de los recursos marinos vivos (Convenio de Londres y Protocolo / PNUMA,1996).

De acuerdo con estos planteamientos, el hundimiento de barcos para crear arrecifes artificiales se conceptualiza para generar beneficios para la conservación de la biodiversidad, incluidas especies que podrían tener un valor comercial. Uno de sus principales beneficios sería coadyuvar a la conservación de arrecifes naturales.

En México hay arrecifes artificiales en el Golfo de California, Guerrero, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes>). En particular en el Mar de Cortes o Golfo de California se han hundido varias embarcaciones con la finalidad de conformar arrecifes artificiales para crear un hábitat de refugio y reproducción para diferentes especies marinas y reducir la presión que ejerce el buceo turístico sobre los arrecifes naturales, todo lo cual favorecería la conservación de la biodiversidad. También se ha planteado que los arrecifes artificiales pueden contribuir a incrementar la pesca.

La actividad de hundimiento de barcos es de corta duración y las acciones requeridas para su ejecución son mínimas, restringiéndose casi exclusivamente al transporte al sitio donde será depositada la embarcación y al proceso de hundimiento, sin que esto implique ningún proceso de transformación, generación de residuos o uso de materiales. Debido a que el Barco Juan Antonio de la Fuente ha sido limpiado, todo el material que llegará al fondo del océano es inerte. Además, como ya se ha descrito en capítulos anteriores, durante el proceso de selección del sitio se ha tenido el cuidado de evitar afectaciones socio-económicas, en particular la obstrucción de las rutas de navegación.

De acuerdo con lo que se indica en la bibliografía sobre arrecifes artificiales en la Bahía de La Paz, estas estructuras han demostrado su funcionalidad como atractor de peces, proporcionando un sustrato donde pueden fijarse y crecer diversos organismos, generando espacios verticales que incrementan la complejidad del hábitat para favorecer el agrupamiento de peces que lo utilizan principalmente como áreas de refugio, alimentación y crianza. Se ha observado que los arrecifes artificiales funcionan como atractivo-concentrador de peces crípticos procedentes de los hábitats naturales cercanos (Zayas Álvarez, JA. 2016).

De acuerdo con la información recabada por Zayas Álvarez (2016), no es posible predecir las especies que se asentarán en los microambientes que se conformarán con el hundimiento del barco, pero todo indica que habrá colonización con diferentes especies bentónicas sésiles, las cuales funcionan como atractores de peces y otras especies móviles. Se indica que las características del sustrato, la profundidad, la cantidad de luz, las especies colonizadoras, entre otros, son factores que determinan las especies que proliferan en cada porción del arrecife. Los resultados presentados por el autor, también deja claro que los arrecifes artificiales son un ambiente adecuado para el desarrollo de juveniles y alevines de varias especies.

En el mundo se han desarrollado programas de arrecifes artificiales para favorecer la productividad pesquera, aunque todavía es necesario desarrollar estudios que permitan tener elementos contundentes para determinar los beneficios que se obtiene por su ejecución (Santamaría Reyes, 2019).

Sin embargo, la pregunta de si las estructuras artificiales incrementan, reducen o simplemente redistribuyen los recursos pesqueros, es debatida (Delgadillo-Garzon y Garcia, 2009). Estos autores indican que, *en comparación con los arrecifes naturales, hábitats no arrecifales y caladeros tradicionales de pesca, los valores de CPUE registrados en esta investigación (0.41kg/hora/pescador, promedio para ambos AAs), se encontraron por encima del promedio de CPUE (0.35kg/hora/pescador) de reportes previos (Ramírez et al. 1994, SEA 2000), lo cual refuerza la idea de los AAs como concentradores de biomasa, en probable combinación con el agotamiento de los sitios tradicionales de pesca. Ellos concluyen que los AAs fueron claramente efectivos en mejorar (respecto a hábitats naturales) y mantener (respecto a otros hábitats artificiales) la CPUE y el número de especies, así como en la creación de una localidad alternativa de pesca como ya se ha documentado en otras partes en el mundo.*

Santamaría Reyes et al (2019) presentan un listado de 15 proyectos de arrecifes indicando que ... *El punto en el que coinciden prácticamente todos los estudios es que los arrecifes artificiales promueven el incremento de la biomasa in situ, por lo que los pescadores industriales, los deportivos, los buzos, siempre encontrarán mayor concentración de biodiversidad marina en dichos lugares, pues el arrecife artificial —de alguna manera— imita a los arrecifes rocosos, que generalmente son los más productivos. Los autores indican: La razón por la cual algunas naciones como Japón y EUA se interesan en incrementar las superficies cubiertas de arrecifes artificiales son: por un lado, tienen un pretexto para colocar chatarra y, por el otro, efectivamente incrementan los stocks pesqueros de algunas especies...*

En sus conclusiones Santamaría Reyes et al (2019) indican que *Contribuir al incremento de algunas poblaciones ícticas de interés pesquero, es uno de sus objetivos (de los arrecifes artificiales), no ha sido suficiente en lo general, pero en lo local ha demostrado ser benéfico, cómo es el caso de los países mencionados, que contribuyen no sólo a la pesca sino a otras actividades relacionadas como lo es el buceo. Estos autores concluyen que La colocación de arrecifes artificiales es benéfica para la pesca ribereña, para la conservación de la biodiversidad y para el ingreso de quien las explota, siempre y cuando existan reglas, normas y organizaciones que regulen el funcionamiento de manera sustentable.*

En las cercanías del sitio propuesto para el hundimiento del barco, ya han sido depositados en el lecho marino 3 barcos, y aunque al parecer no hay información científica detallada sobre la dinámica y estructura de los arrecifes que se han desarrollado, las evidencias fotográficas son contundentes al mostrar que hay una abundancia y diversidad relevante en cada uno de ellos como se muestra en las siguientes figuras.



Figura V. 1. De lado izquierdo se observa la cubierta algal / de lado derecho la cubierta algal con presencia de algunos corales blandos.

Barco "Lapas NO3" Hundido en 1999

[https://www.geoffschultz.org/2011\\_Sailing/Photos/MEX\\_BCS\\_Isla\\_Esperitu\\_Santo\\_Diving/index.php](https://www.geoffschultz.org/2011_Sailing/Photos/MEX_BCS_Isla_Esperitu_Santo_Diving/index.php)



Figura VII. 2. Condiciones del arrecife artificial Bar "Fang Ming" hundido en 199 Foto del año 2007  
<https://www.youtube.com/watch?v=IPeg3yMXp-g>

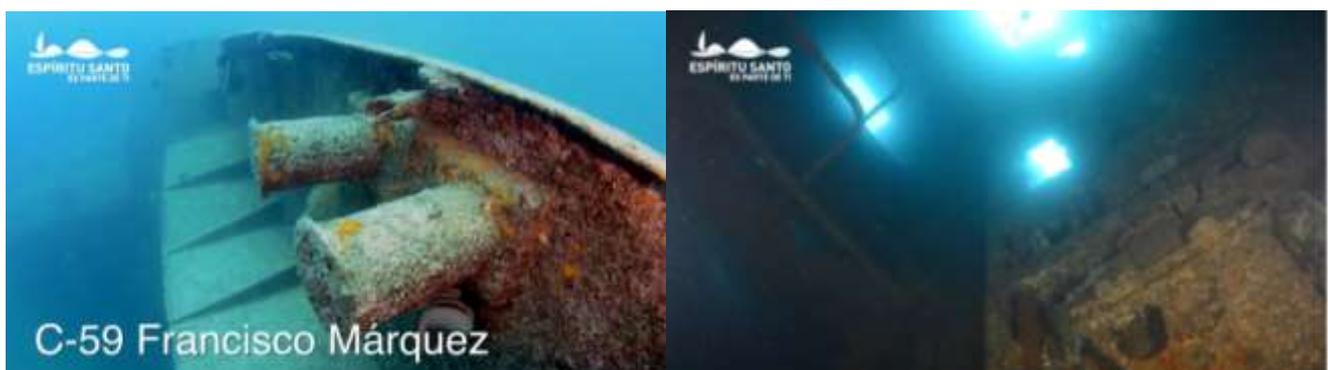


Figura VII. 3. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez" con cubierta algal.  
Hundido en 2004

<https://www.youtube.com/watch?v=LeCKfWE2FVM>

Aunque es necesario profundizar en el conocimiento científico sobre la dinámica y productividad de los ecosistemas que se desarrollan en arrecifes artificiales, no se tienen evidencias de efectos adversos sobre la biodiversidad que se puedan atribuir al hundimiento de barcos para conformar estos arrecifes.

Por lo tanto, de acuerdo con la forma en que ha sido concebido el hundimiento del barco, el cuidado que se ha tenido en la selección del sitio, lo meticuloso que ha sido la limpieza y desmantelamiento de la embarcación, las acciones previstas para darle estabilidad a la estructura una vez depositada en el medio marino, se prevé que por su ejecución se tenga un balance favorable para el entorno natural y social, aunque, debido a que la magnitud del arrecife que se conformará con respecto a las dimensiones del SA y de la Bahía de La Paz, los beneficios que se tendrán no serán de gran magnitud.

Sin embargo, el desarrollo del arrecife artificial puede cobrar relevancia si se asocia a otras acciones para fortalecer la actividad turística en La Paz, así como para afianzar la productividad pesquera, lo cual sería de gran interés ya que éstas son las principales actividades económicas que se llevan a cabo en general en el estado de Baja California Sur y en particular en la ciudad de La Paz.

Fuentes Consultadas:

**CONABIO**, 2020. Arrecifes. Biodiversidad Mexicana , Ecosistemas Ecosistemas de México.  
<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes>

**Delgadillo-Garzon, Oscar and Garcia, Camilo B.** Impacto de dos arrecifes artificiales en la pesca artesanal diurna del Golfo de Morrosquillo, Caribe de Colombia. Rev. biol. trop [online]. 2009, vol.57, n.4 [cited 2020-07-21], pp.993-1007. Available from: <[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442009000400008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000400008&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0034-7744.

**Organización Marítima Internacional** 1996. El protocolo de Londres

**Santamaría Reyes, JA.** 2019. Arrecifes artificiales, su influencia en la sustentabilidad de la pesca artesanal en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Tesis Doctoral. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo

**Santamaría Reyes, JA, AI, Zamora Torres; JO García García,** 2019. Los arrecifes artificiales en la Cuenca del Pacífico: Una revisión de su utilización y resultados. Portes, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico. Vol 13 (25) pp . 161-178

**Zayas Álvarez, JA.** 2016. Sucesión y diversidad de la estructura comunitaria de peces crípticos en un arrecife artificial de sistema cerrado. Tesis Doctoral Universidad Autónoma de Baja California Sur.



## **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

## **CAPÍTULO VI**

**MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE  
MITIGACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES.**

## **CONTENIDO**

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....	3
IV.1. INTRODUCCIÓN .....	3
IV.2. Plan de vigilancia de hundimiento .....	3
IV.3. Monitoreo de establecimiento del arrecife artificial.....	5

## **TABLAS**

Tabla VI-1. Residuos que se prevé sean generados por el desarrollo del proyecto. ....	4
---	---

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

### IV.1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos primordiales dentro de una MIA es atender el artículo 30 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, donde se indica que se deberán incluir en la Manifestación de Impacto Ambiental las medidas que permitirán evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que tenga un proyecto.

