



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

Facultad de Ciencias
Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación

**Pacífico Norte de México y Golfo de
California: un análisis geográfico regional de
indicadores, como apoyo a la planificación
ambiental en zonas costeras**

T E S I S

Que para obtener el título de:

Licenciada en

**Manejo Sustentable de Zonas
Costeras**

P R E S E N T A :

Paulina Ciprés Hernández



DIRECTOR DE TESIS:
Dra. María Concepción Arredondo García

Yucatán, México, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del Alumno
Ciprés
Hernández
Paulina
Tel: 5979759469
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Manejo Sustentable de Zonas Costeras
306258473
2. Presidente
Dra.
María Patricia
Guadarrama
Chávez
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
3. Secretario
Dra.
María Concepción
Arredondo
García
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
4. Vocal
Dr. Joaquín Rodrigo
Garza
Pérez
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
5. Suplente
Dr.
Ernesto Tonatiuh
Mendoza
Ponce
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
6. Suplente
Dr.
Georges
Seingier
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
7. Dato del trabajo escrito
Pacífico Norte de México y Golfo de California: un análisis geográfico regional
de indicadores, como apoyo a la planificación ambiental en zonas costeras
159 p
2014

Lo que sabemos es una gota de agua; lo que ignoramos es el
océano.

Isaac Newton

Agradecimientos

A mis padres, Carmen y Evaristo que quiero y admiro mucho, que me han brindado todo su apoyo para cumplir mis metas, gracias por motivarme y ayudarme a ser mejor, por su amor y apoyo incondicional.

A Mariana, Adriana, Renata, Álvaro y al resto de mi familia por todo su cariño y apoyo.

A la Dra. María Concepción Arredondo, directora de esta investigación, por la orientación y supervisión de la misma, así como por el apoyo y confianza en éste proceso.

Al comité de evaluación de tesis: Dr. Georges Seingier, Dr. Rodrigo Garza, Dr. Tonatiuh Mendoza y la Dra. Patricia Guadarrama, por su tiempo y conocimientos para enriquecer éste trabajo.

A Enrique y Cesar por su apoyo y conocimiento brindado para este trabajo, y Adolfo por su apoyo.

A todos mis compañeros y amigos de la Licenciatura: Miguel, Dalia, Zzabi, Erick, Yazmin, Isabel, Oscar, Lalo, Alejandro, Mariana y David, que hicieron de los años que convivimos muy placenteros, con muchísimas risas y anécdotas que recordar fuera y dentro del aula.

A la gente que me apoyó durante mi estancia en Sisal, Gaby, Juan y a su familia.

A la máxima casa de estudios de México, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), así como a la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación (UMDI-Sisal) y profesores por los conocimientos que he adquirido y en donde me he formado profesionalmente.

A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) por abrirme sus puertas para realizar este trabajo de tesis.

A todos ellos, muchas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo forma parte del Proyecto denominado Desarrollo Sustentable de los mares mexicanos: escenarios de evaluación y monitoreo (Promep-2011).

Se describe la parte marina que corresponde a la Zona económica exclusiva y a la parte terrestre que incluyen a los municipios costeros del Pacífico Norte de México y Golfo de California, así como las principales actividades económicas que se realizan dentro de esta zona. A partir de ello se construyeron indicadores e índices con el objetivo de crear una base de información geográfica sobre las funciones ecológicas y socioeconómicas de los ecosistemas costero-marinos del área de estudio, integrándolos en un modelo de indicadores ambientales Presión-Estado-Respuesta como apoyo a la planificación ambiental de la región; cuya importancia económica para el país es crucial debido a que los principales estados pesqueros a nivel nacional extraen los recursos de estas regiones.