De acuerdo con el análisis de impacto ambiental realizado en el capítulo anterior, el proyecto no representará ningún riesgo para la integridad de los ecosistemas ni para la calidad de vida de la población. Prácticamente no se presentarán impactos ambientales adversos, casi todos los impactos que se presentarán serán positivos porque el arrecife que se creará con el hundimiento del barco propiciará las condiciones de un hábitat que no es tan abundante en la Bahía de La Paz.

Hay que considerar que las posibles repercusiones adversas estarán asociadas exclusivamente al momento del hundimiento, además de que después de este momento no habrá ninguna participación humana directa. Por estas razones no hay necesidad de actividades de seguimiento más allá de ese momento.

### IV.2. Plan de vigilancia de hundimiento

El **Plan de vigilancia de hundimiento** definirá las acciones necesarias para asegurar que, al momento del hundimiento del barco, no se generen impactos ambientales adversos más allá de los que fueron determinados en el capítulo anterior y se tenga un comportamiento acorde con lo previsto en esta Manifestación de Impacto Ambiental.

Para la adecuada ejecución, el **Plan de vigilancia de hundimiento** estará conformado por medidas ambientales que plantean una serie de estrategias de prevención, con el objetivo de hacer sustentable el proyecto, al proteger el medio abiótico y biótico. Las **medidas preventivas** que se adoptarán para el proyecto se describen a continuación:

## Vigilancia para evitar mamíferos marinos merodeando

En el momento del hundimiento de la embarcación se vigilará que no se presenten mamíferos marinos merodeando por la zona donde se realice la actividad.

## Prevención de contaminación por uso de hidrocarburos

Para evitar la contaminación de hidrocarburos, el proyecto se centrará en prácticas de prevención de fugas y derrames de aceites lubricantes o combustibles provenientes de fallas mecánicas de las embarcaciones y/o maquinaria involucradas en el manejo y hundimiento del buque (actividad que llevará a cabo la SEMAR bajo sus procedimientos).

## Manejo de residuos

Derivado de la presencia de personal durante la actividad de hundimiento se prevé que se puedan generar, en cantidades mínimas, los siguientes residuos:

*Tabla VI-1. Residuos que se prevé sean generados por el desarrollo del proyecto.*

Tipo de residuo <sup>1</sup>	Clasificación	Descripción
Residuos Sólidos Urbanos	Orgánicos	Residuos de comida.
	Inorgánicos	Aluminio, plástico, vidrio, unicel.

En caso de generación de residuos sólidos urbanos, se resguardarán dentro de la embarcación guía (la cual trasladará el buque al sitio del hundimiento) para posteriormente ser manejados conforme lo establece la Capitanía del Puerto.

<sup>1</sup> Clasificación de residuos que serán generados en el proyecto (LGPGIR, 2003).

### IV.3. Monitoreo de establecimiento del arrecife artificial

El monitoreo del establecimiento del arrecife artificial es una acción para maximizar los beneficios del proyecto y con utilidad para conocer sobre la biología y ecología de los organismos que se han establecido. El monitoreo en arrecifes artificiales consiste en el estudio de organismos o parámetros ambientales por un periodo de tiempo para obtener información sobre los cambios y los procesos naturales que se presentan en el nuevo ecosistema. Además puede facilitar la predicción de los efectos de actividades humanas en los procesos ecológicos naturales.

El monitoreo consistirá en el seguimiento de la estructura del arrecife artificial en función de la presencia de organismos vivos, la estabilidad de la infraestructura y la conservación de parámetros físicos y químicos del medio abiótico. El monitoreo permitirá conocer el estado de productividad marina que se generará en el área de proyecto por su desarrollo.

#### Objetivo general

Dar seguimiento al establecimiento del Arrecife Artificial "Juan Antonio de la Fuente" como un nuevo ecosistema acuático que genere la conformación de nichos ecológicos y permita contribuir a descargar la presión turística en otras zonas naturales, reduciendo con ello el impacto de éste tipo de actividades.

#### Objetivos particulares

- Evaluar la estabilidad de la estructura del barco ante las características específicas del sitio.
- Caracterizar y dar seguimiento a las condiciones bióticas y abióticas del arrecife artificial.

#### Responsable del desarrollo del programa

El responsable de la ejecución y desarrollo del programa será la promotora a través del responsable ambiental y el personal técnico especializado en el monitoreo de arrecifes. Todas las actividades incluidas en el **monitoreo** deberán ser coordinadas por el responsable ambiental, el cual garantizará el cumplimiento de los objetivos.

## Metodología

### **Caracterización de las actividades humanas en el sitio**

Se realizará la caracterización de las actividades que se presenten en el área del proyecto, por ejemplo: pesca, turismo e investigación para atender, de ser el caso, las necesidades de capacitación y asistencia técnica una vez que se haya desarrollado el proyecto, además de tomarlos en cuenta entre los factores que pudieran afectar el establecimiento del arrecife artificial.

### **Determinación de la estabilidad de la estructura del barco**

Se deberá realizar una inspección anual en la que se determine si la estructura del barco permanece en su ubicación original, si ha conservado su integridad y si en el barco se han atrapado residuos o materiales arrastrados por la corriente que pudieran interferir con el desarrollo del arrecife.

### **Desarrollo de la comunidad biótica (proceso sucesional)**

La inmersión de una estructura artificial en un medio acuático marino específico, permite el desarrollo y la evolución de las comunidades bióticas que lo colonizan, estas a su vez limitan o favorecen el crecimiento o asentamiento de otras especies lo cual, a través del tiempo, puede eventualmente generar una comunidad biótica con una estructura y dinámica propia que le permite automantenerse.

Se identificarán las diferentes condiciones físicas que se presentan en la estructura del barco para la fijación de organismos y dará seguimiento a los organismos que se fijen o muevan en cada una de las condiciones identificadas. Se realizarán evaluaciones de la presencia de los diferentes organismos colonizadores y se registrará la abundancia de cada especie de flora y fauna que se desarrolle en la estructura arrecifal, así como las características de su crecimiento y desarrollo.

Durante los primeros dos años se harán revisiones semestrales y posteriormente anualmente. Todos los resultados obtenidos de los monitoreos anuales se registrarán en una bitácora de seguimiento.

## **Determinación de parámetros físicos y químicos de los componentes abióticos**

Las propiedades físicas y químicas del agua en el área del proyecto también serán medidas anualmente durante los muestreos de los componentes bióticos para determinar una posible correlación con cualquier cambio generado en el arrecife artificial, ya que la mayoría de las especies pueden sobrevivir dentro de rangos específicos de algunas características del ecosistema. A continuación, se presentan las variables físicas y químicas del agua que se estarán monitoreando como parte del **monitoreo**:

- **Temperatura:** Puede ser medida a través de un termómetro directamente en el área de monitoreo o a través de un termistor.
- **Oxígeno disuelto:** Es la cantidad de oxígeno disponible para la respiración de los organismos acuáticos y puede ser medido a través de un oxímetro o un módulo de prueba basado en método de titulación.
- **Salinidad:** Es una estimación de la concentración de sales disueltas en el agua y se puede medir a través de un hidrómetro, refractómetro o un salinómetro.
- **pH:** Es una medida de la concentración del ion hidrógeno, su monitoreo es muy importante ya que cambios en el pH pueden indicar una emisión de contaminación. Se puede medir a través de tiras de medición o pHmetro.
- **Penetración de luz:** Las partículas suspendidas en el agua absorben y dispersan la luz, reduciendo su penetración en el agua y reduciendo la absorción de luz disponible para las especies acuáticas. Su medición se puede realizar a través de un transmisorímetro o a través del disco de Secchi.
- **Nutrientes:** Es importante la determinación de los nutrientes debido a que una afluencia de ellos puede causar un florecimiento de fitoplancton, especies de algas y bacterias que podrían producir disminución de oxígeno disuelto.
- **Velocidad y dirección de la corriente:** Es importante saber la dirección y la velocidad de las corrientes del área del proyecto porque estas transportan organismos del arrecife en

etapas larvales así como sedimentos y agentes contaminantes. La determinación se puede realizar a través de correntímetros o a través de dispersión biodegradables en el agua.

Todas las actividades del monitoreo de los factores ambientales serán registrados en una bitácora de seguimiento donde además de las variables físicas y químicas, se realizarán registros de eventos climáticos y condiciones hídricas irregulares durante el monitoreo.

## Reporte anual

Anualmente se elaborará un reporte cuyo eje central será la descripción de la estructura biótica del arrecife bajo las diferentes condiciones que se presenten dentro de la estructura del barco, buscando con ello entender el proceso sucesional y como se asocian las diferentes condiciones abióticas que prevalecen. El reporte incluirá un video que permitirá mostrar el desarrollo del arrecife.

Otro elemento será la documentación del aprovechamiento antrópico del que se realice del arrecife artificial (buceo, pesca deportiva, pesca artesanal, investigación, etc.).



## **CAPÍTULO VII**

### **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

### **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACION DE ALTERNATIVAS**

## Tabla de contenido

<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..</b>	<b>4</b>
VII.1. Introducción .....	4
VII.2. Evaluación de alternativas .....	7
VII.3. Situación actual (línea base) .....	11
VII.4. Pronostico ambiental.....	14
VII.4.1. Escenario ambiental.....	23
VII.4.2. Escenario económico-social .....	24
VII.4.3. Escenario de investigación .....	24

## Tabla de figuras

Figura VII. 1. Diagrama para la construcción de escenarios (Basado en el modelo de Ogayar, 2001). .....	6
Figura VII. 2. Alternativa 1 para el hundimiento y formación del arrecife artificial. ....	8
Figura VII. 3. Alternativa 2 para el hundimiento y formación del arrecife artificial. ....	9
Figura VII. 4. Alternativa 3 para el hundimiento y formación del arrecife artificial.....	9
Figura VII. 5. Alternativa 4 para el hundimiento y formación del arrecife artificial .....	10
Figura VII. 6. Sitio seleccionado para el hundimiento y formación del arrecife artificial. ....	11
Figura VII. 7. Ubicación del proyecto respecto a la poligonal del APFF Balandra. ....	12
Figura VII. 8. Distancia entre el área del proyecto y el primer arrecife artificial en América Latina (Fang Ming). .....	15
Figura VII. 9. Carguero "Fang Ming" previo a su hundimiento (18 de noviembre de 1999). .....	16
Figura VII. 10. Colonización de algas en el "Fang Ming" .....	16
Figura VII. 11. Condiciones del arrecife artificial "Fang Ming" en el año 2007. ....	17
Figura VII. 12. Condiciones del arrecife artificial "Fang Ming" en el año 2007 .....	17
Figura VII. 13. Condiciones del arrecife artificial "Fang Ming" en el año 2007 .....	17
Figura VII. 14. Distancia entre el área del proyecto y el arrecife artificial "Lapas NO3". ....	18

<b>Figura VII. 15. Visita de inspección a los pocos días de haber realizado el hundimiento.</b> .....	<b>18</b>
<b>Figura VII. 16. De lado izquierdo se observa la cubierta algal / de lado derecho la cubierta algal con presencia de algunos corales blandos.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura VII. 17. Condiciones del arrecife artificial observadas al año 2018. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura VII. 18. Distancia entre el área del proyecto y el arrecife artificial "Francisco Márquez". ....</b>	<b>20</b>
<b>Figura VII. 19. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez". ....</b>	<b>21</b>
<b>Figura VII. 20. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez" con cubierta algal. ...</b>	<b>21</b>
<b>Figura VII. 21. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez" donde se evidencia el incremento de biodiversidad en el año 2018. ....</b>	<b>22</b>

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

### VII.1. Introducción

Uno de los métodos más empleados para la elaboración de pronósticos ambientales, corresponde a la formulación de escenarios. Los escenarios constituyen una de las técnicas de predicción cualitativa más popular que permite predecir el comportamiento futuro de las variables ambientales claves y, por ende, reducir el nivel de incertidumbre. Estos se establecen como una herramienta de exploración del entorno a través del análisis minucioso del medio ambiente (Yori, et al. 2011)<sup>1</sup>.