Con base a los resultados identificados, las características oceanográficas prevalecientes y su importancia ecológica por la diversidad biológica, ésta región ha favorecido el desarrollo de actividades económicas de relevancia nacional como las pesquerías de pelágicos mayores y menores principalmente, y la acuicultura centrada en la camaricultura. Se generaron un total de 11 indicadores, cinco que escriben en forma general la presión sobre los ecosistemas, tres las condición de estado y tres de respuesta. Es así que el mayor índice de Presión sobre los ecosistemas marinos y sus recursos se ubica frente a los estados de Baja California (Pacífico Norte), Sonora y Sinaloa, asociada a una alta producción pesquera con un registro de 4 especies comerciales entre 2005-2010 y acuicultura intensiva en las costas de Sonora y Sinaloa. El índice de Estado, de acuerdo a los indicadores desarrollados muestra que las zonas marinas con mejores condiciones ecológicas son la parte de Baja California Sur (Pacífico Norte), Baja California (Golfo de California) y Sonora, mientras que el menor índice de Estado lo presenta la parte marina de Sinaloa. En cuanto a la Respuesta, las zonas marinas en donde se ha centrado la atención institucional fueron en Baja California (Pacífico Norte y Golfo de California), Sinaloa y Nayarit, sin embargo Sonora aparece con un índice de Respuesta bajo, por la falta de información. Resalta el estado de Sinaloa en particular un deterioro en el ambiente marino, asociado al índice de Presión sobre sus recursos en un nivel alto y un índice de Estado bajo. Si bien, este trabajo muestra las tendencias relativas a la región, si admiten realizar comparaciones entre sitios por lo que el modelo de indicadores puede apoyar esquemas de gestión y planificación a través de los distintos instrumentos de la política ambiental para coadyuvar al mantenimiento de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos de esta región del país.

Índice

1. Introducción	12
2. Antecedentes	15
3. Planteamiento de la investigación	25
3.1 Justificación	25
3.2 Planteamiento	26
4. Objetivos	27
4.1 Objetivo general	27
4.2 Objetivos específicos	27
4.3 Metas	27
5. Zona de estudio: Pacífico Norte y Golfo de California	28
5.1 Contexto geográfico y poblacional	28
5.2 Actividades económicas	29
5.3 Alteraciones ambientales en la zona costera	31
6. Marco Metodológico	32
6.1 Características ambientales de la zona costero marina de la región	33
6.2 Principales Actividades socioeconómicas	38
6.3 Construcción de indicadores e índices	42
6.3.1 Descripción de indicadores	43
6.3.2 Construcción de indicadores	48
6.4 Integración de índices	54
6.5 SIG	57
7. Resultados y discusiones.....	58
7.1 Características ambientales de la zona costero de la región	58
7.2 Principales actividades socioeconómicas que se desarrollan en la zona costera	64
7.2.1 Actividad pesquera	64
7.2.2 Actividad acuícola	72
7.2.3 Actividad portuaria	75
7.2.4 Densidad poblacional	78
7.2.5 Turismo	80

7.3	Principales indicadores de Presión, Estado, Respuesta	81
7.3.1	Indicadores de Presión	82
7.3.2	Indicadores de Estado	91
7.3.3	Indicadores de Respuesta	102
8.	Conclusiones	117
9.	Literatura citada	126

Lista de Figuras

Figura 1. Pirámide de la información.	25
Figura 2. Modelo PER.	26
Figura 3. Localización de la zona de estudio.	32
Figura 4. Secuencia Metodológica General.	36
Figura 5. Secuencia para la definición de la zona de estudio.	40
Figura 6. Fuentes de información para describir las principales actividades económicas.	45
Figura 7. Construcción de índices.	52
Figura 8. Secuencia para la construcción de índices.	56
Figura 9. Categorías para los índices.	57
Figura 10. La zona marina delimitada como base para el análisis geográfico.	61
Figura 11. Principales especies capturadas por la actividad pesquera de la región.	66
Figura 12. Peso desembarcado total por Estado a través del tiempo.	67
Figura 13. Principales especies por su valor económico en el periodo 2005-2010, por los cinco Estados.	68
Figura 14. Valor económico generado por Estado a través del tiempo.	69
Figura 15. Principales especies en acuicultura 2005-2010.	74
Figura 16. La acuicultura durante los seis años de registros.	74
Figura 17. Principales Puertos del Pacífico Norte de México y Golfo de California.	77
Figura 18. Densidad poblacional por unidad marina 2010.	79
Figura 19. Principales destinos turísticos.	80
Figura 20. Número de turistas por destino turístico 2010.	81
Figura 21. Presión por actividad pesquera, sin tomar en cuenta la pesca del atún, 2005-2010.	83
Figura 22. Índice de Presión por Acuicultura 2005-2010.	85
Figura 23. Presión portuaria 2010.	86
Figura 24. Presión por densidad poblacional costera 2010.	87
Figura 25. Índice de presión por la actividad turística.	89
Figura 26. Índice de Presión Total.	91
Figura 27. Área de Sitios marinos prioritarios.	94
Figura 28. Área por zona marina como Áreas prioritarias para la conservación.	96
Figura 29. Estado de acuerdo a la población del Lobo marino.	100
Figura 30. Índice de Marginación asociada a las zonas marinas.	102
Figura 31. Índice de Estado.	103
Figura 32. Capacidad Institucional 2007-2008.	105
Figura 33. Índice de Instrumentos de conservación.	107

Figura 34. Plantas tratadoras de aguas residuales 2010.	110
Figura 35. Índice de respuesta de acuerdo al caudal de agua tratado.	110
Figura 36. Índice de respuesta.	113

Lista de tablas

Tabla I. Antecedentes. Estrategias para el manejo de las zonas costeras en México.	23
Tabla II. Zonificación marina.	37
Tabla III. Fuentes de información sobre las principales actividades económicas de la región.	42
Tabla IV. Construcción de Índices.	55
Tabla V. Síntesis de las características de las unidades marinas identificadas del Pacífico Norte Mexicano.	61
Tabla VI. Peso desembarcado total de cada año por Entidad Federativa, 2005-2010.	71
Tabla VII. Puertos por entidad federativa.	76
Tabla VIII. Indicadores para los ecosistemas costeros y oceánicos.	82
Tabla IX. Área prioritaria por zona marina.	93
Tabla X. Áreas prioritarias de conservación.	95
Tabla XI. Identificación de las colonias cuya población está disminuyendo, se mantiene estable o está aumentando, de acuerdo con datos y observaciones.	98
Tabla XII. Posibles causas de disminución de la población de lobo marino de California en algunas colonias.	99
Tabla XIII. Resultados de la Capacidad Institucional (Tomado de Capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional 2007-2012, UAM, 2008).	105
Tabla XIV. Resultados de la Capacidad Institucional (Tomado de Capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional 2007-2012, UAM, 2008).	106
Tabla XV. Instrumentos de conservación de la biodiversidad por Entidad Federativa.	108
Tabla XVI. Impactos potenciales de aguas residuales sobre ambientes acuáticos.	111
Tabla XVII. Impactos potenciales de aguas residuales sobre ambientes acuáticos.	112
Tabla XVIII. Modelo PER para cada una de las zonas marinas.	114

1. INTRODUCCIÓN

La ubicación geográfica de México, así como su extensión y características de sus costas explican en gran medida su enorme diversidad biológica y ecosistémica. Cuenta con 11 592.77 km de línea de costa, incluidos más de 500 rasgos morfológicos interconectados o aislados, lagunas, bahías, esteros, estuarios y marismas (De la Lanza, 2004), 231 813 km² de mar territorial y 3 149 920 km² de zona económica exclusiva (INEGI, 2011).

De las 32 entidades federativas que conforman la República Mexicana, 17 tienen apertura al mar y representan el 56% del territorio nacional, para el 2010 se concentraron 51 900 847 habitantes (46.20% de la población total nacional). En estos estados, 150 municipios presentan frente litoral y constituyen aproximadamente el 21% de la superficie continental del país (INEGI, 2010).

Los ecosistemas marinos proporcionan un hábitat para las especies silvestres y es una de las principales fuentes de alimentación para el mundo. De manera directa e indirectamente, estos ecosistemas proporcionan oportunidades de empleo a muchos residentes de zonas costeras. Ecosistemas como los manglares y arrecifes actúan como amortiguadores ante el impacto de las tormentas, ayudando a proteger las costas contra las fuerzas erosivas de olas y huracanes, así como las marismas y humedales costeros ayudan a filtrar sustancias contaminantes procedentes de tierra firme. Todos estos ecosistemas proporcionan nutrientes esenciales y mantienen hábitats críticos (por ejemplo, zonas de alimentación y desove, zonas de crianza y rutas migratorias) para una amplia variedad de vida marina. Los océanos también desempeñan un

papel de primer orden como reguladores globales del clima y de los ciclos hidrológicos y biogeoquímicos (Wilkinson *et al.* 2009). En estas zonas se realizan diferentes actividades económicas de las que dependen el grado y tipo de desarrollo económico regional que al igual que la población costera, ejercen una presión sobre el ambiente marino (Tundela-Abad, 2006). Dichas actividades han provocado un crecimiento desordenado en la zona costera y zonas urbanas de la costa, en conjunto con los conflictos ambientales generados por la competencia del espacio, el uso de los recursos y la generación de residuos y contaminantes (SEMARNAT, 2006).