Mediante la formulación de escenarios, es posible identificar y construir representaciones de los futuros posibles dentro de un horizonte temporal con grandes probabilidades de ocurrencia, permitiendo establecer estrategias futuras. Es decir, supone concebir el entorno y desarrollar pronósticos posibles sobre el alcance y velocidad de los cambios del medio.

Es importante mencionar, que un pronóstico o escenario deberá de cumplir simultáneamente con tres condiciones: pertinencia, coherencia y verosimilitud, y puede ser descrito como un instrumento que provee de un contexto para la planificación y la programación, bajando el nivel de incertidumbre y aumentando el nivel de conocimiento, en relación a las consecuencias de las acciones, que han sido o van a ser emprendidas en el presente, siendo para el caso que nos ocupa el desarrollo del proyecto.

En este sentido, Bas (2002<sup>2</sup>) plantea que un pronóstico o escenario, es un futuro posible entre varias alternativas que describe una situación hipotética futura.

Así bien, la planificación de pronósticos y/o escenarios constituyen un instrumento que permite manejar y predecir ambientes de rápido cambio y de interacciones complejas, disminuyendo el nivel de incertidumbre.

Sobre las ideas expuestas se tiene que, los pronósticos o escenarios pueden ser formulados para diferentes ámbitos geográficos, considerando para el caso del proyecto el SA, el área de proyecto y los

---

<sup>1</sup> Yori Conill, L., & Hernández de Velazco, J., & Chumaceiro Hernández, A. (2011). Planificación de escenarios: una herramienta estratégica para el análisis del entorno. *Revista Venezolana de Gerencia*, 16 (54), 274-290

<sup>2</sup> Bas, Enric. *Prospectiva: Cómo usar el pensamiento sobre el futuro*". (segunda edición). Barcelona: Ariel, 2002, 160 p

alcances que este pueda tener, utilizando como base las condiciones actuales y como variante la ejecución del proyecto.

Mediante la siguiente figura, se muestra de manera general el proceso para llevar a cabo los pronósticos o escenarios para el proyecto, dicho modelo se basa en lo propuesto por Ogayar, (2001)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Aranda Ogayar, M. (2001). Método de los escenarios: apuntes teóricos. Disponible en: [www4.ujaen.es/~egarcia/programadedirect05-06.doc](http://www4.ujaen.es/~egarcia/programadedirect05-06.doc)

# Construcción de Escenarios



Figura VII. 1. Diagrama para la construcción de escenarios (Basado en el modelo de Ogayar, 2001).

Considerando lo anterior, así como las características del proyecto (formación de hábitat marino, incremento y conservación de la biodiversidad, fortalecimiento de espacios para fines turísticos y oportunidades de investigación), se plantea de forma sistemática el pronóstico ambiental pertinente, coherente y posible para el caso del presente proyecto.

Es importante decir que dicho pronóstico tiene como objeto el poder tener una clara percepción de un escenario final con base en la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental, la evaluación de impactos y las medidas de prevención propuestas, elementos de estudio que se desarrollaron en capítulos anteriores.

Finalmente, se tiene que el punto de partida del análisis son las condiciones presentes, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas después de la inserción del proyecto en el medio.

## **VII.2. Evaluación de alternativas**

Previo a la descripción de los pronósticos esperados, es importante referir que la selección del sitio para el hundimiento y formación de un arrecife artificial, fue el resultado de una serie de trabajos y reuniones participativas de carácter intersectorial, interinstitucional y multidisciplinario. En donde, bajo una serie de criterios técnicos y ambientales, así como de observancia a la normatividad nacional y los convenios en lo que se encuentra inscrita la nación y que resultan aplicables por las características del proyecto (Convenio y Protocolo de Londres<sup>4</sup>), se determinó la factibilidad del mejor sitio.

Como ya fue mencionado en el Capítulo II, entre las instituciones que participaron para la presentación de alternativas y selección del sitio idóneo se encuentran la Secretaría de Marina (SEMAR), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Administración Portuaria Integral del estado de Baja California Sur, (API-BCS), la Secretaría de Turismo, Economía y Sustentabilidad (SETUES-BCS), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Secretaría General de Gobierno del Estado de Baja California Sur (SGG-BCS), la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS),

---

<sup>4</sup> **Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias. Directrices Relativas a la Colocación de Arrecifes Artificiales. Londres, México, Moscú y Washington, 29 de diciembre de 1972.**

el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR), el H. Ayuntamiento de La Paz y la asociación civil Pronatura Noreste A.C. (se anexan minutas de las mesas de trabajo).

Cabe mencionar, que el grupo de trabajo evaluó cinco posibles alternativas de ubicación para el hundimiento y formación de un arrecife artificial, mismas que se presentan a continuación.

1. CANAL DE SAN LORENZO A UNA MILLA AFUERA DEL NAUFRAGIO SALVATIERRA  
(ALTAMENTE RECOMENDABLE).

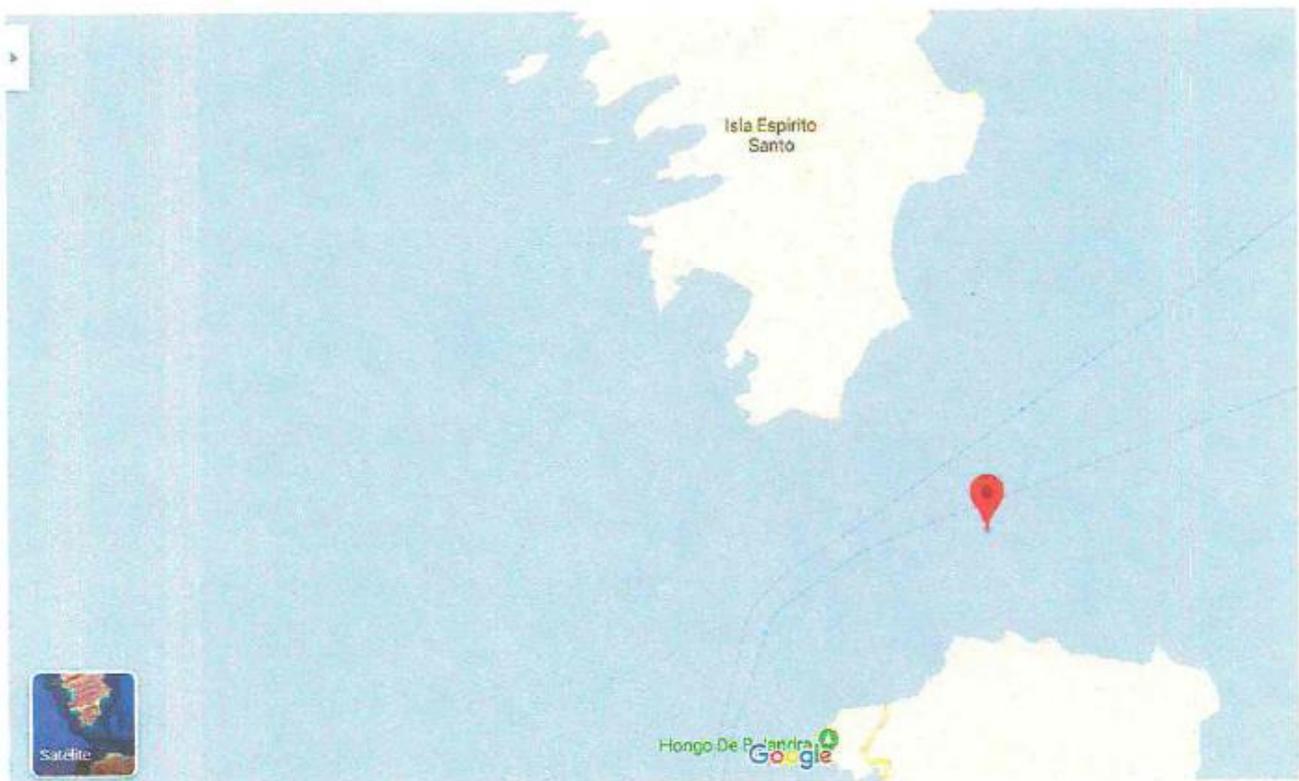


Figura VII. 2. Alternativa 1 para el hundimiento y formación del arrecife artificial.

2. A UNA MILLA AFUERA DEL PUERTO PESQUERO EL PULGUERO.

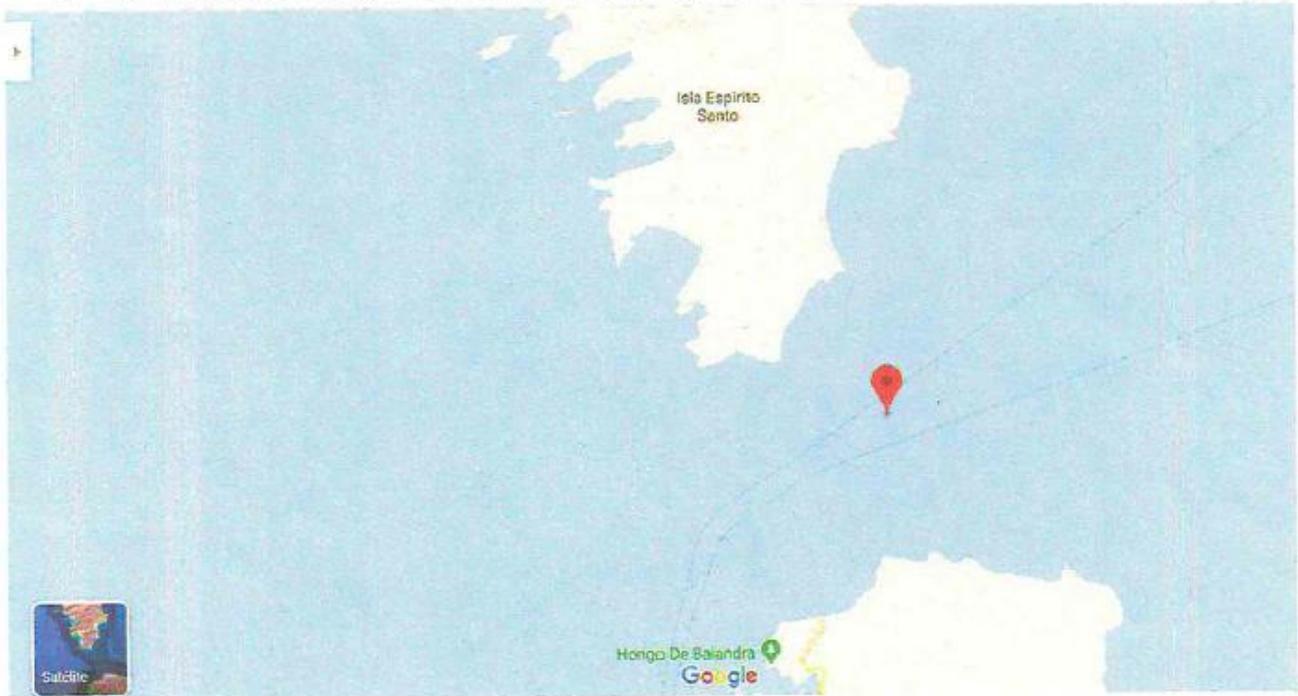


Figura VII. 3. Alternativa 2 para el hundimiento y formación del arrecife artificial.

3. A UNA MILLA AFUERA DE SAN RAFAELITO.

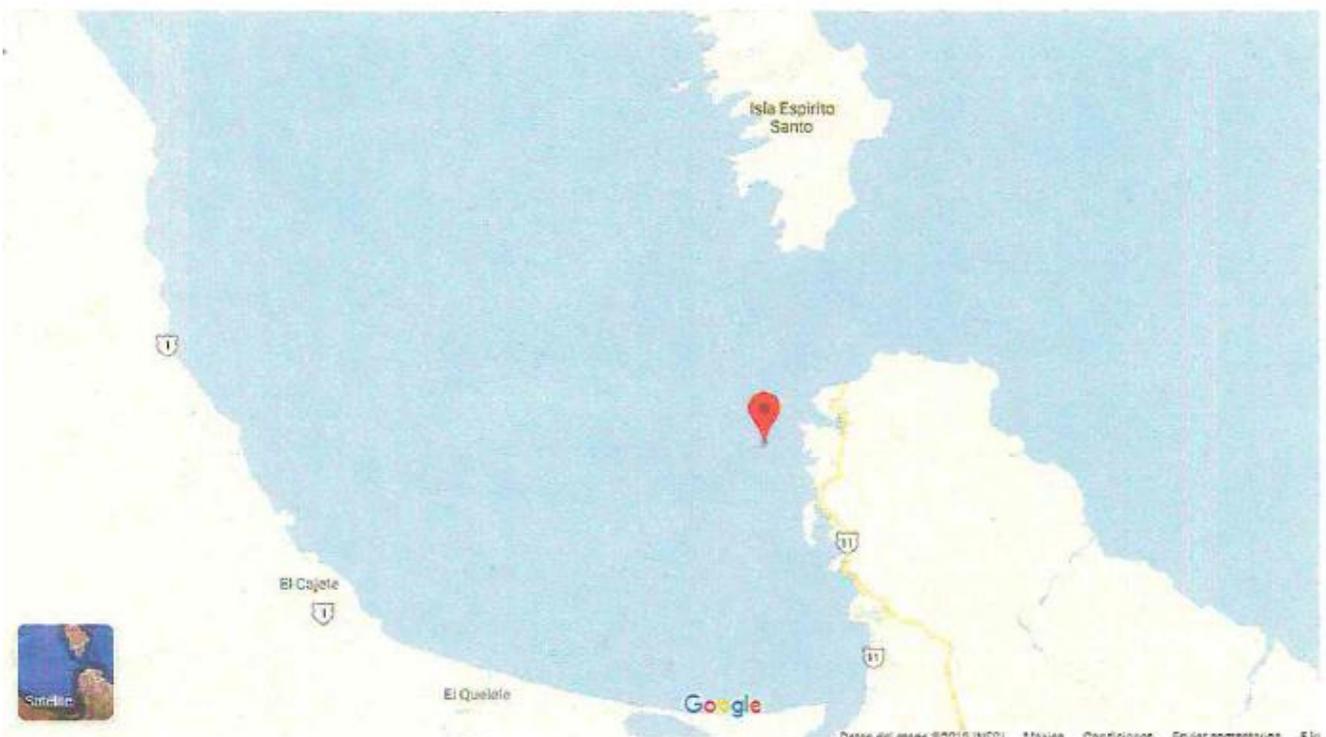
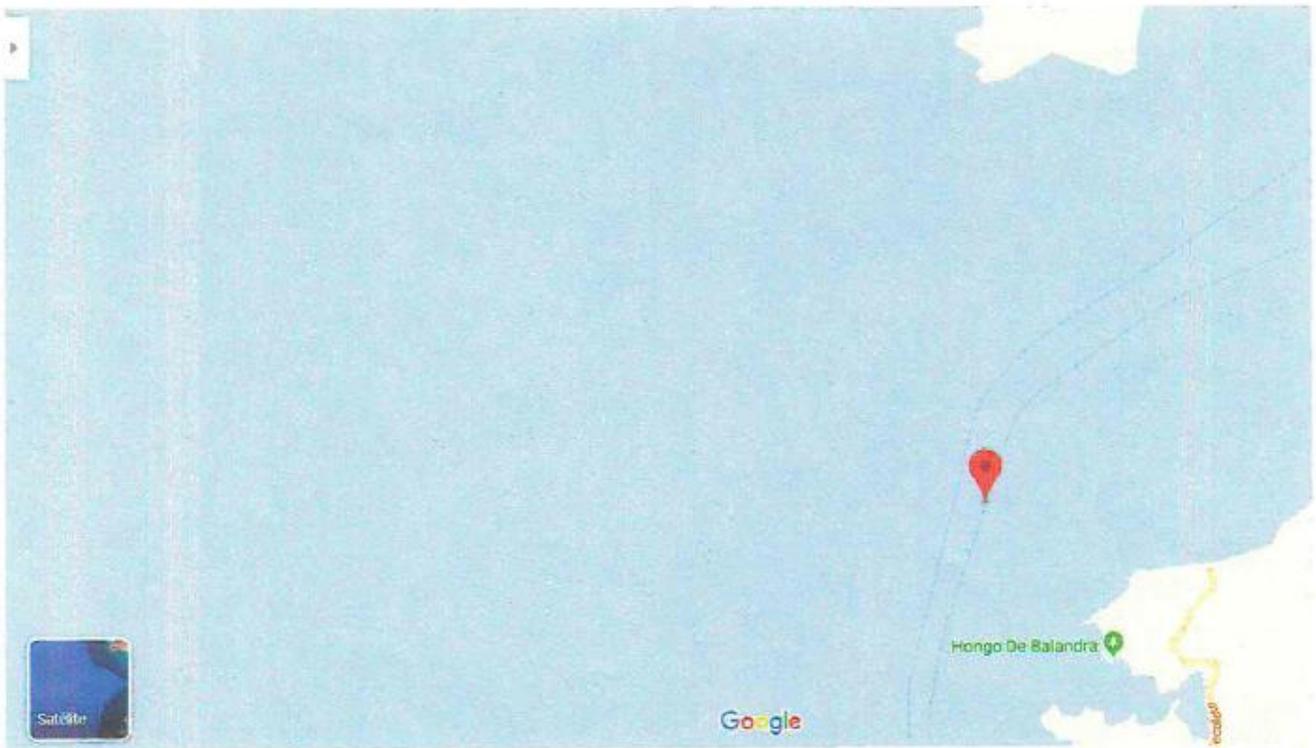


Figura VII. 4. Alternativa 3 para el hundimiento y formación del arrecife artificial

#### 4. AFUERA DE BALANDRA



*Figura VII. 5. Alternativa 4 para el hundimiento y formación del arrecife artificial*

Finalmente, de manera unánime se descartaron dichas ubicaciones por no presentar condiciones óptimas de profundidad, así como por la afectación que el arrecife artificial ocasionaría a las vías de navegación. En este sentido, el grupo de trabajo determinó que el sitio idóneo para el hundimiento y formación del arrecife artificial es el que se encuentra en las coordenadas geográficas 24°17.00' Latitud Norte y 110°20.25' Longitud Oeste; es decir, a aproximadamente 405 metros al sur de Isla Gaviota, a 183 metros al oeste de Punta Gaviota y a 632 metros al norte de Nepomuceno (ver siguiente imagen).

Cabe mencionar, que la selección del sitio de hundimiento cumple con una serie de criterios técnicos, ambientales y económicos que fueron analizados por el grupo de trabajo, mismos que fueron referidos en el Capítulo II de la presente MIA-P.

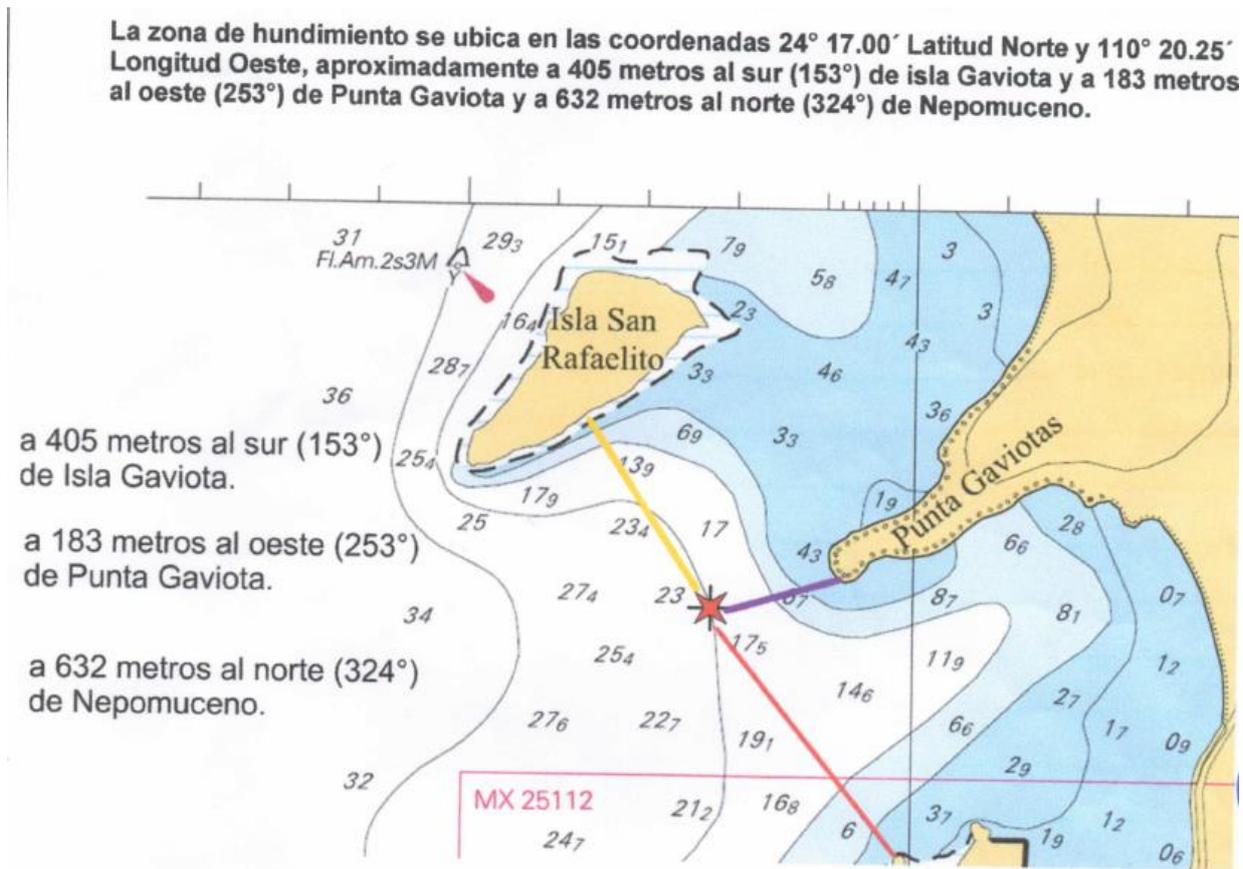


Figura VII. 6. Sitio seleccionado para el hundimiento y formación del arrecife artificial.