Debido a la extensión de los ecosistemas marinos de México el conocimiento e información son fragmentados y escasos (Arriaga *et al.* 2009), por lo que en el contexto científico y político se ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

En México, fue creado un documento de la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo sustentable de océanos y costas propuesta por la SEMARNAT (2006) que busca una planeación estratégica para el uso sustentable de los recursos oceánicos y costeros que sea flexible para conservar su viabilidad, teniendo en cuenta las restricciones y potencialidades de la organización social, del sistema productivo, de la estructura institucional y de las condiciones del medio biofísico.

De acuerdo con la SEMARNAT (2007) la zona Costero Marina del Pacífico Norte de México es de gran importancia económica, social y ambiental; se caracteriza por sus importantes pesquerías, que incluyen anchoveta, sardina, atún, abulón, langosta, así como el cultivo de camarón en los

Estados de Sonora y Sinaloa, actividades sostenidas por aguas ricas en nutrientes, así como por una diversidad de especies relativamente alta (Wilkinson *et al.* 2009). Estos grandes ecosistemas están influenciados por las corrientes oceánicas del Atlántico centro-occidental y del Pacífico centro-oriental, lo que explica en gran medida su enorme diversidad biológica y ecosistémica (Lara-Lara *et al.* 2008).

Aunque existen muchos trabajos sobre las zonas costeras de México, son realizados de manera aislada y en diferentes escalas, por lo que es necesario coordinar trabajos que integren datos intersectoriales (componentes económicos, sociales y ambientales) que sean manejados de manera integrada, temporal y espacialmente, para la formulación de modelos que faciliten la gestión de los planes y programas integrales de desarrollo costero (Azuz *et al.* 2010). Por su parte Haaren y Bathke (2008), reconocen que la generación de bases de información que ofrece la planificación ambiental ha permitido priorizar los objetivos y las metas con el fin de dirigir los esfuerzos para llevar a cabo las medidas ambientales requeridas en aquellas zonas donde se necesite con urgencia acciones ambientales. De igual forma, permite la identificación de las correlaciones entre las diferentes funciones del paisaje proporcionando una base para identificar las relaciones positivas y los conflictos mediante la identificación de las áreas donde se superponen prioridades.

Este trabajo tiene como objetivo crear una base de información geográfica sobre las funciones ecológicas y socioeconómicas de los ecosistemas costero-marinos del Pacífico Norte mexicano y Golfo de California, construyendo un modelo de indicadores ambientales denominado Presión-Estado-Respuesta, en el afán de contribuir al apoyo de la planificación ambiental de la región.

2. ANTECEDENTES

Las políticas e instrumentos ambientales en México.

Las dinámicas social y económica representan un contexto necesario para analizar la forma en que se han gestado los problemas ambientales e identificar las oportunidades que México puede aprovechar en el desarrollo de políticas que incluyan criterios de sustentabilidad (GEO-INE, 2004).

En el año 2000, la entonces SEMARNAP a través del INE propone la Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México, en la cual están involucrados diferentes sectores gubernamentales, académicos y sociales, como respuesta a los impactos sociales, económicos y ambientales de esta zona. Propone por primera vez, una definición de la zona costera para un mejor manejo, así como recomendaciones que incluyen el punto de vista interdisciplinario e integrador; agregando que es necesario el fortalecimiento, la creación, actualización y acceso a bases de datos e inventarios.

El informe GEO-México (INE, 2004) representa un esfuerzo institucional para ofrecer una evaluación de los cambios ambientales que se han presentado en México en las últimas tres décadas, en él muestra el nivel de deterioro que han sufrido los ecosistemas de México de forma general, así como los impactos sobre el bienestar humano debido a las diversas presiones a las que se encuentra sujeto el capital natural.