### VII.3. Situación actual (línea base)

Como se ha referido, el proyecto se localiza en el municipio de La Paz, capital del estado de Baja California Sur (BCS), específicamente en la zona marina, a aproximadamente 405 metros al sur de Isla Gaviota, a 183 metros al oeste de Punta Gaviota y a 632 metros al norte de Nepomuceno, contigua al Área Natural Protegida (ANP) "Área de Protección de Flora y Fauna Balandra", y a aproximadamente a 0.5 millas náuticas del Puerto de Pichilingue.

Previo a considerar el escenario actual del área del proyecto, es importante mencionar que de acuerdo con la Secretaria de Turismo (SECTUR)<sup>5</sup>, La Paz se ha posicionado como uno de los principales destinos náuticos, derivado de sus magníficas playas, consideradas las más bonitas de México y entre las mejores del mundo. Asimismo, en una lista publicada en enero del 2020 por el

<sup>5</sup> <https://www.visitmexico.com/destino/la-paz/>

periódico "The New York Times"<sup>6</sup>, considera a este municipio como uno de los 20 mejores destinos para visitar a nivel mundial en el año 2020.

De lo anterior se tiene que La Paz no solo representa un sitio turístico de importancia nacional, sino también a nivel internacional, por lo que resulta indispensable el desarrollo de estrategias e infraestructura que den capacidad y soporte a la afluencia turística, evitando con ello, la afectación y degradación de los sistemas y recursos naturales.

Cabe mencionar que, si bien el área del proyecto no incide dentro de alguna ANP, se encuentra contigua a la poligonal definida por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), como Área de Protección de Flora y Fauna Balandra (ver siguiente imagen).

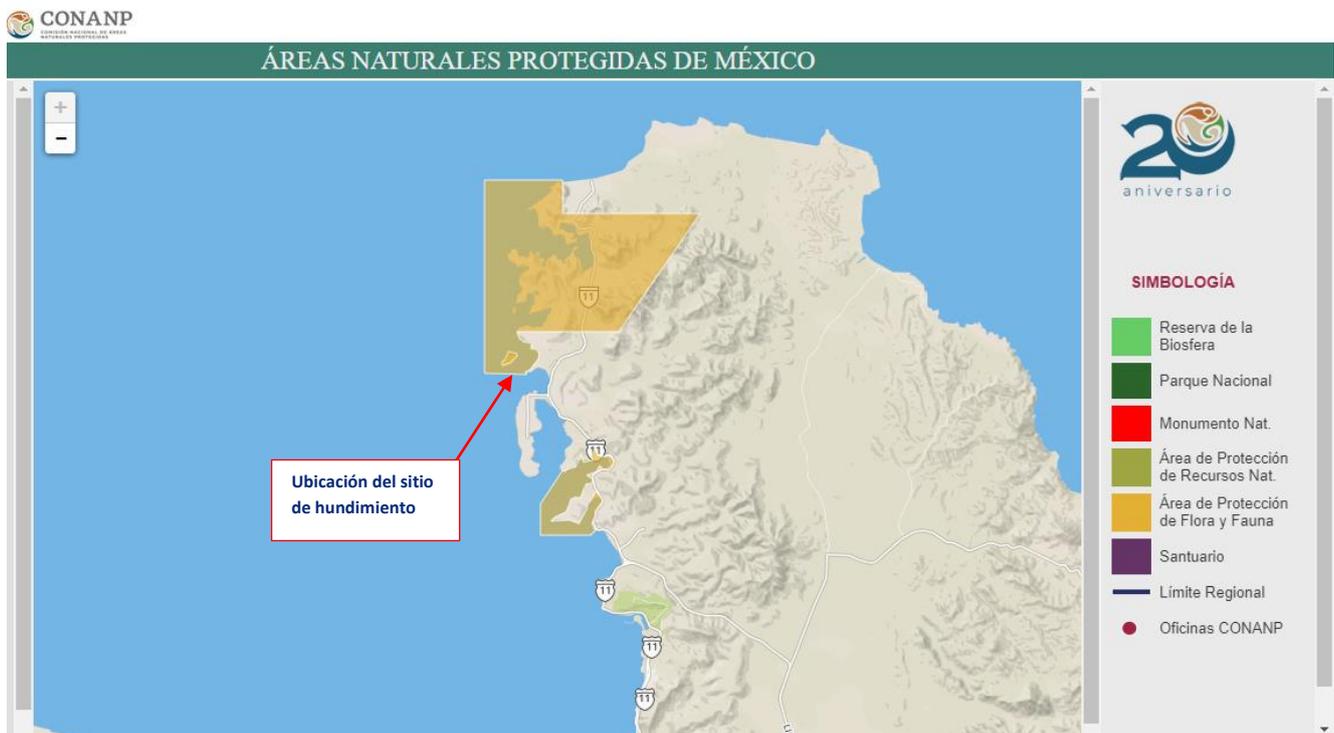


Figura VII. 7. Ubicación del proyecto respecto a la poligonal del APFF Balandra.

<sup>6</sup> <https://www.nytimes.com/interactive/2020/travel/places-to-visit.html>

Asimismo, dicha área de protección corresponde a un área de belleza natural e importancia estética excepcional, en donde la diversidad y abundancia de vida marina, asociada a las formas submarinas y la transparencia del agua hacen que el *-Bien-* sea una excelente zona para el buceo<sup>7</sup>.

Sumado a lo anterior, se tienen que la propuesta del sitio para el hundimiento y formación de un arrecife artificial, se encuentra dentro del corredor económico-turístico La Paz-Tecolote, en donde las playas que cuentan con acceso directo y fungen como un atractivo y receptor de turismo son La Paz, El Coromuel, La Concha, Costa Baja, El Caimancito, El Tesoro, **Pichilingue**, Balandra y el Tecolote<sup>8</sup>.

Cabe mencionar que la ubicación del proyecto se localiza en el acceso a la playa Pichilingue, misma que es reconocida como la playa del centro portuario más relevante de La Paz, toda vez que en este último llegan embarcaciones de variado tamaño, como pueden ser transbordadores o ferries; asimismo, es habitual observar numerosos cruceros turísticos.

Por otro lado, se tiene que la playa Pichilingue se considera como un excelente punto de partida para la realización de actividades ecoturísticas, principalmente aquellas relacionadas con el turismo de naturaleza y los deportes náuticos. Lo anterior, derivado de su cercanía con el ANP Balandra y el Parque Nacional Isla Espíritu Santo.

Una vez referido lo anterior, podemos concluir que el sitio en donde se pretende el hundimiento y formación del arrecife artificial, se ubica dentro de un área clave en el desarrollo de las actividades turísticas y económicas del municipio, de modo tal, que resulta común el tránsito de embarcaciones de tipo comercial, de carga y turísticas, así como la presencia de turistas que hacen uso y disfrute de los sitios de playa y recursos naturales próximos como lo es el ANP Balandra.

Finalmente, y atendiendo lo referido en párrafos anteriores, se tiene que la conservación y condiciones del área propuesta para el proyecto se encuentran sujetas a la demanda, frecuencia e intensidad de las actividades propias de la zona, mismas, que están en función de las medidas y

---

<sup>7</sup> Islas y Áreas Naturales Protegidas del Golfo de California. Bien de Patrimonio Mundial. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

<sup>8</sup> Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Balandra. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México 2016.

alternativas que el estado implemente, y que, a su vez, deberán ser adoptadas y ejecutadas por los prestadores de servicios ante la demanda turística.

#### **VII.4. Pronostico ambiental**

Una vez identificados los elementos y actividades que se desarrollan e inciden en el sitio propuesto para la formación de un arrecife artificial, así como teniendo claro las características y objetivos del proyecto, es posible realizar un pronóstico objetivo, así como un planteamiento pertinente, coherente y posible de los resultados esperados que conllevaría la ejecución del proyecto.

De acuerdo con la bibliografía, se tiene que la formación de arrecifes artificiales es una actividad que se viene desarrollando desde ya hace muchos años. Inicialmente se empleaban para la gestión de las zonas costeras en muchos países y regiones del mundo. Sin embargo, en épocas más recientes, los arrecifes artificiales se han utilizado para una diversidad de objetivos como pueden ser la protección de los recursos marinos contra las actividades de pesca ilegales<sup>9</sup>, la mejora de las actividades recreativas, la reducción de presión sobre arrecifes naturales, el aumento turístico, el mejoramiento de la calidad de playas, el incremento de la biomasa, la conservación de recursos, entre otros.

De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), los arrecifes artificiales sirven de refugio y sustrato para muchos organismos invertebrados y vertebrados, incluyendo a los propios corales. En este sentido, su creación puede ayudar a crear sitios alternativos para actividades náuticas (buceo principalmente), lo que ayuda a disminuir la presión sobre los arrecifes naturales. Por otro lado, un arrecife artificial crea sitios de refugio y reproducción de peces que actúan como repobladores de otros sitios.

En México, la creación de arrecifes artificiales no es una actividad nueva, por lo que actualmente se tienen casos de éxito en diferentes estados del país como son Baja California Norte, Baja California Sur, Guerrero, Campeche, Yucatán, Quintana Roo y Veracruz.

En lo que respecta al estado de Baja California Sur (estado donde se ubicará el proyecto que se somete a evaluación), el gobierno, con el fin de proteger los arrecifes naturales ha promovido de

---

<sup>9</sup> Jensen, A.C., Collins, K.J., y Lockwood, A.P.M. (eds.) (2000) *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer, 508 pp.

manera exitosa la formación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones que han concluido su vida útil.

Como prueba de ello, a continuación, se presentan algunos de los arrecifes artificiales que se encuentran dentro del estado de Baja California Sur, y los cuales sirven de referencia como un pronóstico potencial, posible y realizable del proyecto que nos ocupa.

- **Arrecife Artificial "Fang Ming"**

El carguero "Fang Ming", es el primer arrecife artificial que se crea en América Latina (1999). Su ubicación se encuentra entre el Parque Nacional Isla Espíritu Santo y el Canal de San Lorenzo, municipio de la Paz, BCS. Aproximadamente a unas 6.5 millas náuticas (12 km), del área del proyecto (ver siguiente figura).



*Figura VII. 8. Distancia entre el área del proyecto y el primer arrecife artificial en América Latina (Fang Ming).*

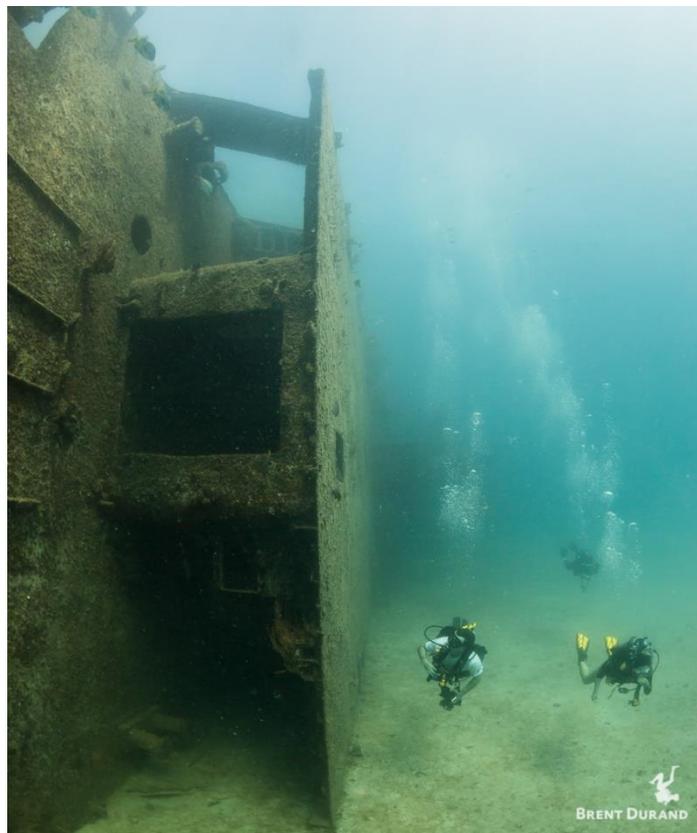
Los criterios que se consideraron para la selección del punto de hundimiento fueron que el área se encuentra protegida de los vientos del norte y del oeste, con una profundidad de entre 60 y 80 pies (18-24 m), con poca corriente, alejada de las rutas de navegación y próximos a los arrecifes naturales.

En las siguientes imágenes se muestra de manera muy general como se han llevado a cabo los procesos sucesionales en este arrecife artificial. Cabe mencionar, que dicha información es la que se encuentra disponible en medios digitales.



*Figura VII. 9. Carguero "Fang Ming" previo a su hundimiento (18 de noviembre de 1999).*

<http://www.bajacitizen.com/fang-ming-an-intentional-artificial-reef/>



*Figura VII. 10. Colonización de algas en el "Fang Ming".*

<https://diveadvisor.com/secretjetty/media/fang-ming-17163>



Figura VII. 11. Condiciones del arrecife artificial "Fang Ming" en el año 2007.

<https://www.pbase.com/bmcmorrow/image/122304523>



Figura VII. 12. Condiciones del arrecife artificial "Fang Ming" en el año 2007

<https://www.youtube.com/watch?v=IPeg3yMXp-g>



Figura VII. 13. Condiciones del arrecife artificial "Fang Ming" en el año 2007

<https://www.youtube.com/watch?v=IPeg3yMXp-g>

- **Arrecife Artificial "Lapas NO3"**

Al igual que el carguero "Fang Ming", la embarcación "Lapas NO3" fue hundida en el año 1999. Lo anterior derivado a que ambas embarcaciones formaban parte de los trabajos realizados con fines de conservación por la organización de la sociedad civil PRONATURA.

Su ubicación se encuentra frente a la Isla Ballena **dentro** del archipiélago del Parque Nacional Isla Espíritu Santo, municipio de La Paz, BCS. Aproximadamente a unas 11.95 millas náuticas (22 km), del área del proyecto (ver siguiente figura).



Figura VII. 14. Distancia entre el área del proyecto y el arrecife artificial "Lapas NO3".

Los criterios que se consideraron para la selección del punto de hundimiento fueron similares a los considerados para su antecesor, incluyendo las bajas corrientes, distancia de las rutas de navegación y proximidad a los arrecifes naturales.

En las siguientes imágenes se muestra de manera muy general como se han llevado a cabo los procesos sucesionales en este arrecife artificial.



Figura VII. 15. Visita de inspección a los pocos días de haber realizado el hundimiento.

<http://mistral-test.cicese.mx/index.php/Ciencia/leer/83>



Figura VII. 16. De lado izquierdo se observa la cubierta algal / de lado derecho la cubierta algal con presencia de algunos corales blandos.

[https://www.geoffschultz.org/2011\\_Sailing/Photos/MEX\\_BCS\\_Isla\\_Esperitu\\_Santo\\_Diving/index.php](https://www.geoffschultz.org/2011_Sailing/Photos/MEX_BCS_Isla_Esperitu_Santo_Diving/index.php)



Figura VII. 17. Condiciones del arrecife artificial observadas al año 2018.

<https://www.youtube.com/watch?v=y0qB3UbyNvI>

- **Arrecife artificial "Ex C-59 Francisco Márquez"**

Una vez constatado el éxito obtenido con la formación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de los cargueros "Fang Ming" y "Lapas NO3", la SEMAR, dona al gobierno del estado de Baja California Sur el Ex-Cañonero C-59 "Francisco Márquez", lo anterior, con el fin de hundirlo

y crear un arrecife artificial, mismo que fue integrado dentro de los programas turísticos de ese estado. Entre los principales objetivos de la creación de este arrecife artificial se encuentra el disminuir el incremento en la presión en sus arrecifes naturales rocosos y coralinos del Complejo Insular de la Isla Espíritu Santo, en específico en la Bahía de San Gabriel<sup>10</sup>.

De lo anterior, se tiene que, en el año 2004<sup>11</sup>, se realizó el hundimiento del casco del ex cañonero "Francisco Márquez", el sitio de localización corresponde a la Bahía San Gabriel, cercano a Punta Colorada, dentro del Municipio de La Paz, BCS. Aproximadamente a unas 8 millas náuticas (14.7 km), del área del proyecto<sup>12</sup> (ver siguiente figura).

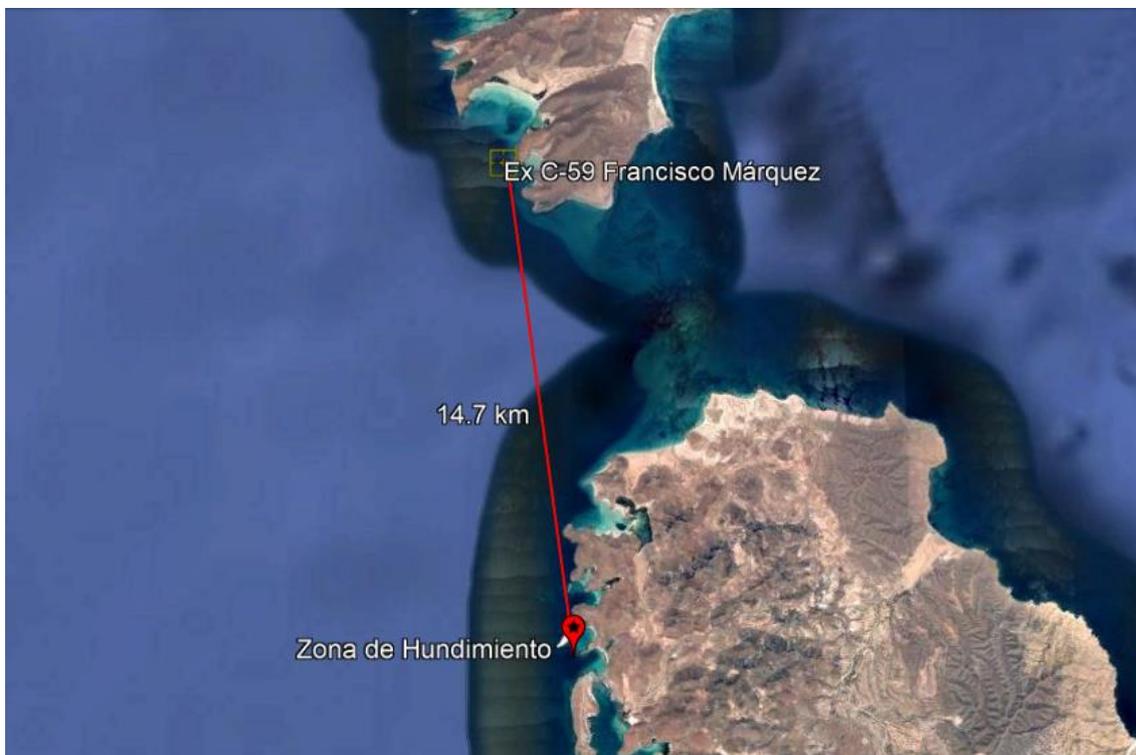


Figura VII. 18. Distancia entre el área del proyecto y el arrecife artificial "Francisco Márquez".

Los criterios para la selección del punto de hundimiento fueron la cercanía a la ciudad de La Paz, toda vez, que esto facilita su fácil y económico acceso al área del arrecife artificial, para su máxima

<sup>10</sup> Manifestación de Impacto Ambiental Particular (MIA-P) del proyecto "Arrecife Artificial en la Bahía de San Gabriel, B. C. S. mediante el hundimiento del Ex Cañonero C-59 Francisco Márquez"

<sup>11</sup> Tesis de Maestría. Diagnostico Integral de los Impactos producidos por la industria del turismo en Baja California Sur, México. 2006

<sup>12</sup> MIA-P "Arrecife Artificial en la Bahía de San Gabriel, B.C.S. mediante el hundimiento del Ex Cañonero C-59 "Francisco Márquez". 2004

optimización y uso. Por otro lado, se tiene que el área corresponde a un área protegida contra vientos y marejada durante todas las épocas del año, sin que esto constituya un riesgo a la navegación comercial o industrial.

Asimismo, se consideraron las características del fondo marino (pendiente, profundidad), así como la opinión de los diversos sectores involucrados como son asociaciones civiles, prestadores de servicios y cooperativas pesqueras.

En las siguientes imágenes se muestra de manera muy general como se han llevado a cabo los procesos sucesionales en este arrecife artificial.



Figura VII. 19. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez".

<https://www.youtube.com/watch?v=C7hFsNRN150>



Figura VII. 20. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez" con cubierta algal.