En 2006, la actual Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) crea la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable

de Mares y Costas para generar la “Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas” en la cual establece lineamientos para su gestión, en el que expone que “la zona costera de México debe ser considerada como una zona prioritaria y su gestión debe abordarse integralmente como un tema de seguridad nacional, que proporcione las bases para su desarrollo sustentable”.

Con estas acciones, se busca mejorar las condiciones de vida de la población costera, por medio de un uso sustentable de los recursos costeros.

Eco regiones marinas: Pacífico Norte mexicano y Golfo de California

Se han realizado diferentes trabajos en los que se divide la parte marina de la República Mexicana en regiones de acuerdo a sus características biológicas y geográficas, como es el caso de Wilkinson *et al.* (2009), en donde identifican 24 ecorregiones marinas en América del norte, de las cuales ocho corresponden al territorio de México, de estas la del Pacífico sudcaliforniano y la del Golfo de California, corresponden al área de estudio.

El Pacífico sudcaliforniano se extiende a lo largo de la costa del Pacífico desde el cabo San Lucas, en el extremo sur de la península de Baja California, México, hasta el norte de punta Concepción, California, Estados Unidos. La confluencia de la corriente de California, de aguas frías templadas y ricas en nutrientes, así como de las aguas cálidas del sur, hace que esta región sea una zona de transición biótica, con una diversidad de especies relativamente alta, rica en una variedad de recursos pesqueros. Dentro de esta región se encuentra Tijuana, que es una

zona costera altamente urbanizada, así como costas poco pobladas (Wilkinson *et al.* 2009).

El Golfo de California es un mar parcialmente cerrado por estar rodeado por Sonora y Sinaloa por el Este y por la península de Baja California por el Oeste, con una salida al océano Pacífico. Cuenta con un elevado nivel de biodiversidad y elevada productividad primaria, producto de su topografía, latitud meridional y sistemas de surgencias. Cerca del 10% de la ictiofauna del golfo de California es endémica. Esta región se extiende desde Cabo Corriente, en el extremo noroeste del estado de Jalisco, hasta Cabo San Lucas, en la punta de la península de Baja California. La pesca no solo es una importante actividad en la eco región, también lo es a nivel nacional debido a la proporción que ésta ocupa en la producción total nacional, pues contribuye con aproximadamente 50% de la producción nacional pesquera de México en términos de volumen (Wilkinson *et al.* 2009).

Otro trabajo sobre las características biofísicas del área de estudio es el de Morgan *et al.* 2005, "Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al mar de Béring", en donde se identifican áreas de importancia biológica y ecosistémica de la costa occidental de América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México) en el cual integran información sobre la importancia del área, así como del estado en el que se encuentra, las amenazas a las que se enfrentan, así como la intensidad de las amenazas.

En cuanto a las regiones marinas prioritarias de México que define CONABIO fueron delimitadas en dos talleres multidisciplinarios en 2005 con la participación de expertos, donde se tomaron en cuenta diversos criterios, ambientales (medio biótico y abiótico), así como criterios

económicos, pues en estas regiones coinciden sectores con diferentes intereses. La delimitación espacial de los polígonos se definió en base a la cartografía obtenida de las siete provincias biogeográficas costeras y de las cinco oceánicas, de cartas batimétricas, de las ANP federales y estatales y de la distribución de los puntos de colecta de diversos grupos biológicos (Arriaga *et al.* 2009).

También existen delimitaciones de Áreas Naturales Protegidas, las cuales define la CONANP como el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad, estas áreas corresponden a una superficie terrestre o acuática del territorio nacional, que sean representativas de los diversos ecosistemas y donde el ambiente original no ha sido alterado.

Otras delimitaciones que se utilizan en el presente trabajo son la de la geomorfología por parte de CONABIO (1990), la cual muestra las distintas formas de relieve submarino, dentro de la zona económica exclusiva correspondiente a la República Mexicana.