<https://www.youtube.com/watch?v=LeCKfWE2FVM>

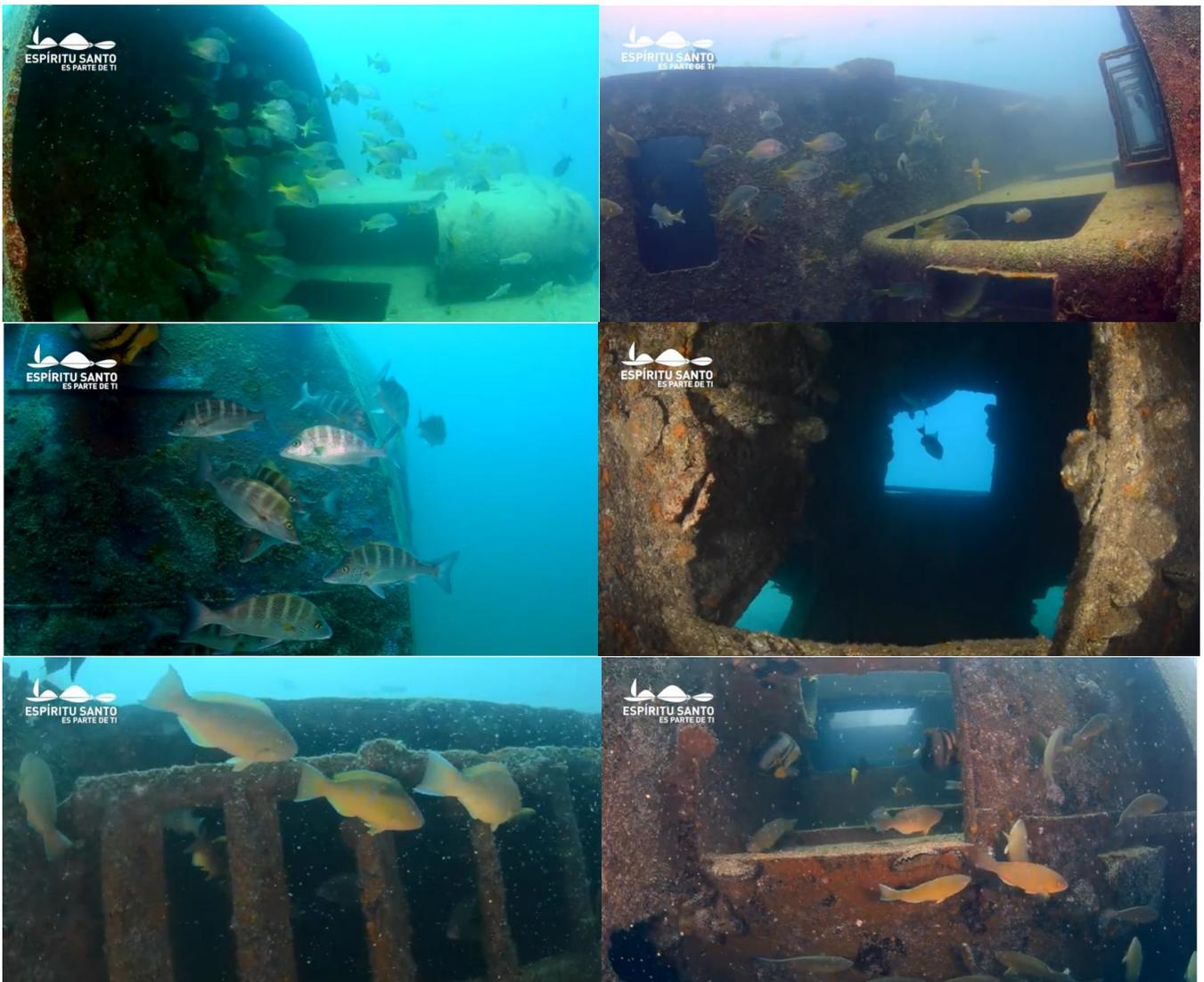


Figura VII. 21. Imágenes del Cañonero 59 "Francisco Márquez" donde se evidencia el incremento de biodiversidad en el año 2018.

<https://www.youtube.com/watch?v=LeCKfWE2FVM>

Es importante mencionar, que los ejemplos referidos anteriormente corresponden únicamente a una parte de los diferentes esfuerzos que se han llevado a cabo en el Municipio de la Paz, con la finalidad de conservar, promover y proteger los recursos naturales con los que cuenta el municipio, así como fomentar e incentivar las actividades económicas y turísticas de una forma sustentable y regulada.

Asimismo, cabe resaltar que parte de los hundimientos se han realizado **dentro** del ANP "Parque Nacional Isla Espíritu Santo", lo anterior, con el fin de fortalecer y conservar los recursos marinos con los que cuenta dicha área, toda vez, que la formación de estos arrecifes artificiales, diversifica

e incrementa sitios potenciales para el desarrollo de actividades turísticas, reduciendo con ello la presión sobre los arrecifes naturales.

Aunado a lo anterior, se tiene que este tipo de proyectos se han desarrollado con éxito en distintas partes del país y el mundo, enunciando únicamente como ejemplo algunos ubicados en los estados de Baja California Norte -Parque Submarino Rosarito-; Cozumel -Ex-Cañonero C-53 "Felipe Xicoténcatl"-; Veracruz, Ex Cañonero C-50 "Gral. Vicente Riva Palacio"; y Yucatán -Arrecife artificial Zamná-. En lo que refiere al ámbito mundial se puede mencionar a los arrecifes artificiales en Venezuela -Golfo de Cariaco-; Nicaragua -Arrecife artificial "San Juan del Sur"-; Honduras -"Ampala y Bahía San Lorenzo"-; España -Arrecife artificial Bahía de Palma- y EUA -USS Oriskany-, entre muchos otros.

Tomando como base las referencias bibliográficas, así como los estudios de caso y diferentes ejemplos, se puede confirmar que la ejecución del proyecto traerá consigo una serie de beneficios a corto, mediano y largo plazo, los cuales no solo inciden en un entorno ambiental, sino, también en el sector económico, social y de investigación. Lo anterior, sustentado bajo las siguientes premisas.

#### **VII.4.1. Escenario ambiental**

- El proyecto en un corto-mediano plazo incrementaría la biodiversidad y biomasa en áreas en donde por las condiciones ambientales actuales son bajas.
- El proyecto reduciría la presión de capacidad de carga en los arrecifes naturales cercanos al área.
- El proyecto propondría una alternativa viable como sitio de visitación turística, reduciendo con ello las cargas de visita en el ANP Balandra y Parque Nacional Isla Espíritu Santo.
- El proyecto genera espacios y refugios para la reproducción de especies arrecifales.
- El proyecto no modificaría la hidrodinámica de la zona (oleaje, velocidad y dirección de corrientes).
- El proyecto no modificaría los hábitos migratorios de las especies que se distribuyen en la zona.

#### **VII.4.2. Escenario económico-social**

- El proyecto promovería y fortalecería la actividad turística, de forma regulada y ordenada.
- El proyecto se incorporaría como una alternativa viable para los prestadores de servicios, diversificando con ello sus servicios e incrementado sus ingresos.
- El proyecto en un corto-mediano plazo podría representar un área de producción de alevinaje que fortalezca las actividades de pesca de rivera y/o artesanal en la zona (es importante aclarar que este beneficio se considera secundario, toda vez que el proyecto en ningún momento tiene como objetivo la promoción de actividades pesqueras).
- El proyecto fortalecería la infraestructura y capacidades turísticas del estado, promoviendo el ingreso de divisas, y manteniendo a la nación, estado y municipio como un lugar propicio para el turismo internacional.
- El proyecto no incidiría o afectaría canales de navegación o la actividad comercial del Puerto de Pichilingue.

#### **VII.4.3. Escenario de investigación**

- El proyecto representaría un espacio para la generación de información científica.
- El proyecto crea un espacio de oportunidad para la formación académica y educación ambiental.

Finalmente, con base en lo referido a lo largo del capítulo, es de esperar que el desarrollo del proyecto implique una serie de impactos de tipo positivo, los cuales inciden en los diferentes sectores y ámbitos que concurren en las actividades ambientales, turísticas y económicas que se desarrollan en el municipio. Asimismo, cabe mencionar que los impactos positivos superan en gran medida los efectos negativos que el proyecto pudiese ocasionar, toda vez que éstos son considerados puntuales y temporales (fugaz), y únicamente al momento del hundimiento de la embarcación, tal como se refirió en el Capítulo V.

Dado lo anterior, se concluye que el proyecto representa un esfuerzo loable, viable y funcional, dentro de un entorno seguro, con una ubicación accesible y compatible ambientalmente, en donde su permanencia a largo plazo, promueve una alternativa de desarrollo sustentable, económico, turístico y de protección ecológica.



## **ARRECIFE ARTIFICIAL JUAN ANTONIO DE LA FUENTE**

---

Manifestación de Impacto Ambiental  
Modalidad Particular

### **CAPÍTULO VIII**

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

## Contenido

<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.1. Anexos electrónicos .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.1.1. Anexos Capítulo II .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.1.2. Anexos Capítulo IV .....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.2. Fuentes de consulta .....</b>	<b>4</b>

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

En el presente capítulo se integran los anexos y las fuentes consultadas que sustentan a la información presentada en los capítulos de la presente MIA-P. La literatura consultada se enlista en el apartado correspondiente. Específicamente para el caso de los anexos se presentarán como se explica a continuación.

### **VIII.1. Anexos**

Los anexos se describen brevemente en este apartado, estos se agrupan por capítulos y se incluyen de manera electrónica. A excepción de las minutas de trabajo que respaldan las reuniones donde se realiza la evaluación del sitio idóneo para el hundimiento y proceso de limpieza de la unidad, los cuales son soporte para los Capítulos II y VII, por lo que se incluyen en una carpeta "Minutas". Los demás anexos se presentan de la siguiente manera:

#### **VIII.1.1. Anexos Capítulo II**

En esta carpeta se presenta el acta administrativa PC-208 donde se certifica que la ex unidad de superficie ARM Juan Antonio de la Fuente se encuentra libre de hidrocarburos, sustancias químicas u otros materiales contaminantes al ambiente marino, así como la evidencia fotográfica de los trabajos de limpieza realizados a la unidad considerada para el hundimiento.

#### **VIII.1.2. Anexos Capítulo IV**

Los anexos que se incluyen como parte del capítulo IV se conforman por información bibliográfica sobre las Especies en Playa Bruja, Especies de zooplancton en Bahía de la Paz, Ictiofauna BLP (Bahía de La Paz) y los Principales grupos de organismos marinos en la Bahía de La Paz y regiones adyacentes, así como la información obtenida durante los muestreos en campo descrita en el "Estudio\_Flora\_Fauna\_Pichilinge".

## VIII.2. Fuentes de consulta

Aburto Oropeza, M. O. (1999). *Relación entre la distribución y el hábitat de la ictiofauna arrecifal de los Islotes Archipiélago Espíritu Santo México* (Tesis de Maestría). CICIMAR-IPN, México.

Águila-Ramírez, R.N., Casas-Valdez, M., Hernández-Guerrero C.J. y Marín-Álvarez, A. (2005). Biomasa de *Ulva* spp. (Chlorophyta) en tres del malecón de La Paz, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 40(1): 55–61.

Álvarez Arellano, A. D. y Murillo Jiménez, J. M. (1989). Cuerpos de agua inferidos a partir del registro micropaleontológico (Radiolario), en sedimentos superficiales del fondo marino de la Bahía de La Paz, B. C. S., México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Autónoma de México*, 16 (1) 135-146 pp.

Álvarez, A. A.D., Rojas, S.H. y Prieto, M.J.J. (1997). Geología de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes, 13–30. En: Urbán, R.J. & M.R. Ramírez (Eds). *La Bahía de La Paz, investigación y conservación*. UABCS – CICIMAR – SCRIPPS, La Paz, BCS, México 345 p.