En el contexto del conocimiento de la calidad del ambiente o del estado del ambiente, el biomonitoreo se define como el uso sistemático de las respuestas biológicas que permiten evaluar los cambios en el entorno y establecer un programa de control de calidad ambiental (Torres *et al.* 2008) lo que permite evaluar los impactos ambientales. Se trata de una estrategia que se basa en el conocimiento que se puede tener de los contaminantes que entran en el ambiente de un individuo, dejando en éste marcas que reflejan su exposición. El marcador puede ser la presencia del propio contaminante o la respuesta biológica específica de cualquier sistema del organismo que resulta de la acción de los tóxicos en el

individuo (Páez-Osuna *et al.* 2011). Actualmente existen pocos estudios sobre bioindicadores en la zona costera de México, sin embargo existe un análisis del estado de la población de lobo marino de California *Zalophus californianus* en México de Aurióles *et al.* 2011, para la región del Pacífico Norte y Golfo de California. Entre las especies que responden rápidamente a los cambios en la calidad del ambiente se encuentran los mamíferos marinos y, entre ellos, los pinnípedos, ya que debido a su modo de vida en el que requieren tanto hábitat terrestre para su reproducción y crianza (principalmente insular) como hábitat marino donde obtienen su alimento, están expuestos a un mayor número de variables que afectan su supervivencia (Aurióles *et al.* 2011).

Esta especie está catalogada como especie bajo “protección especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la mayoría de sus colonias reproductivas y de descanso se ubican en áreas naturales protegidas, siendo una especie indicadora cuyo monitoreo proporciona información importante para la toma de decisiones de manejo en dichas áreas (Aurióles *et al.* 2011). Para el presente trabajo se tomaron en cuenta las posibles causas de disminución de la población de lobo marino de California en algunas colonias, con la finalidad de mostrar el estado del ambiente marino, pues como menciona Medrano *et al.* (2007) los mamíferos marinos se alimentan de organismos que ocupan diferentes sitios en la cadena alimenticia, por lo que reflejan aspectos del flujo de materiales y energía dentro de los ecosistemas marinos y por lo tanto representan indicadores de la salud del ambiente.

Sin embargo aún es limitada la información sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, lo que hace reflexionar sobre la urgencia de encontrar mecanismos y aproximaciones metodológicas, que

en corto plazo nos permiten identificar problemas ambientales cuando aún tienen posibilidad de ser amortiguados a un costo relativamente bajo o cuando su impacto aún no es muy grande (Aurioles *et al.* 2011).

Tabla I. Estrategias para el manejo de las zonas costeras en México (fuente propia a partir de los documentos citados)

Año	Documento	Autor	Metas
2000	Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México.	SEMARNAP, INE	-Definir la zona costera para México. -Trabajar la gestión de la zona costera de manera interdisciplinaria.
2004	Informe GEO-México	INE	-Evaluar el deterioro del medio ambiente en los últimos 30 años en México.
2005	Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al mar de Bering.	Morgan, Lance, Sara Maxwell, Fan Tsao, Tara A.C. Wilkinson, y Peter Etnoyer.	-Determinar dónde es necesario aplicar medidas de conservación. -Conservar la diversidad biológica, para favorecer la pesca, resguardar valores culturales y apoyar la recreación e investigación científica.
2005	Regiones marinas prioritarias de México	CONABIO	-Identificar los sitios marinos con alto valor ecológico.
2006	Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas de México	SEMARNAT	-Fortalecer la gestión ambiental de la zona costera de manera integral.

2006	Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California	SEMARNAT	-Planeación regional con el fin de encontrar el equilibrio entre actividades productivas y la protección del ambiente.
2006	Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas	SEMARNAT	-Planeación ecológica del territorio que apoye la gestión de programas integrales.
2009	Ecorregiones Marinas	Wilkinson y colaboradores	-Recabar y organizar información sobre el ambiente marino de América del norte con el fin de apoyar a la gestión de estos ecosistemas.
2011	Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte	SEMARNAT	-Impulsar la planeación ambiental con el objetivo de un desarrollo sustentable.
2011	Política Nacional de Mares y Costas de México	Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas	-Generar estrategias que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de la población costera, utilizando los recursos marinos y costeros de manera sustentable.

Indicadores

Un indicador es una medida que permite mostrar que determinado fenómeno o tendencia sea perceptible o detectable, mientras que los indicadores ambientales brindan información sobre tendencias y condiciones del medio ambiente, proporcionándonos información sobre su estado, tendencias o cambios en los recursos naturales y ecosistemas (deterioro, recuperación, contaminación de ecosistemas, agua, aire, suelo,

biota), el número de indicadores utilizados para formar un modelo es definido por el propósito del modelo y por la disponibilidad de datos (Caraveo, 2001).