Arriaga, L., J.M Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México

Aranda-Gómez, J. J. y Pérez-Venzor, J. A. (1988). Estudio geológico de Punta Coyotes, Baja California Sur. Univ. Nal. Auton. México, *Inst. Geología. Revista*, 7(1), 1-21.

Arzola-González, J. F., Barrón-Hernández, J., Gutiérrez-Rubio, Y., Voltolina, D., y Ramírez-Pérez, J. S. (2019). Anidación e incubación artificial de huevos de tortuga golfina *Lepidochelys olivacea* (Testudines: Cheloniidae). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(18), 595-599.

Ávila, E., Blancas-Gallangos, N.I., Riosmena-Rodríguez, R. y Paul-Chávez, L. (2010). Sponges associated with Sargassum spp. (Phaeophyceae: Fucales) from the south-western Gulf of California. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(1): 193–202.

Benítez, H., Arizmendi, C. y Márquez, L. (1999). Base de Datos de las AICAS, CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA, México. (<http://WWW.conabio.gob.mx>).

Blancas-Gallangos, N.I. (2008). *Determinación de la abundancia de las interacciones Sargassum/esponja en la costa suroeste del Golfo de California, México* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Baja California Sur, 62 p.

Bohnsack, J. A., Harper, D. E., McClellan, D. B. y Hulsbeck, M. (1994). Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off southeastern Florida, USA. *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3), 796-823.

Brinton, E., Fleminger, A. y Siegel-Causey, D. (1986). The temperate and tropical planktonic biota of the gulf of California. *CalCOFI Rep. Vol. XXVII*.

Casas-Valdez, M.M., Cruz-Ayala, M.B. y López, G.E. (1997). Algas marinas bentónicas más abundantes en la Bahía de La Paz, B.C.S. 83–92. En: R.J. Urbán y M.R. Ramírez (Eds.). *La Bahía de La Paz, investigación y conservación*. UABCS – CICIMAR – SCRIPPS, 345 p.

CICIMAR (2006). Parque Nacional Espíritu Santo. Comp., México.

Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (2010). Uso potencial y regulación de arrecifes de México. Estado de Campeche. P13-15.

CONABIO, 2020. Arrecifes. Biodiversidad Mexicana , Ecosistemas Ecosistemas de México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes>

CONANP. (2016). Programa de manejo: Área de protección de Flora y Fauna Balandra.

CONANP Semarnat. (2006). NIPARAJA Estudio Previo Justificativo (EPJ) para la creación del Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo. México.

CONANP / Semarnat. (2000). Programa de Manejo Complejo Insular del Espíritu Santo. México.

Coria - Monter, E., Monreal - Gómez, M. A., Salas - de - León, D. A., Aldeco - Ramírez, J. y Merino - Ibarra, M. (2014). Differential distribution of diatoms and dinoflagellates in a cyclonic eddy confined in the Bay of La Paz, Gulf of California. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(9), 6258-6268.

Cruz-Orozco, R., C. Martínez-Noriega y A. Mendoza-Maravillas. (1996). Batimetría y sedimentos de la Bahía de La Paz, BCS, México. *CICIMAR Océánides* 11: 21-27.

Delgadillo-Garzon, Oscar and Garcia, Camilo B. Impacto de dos arrecifes artificiales en la pesca artesanal diurna del Golfo de Morrosquillo, Caribe de Colombia. Rev. biol. Trop [online]. 2009, vol.57, n.4 [cited 2020-07-21], pp.993-1007. Available from: <[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442009000400008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000400008&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 0034-7744.

Del Monte- Luna, P., F. Arreguín- Sánchez, L. Godínez- Orta y C.A. López- Ferreira. (2005). Batimetría actualizada de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *CICIMAR Océánides*, 20(2):75-77.

Díaz-Palacios, M.L. (2019). *The Nursery Area of the Devil Ray (Mobula munkiana) at a marine protected area in the Espiritu Santo Archipelago, Gulf of California, Mexico* (Tesis). CICIMAR-IPN, 46 p.

Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo /PNUMA.

Domínguez-Orozco, A.L. y Tripp-Quezada, A. (1997). Estructura de la comunidad de macromoluscos bentónicos de la caleta de Balandra, Bahía de La Paz, B.C.S. 119–127. En: R.J. Urbán y M.R. Ramírez (Eds.). *La Bahía de La Paz, investigación y conservación*. UABCS – CICIMAR – SCRIPPS, 345 p.

FAO (1995). Impacto Ambiental de las Prácticas de Cosecha Forestal y Construcción de Caminos en Bosques Nativos Siempreverdes H de la X Región de Chile. Roma, Italia.

Flores-Ramírez S, Urbán RJ, Villarreal-Chávez G. y Valles- Jiménez R. (1996). Spatial and temporal changes in the cetacean community structure at Bahía de La Paz, B.C.S., Mexico (1988-1991). *Ciencias Marinas* 22: 151–173.

Garmendia A., Salvador A., Crespo C. y Garmendia L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Pearson Prentice Hall. Madrid.

Gasca R. y Suárez E. (1991). Nota sobre los sifonóros (Cnidaria: Siphonophora) del Golfo de California (Agosto-Septiembre, 1977). *Ciencias Pesquera* (8) 119-125 Inst. Nal. de la Pesca. Sria de la Pesca, México

Gómez, D. (2002). Evaluación de impacto ambiental. España. Ediciones Mundi-prensa.

Halfar, J., Ingle-Jr, J. y Godínez-Orta, L. (2004). Modern non-tropical mixed carbonate-siliciclastic sediments and environments of the southwestern Gulf of California, Mexico. *Sedimentary Geology* 165: 93-115. DOI: 10.1016/j.sedgeo.2003.11.005.

<https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/arrecifes>

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104395/Act\\_04\\_Informe\\_Taller\\_Arrecifes\\_Artificiales\\_Cam2010.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/104395/Act_04_Informe_Taller_Arrecifes_Artificiales_Cam2010.pdf)

<https://www.gob.mx/semarnat/articulos/los-arrecifes-artificiales-ayudan-a-conservar-los-naturales?idiom=es>

<http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Publications/Documents/Artificial%20Reefs%20Spanish.pdf>

López-López S. G. (2013). *Caracterización física y evaluación del impacto antropogénico en los principales humedales de manglar en La Bahía de La Paz, Baja California Sur*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México, 141 pp.

López-Rocha, J. A., Ceballos-Vázquez, B. P., García-Domínguez, F. A., Arellano-Martínez, M., Villalejo-Fuerte, M. y Romo-Piñera, A. K. (2010). La pesquería de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México The Squalid Callista *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae) fishery in Baja California Sur, Mexico. *Hidrobiológica*, 20(3), 230-237.

Ministerio de Medio Ambiente (2008). Guía metodológica para la instalación de arrecifes artificiales. Centro de publicaciones del gobierno de España.

Molina-Arenas, E.G., J.M. Borges-Souza y M.E. Hernández-Rivas. (2020). Estudio de caracterización marina de flora y fauna en Punta Pichilingue, La Paz, BCS. Informe técnico para Administración Portuaria Integral de Baja California Sur S.A. de C.V. 34 pp.

Nava-Sánchez, E. H. y R. Cruz-Orozco. (1989). Origen y evolución geomorfológica de la Laguna de La Paz, Baja California Sur, México. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4 (1): 49-58.

Nava-Sánchez, E. H., D. S. Gorsline y A. Molina-Cruz. (2001). The Baja California peninsula borderland: structural and sedimentological characteristics. *Sedimentary Geology* 144: 63-82. DOI: 10.1016/S0037-0738(01)00135-X.

Obeso-Nieblas et al. (2008). Variabilidad hidrográfica en Bahía de La Paz, Golfo de California, México.

Obeso-Nieblas M. (2003). *Variabilidad espacio-temporal de las condiciones oceanográficas de la Bahía de La Paz, BCS, México*. Tesis Doctoral, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN, La Paz, Baja California Sur, 337 pp.

Organización Marítima Internacional 1996. El protocolo de Londres.

Palomares M. y Thiaw I. (2010). Directrices relativas a la colocación de arrecifes artificiales. Convenio de Londres y Protocolo/ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Reyes-Bonilla, H., L.E. Calderón-Aguilera, G. Cruz-Piñón, R.P. Medina, P.R.A. López, M.D. Herrero-Pérezrul, M.G.E. Leyte, M.A.L. Cupul y B.J.D. Carriquiry. (2005). Atlas de corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano. Editorial Triciclo, Guadalajara, 124 p.

Sánchez-Ortiz, C.A., I.C. Huerta, J.L. Cervantes y J. Fiol. (1997). Crustáceos decápodos de aguas profundas de la Bahía de La Paz, B.C.S. 129–137. En: Urbán, R.J. & M.R. Ramírez (Eds.). La Bahía de La Paz, investigación y conservación. UABCS – CICIMAR – SCRIPPS, 345 p.

Sánchez I. (2007). *Comparación de los peces asociados a un arrecife artificial y uno natural, en isla Espíritu Santo, Bahía de la Paz. B.C.S., México*. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Santamaría Reyes, JA. 2019. Arrecifes artificiales, su influencia en la sustentabilidad de la pesca artesanal en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán. Tesis Doctoral. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Santamaría Reyes, JA, AI, Zamora Torres; JO García García, 2019. Los arrecifes artificiales en la Cuenca del Pacífico: Una revisión de su utilización y resultados. Portes, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico. Vol 13 (25) pp. 161-178

SEMARNAT-CONANP. (2016). Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna de Balandra.

SEMARNAT. (2017). Los arrecifes artificiales ayudan a conservar los naturales. Retomado de: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/los-arrecifes-artificiales-ayudan-a-conservar-los-naturales?idiom=es>

Servicio de Parques Nacionales (1994). Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico occidental. Parque Nacional de Islas Vírgenes. P 1-36

Szteren, D., Auriolos, D. y Gerber, L. R. (2006). Population status and trends of the California sea lion (*Zalophus californianus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. Sea Lions of the World. Alaska Sea Grant College Program, Fairbanks, 369-384.

Tizol-Rosado, D.F. (2019). *Influencia de la complejidad del hábitat sobre la variación espacio-temporal de la macrofauna en arrecifes rocosos de la Bahía de La Paz*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México. 113p.

Tovar-Hernández, M. A., Salazar-Silva, P. y León-González, J. Á. D. (2019). Lista faunística comentada de gusanos poliquetos en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México (Annelida: Polychaeta) y nuevos registros. *Revista mexicana de biodiversidad*, 90.

Urcádiz-Cázares et al. (2017). Clasificación de unidades de fondo marino a partir de la distribución espacial de los sedimentos superficiales de La Bahía de La Paz, Golfo de California. *Hidrobiológica* 27 (3): 399-409.

Velasco García, J. A. (2009). Ambientes geológicos costeros del litoral de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México. 83p.

Villalejo-Fuerte, M., Arellano-Martínez, M., Ceballos-Vázquez, B. P. y García-Domínguez, F. (2000). Ciclo reproductivo de la almeja chocolate *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1835)(Bivalvia: Veneridae) en Bahía Juncalito, Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 10(2), 165-168.

Zayas Álvarez, JA. 2016. Sucesión y diversidad de la estructura comunitaria de peces crípticos en un arrecife artificial de sistema cerrado. Tesis Doctoral Universidad Autónoma de Baja California Sur.