La principal función de los indicadores es la comunicación, estos promueven el intercambio de información. Simplifican la realidad, se centran en determinados aspectos relevantes y sobre los que existen datos disponibles (EEA, 1999).

Un esquema que nos permite visualizar el proceso de la generación de información para la construcción de indicadores e índices que faciliten la integración de la información en los ámbitos del interés público es en el de Azuz *et al.* 2010, Figura 1, mostrando las mediciones como el punto de partida del que se obtienen datos que mediante estadísticas se generan indicadores que al integrarlos en un modelo y ponderarlos podemos crear índices que son de gran utilidad en el ámbito público y toma de decisiones.

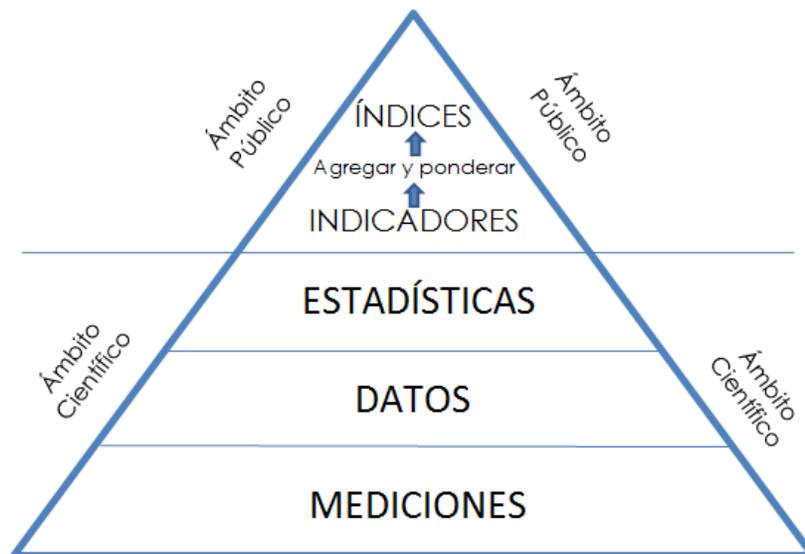


Figura 1. Pirámide de información. (Tomado de Azuz *et al.* 2010).

Un esquema que nos permite armonizar el manejo y presentación de la información es por medio del modelo de Presión, Estado, Respuesta (PER), (Azuz *et al.* 2010), es muy útil para grandes regiones o cuando la información es restringida (Espejel *et al.* 2007), este modelo fue propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE en 1993). Éste define como “Presión” a aquellas actividades antropogénicas o asociadas a su desarrollo que tienen una influencia sobre el entorno natural; el “Estado”, describe la situación en el que se encuentra el ambiente y la “Respuesta” que se refiere a las acciones y políticas que toma como medida la sociedad para preservar o mejorar su medio natural (Figura 2).



Figura 2. Modelo PER. Tomado de SEMARNAT 2005

Un trabajo sobre indicadores a nivel nacional es “Las costas de México: a mitad de camino hacia la sostenibilidad” (Seingier *et al.* 2010) en donde evalúan la sustentabilidad de la zona costera-terrestre de México a través de indicadores ambientales por medio de tres aspectos: la Presión por

parte de las actividades humanas, el Estado del medio ambiente y la calidad de vida de la población humana y donde se hace un monitoreo para estimar la situación en términos de sustentabilidad de la costa de México, encontrando una situación de equilibrio, pues no se hallaron valores extremos, la mayoría de los municipios costeros se percibieron en una situación sostenible, solo la quinta parte de éstos se encuentra en situación extrema, debido a que están asociados a una presión alta en las grandes ciudades, así como a la presencia de actividades portuarias con una baja calidad ambiental, el autor menciona que México se encuentra en un punto crítico pues en general la situación de los municipios no es óptima, se ubican a la mitad del camino hacia la sostenibilidad.

3. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Justificación

Los ecosistemas marinos de México cuentan con una enorme riqueza (Lara-Lara *et al.* 2008), y diversidad de recursos que contribuyen al desarrollo socioeconómico del país, además nos ofrecen una variedad de servicios de soporte como hábitat, productividad primaria (Flores Verdugo, *et al.* 2007), reciclado de nutrientes (CONABIO, 2008), secuestro de gases invernadero (Escobar *et al.* 2008), etc. que son esenciales para preservar la vida (Lara-Lara *et al.* 2008). De acuerdo con Escofet y Espejel (2004), México posee la mayor diversidad de grandes ecosistemas marinos que lo distingue del resto de América.

En los ecosistemas marinos como en los costeros se desarrollan actividades económicas que en menor o mayor medida ejercen presión sobre ambientes frágiles y gran diversidad biológica, añadiendo a esto la falta de orden hace que las propias actividades económicas se afecten a sí mismas negativamente, podemos encontrar ejemplos en la pesca (GEO-INE, 2004), la acuacultura (GEO-INE, 2004) y el turismo. (Espejel y Bermudez, 2006).

En especial la zona del Pacífico Norte de México y el Golfo de California son áreas de importancia económica para el país, por lo que es indispensable contar con una herramienta descriptiva que sea la base para la aplicación de los distintos instrumentos de la política ambiental. Integrando herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG) (Gómez y Barrendo, 2005) que permiten conciliar bases de datos de

gran tamaño y diversa índole; éstas, a su vez, permiten generar productos que son muy útiles en los procesos de planificación del desarrollo.

3.2. Planteamiento

Los ambientes marinos mexicanos proporcionan distintos servicios ecosistémicos de fuente de recursos, soporte de actividades y como sumidero de desechos, mismos que pueden ser descritos a través de una serie de indicadores del desempeño ambiental conocido como Presión-Estado-Respuesta (OCDE, 1993) bajo un contexto geográfico.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Comparar el desempeño ambiental en las zonas costeras de la región Pacífico Norte de México y Golfo de California a través de indicadores (modelo PER) bajo un contexto geográfico.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar las principales características ambientales de la zona costero-marina de la región.
- Establecer las principales actividades socioeconómicas en la región.
- Construir índices de Presión-Estado-Respuesta que muestren la relación sociedad-naturaleza en las zonas costeras de la región.

4.3. Metas

Generar información espacial que permita caracterizar los ecosistemas costero-marinos como una herramienta que contribuya en el aprovechamiento sustentable de la región del Pacífico Norte mexicano y Golfo de California.

5. ZONA DE ESTUDIO: PACÍFICO NORTE Y GOLFO DE CALIFORNIA.

5.1. Contexto Geográfico y Poblacional

El Área de estudio está delimitada por la Zona Económica Exclusiva y las zonas federales adyacentes (ZOFEMAR, Islas, etc.) y a su vez corresponde a las regiones definidas por SEMARNAT (2006) como Región I: Pacífico Norte y Región II: Mar de Cortes (Figura 3), regiones que se ubican en el noreste de México que corresponden a los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit.

Posee una longitud de la línea de costa de 5 751 km (INEGI, 2011), correspondiente al litoral de los cinco estados que incluye el área de estudio en donde se encuentran diversos hábitats y que en conjunto con las condiciones y características físico ambientales permiten el desarrollo de actividades económicas de importancia nacional, como son las pesquerías, el sector turístico y actividad portuaria, entre las más importantes.

Dentro de los cinco Estados costeros de la región se concentra aproximadamente a 10 307 316 habitantes, que representa el 9.17 % de la población total nacional (INEGI, 2010). El Estado que mayor población presenta es Baja California con 3 155 070 habitantes, con el municipio de Ensenada que es uno de los más poblados y el más grande de México. Seguido por los Estados de Sinaloa y Sonora. El Estado con menor población es Baja California Sur con 637 026 habitantes. Los 40 municipios costeros que componen el área de estudio abarcan aproximadamente 248 022.98 km² en donde se encuentran aproximadamente una población de 8 433 967 habitantes.



Figura 3. Localización de la zona de estudio (Región I y II). Tomado de SEMARNAT (2006), propuesto por Rivera-Arriaga y Villalobos (2001).

5.2. Actividades Económicas:

a. Pesquerías

México se encuentra entre los veinte países con mayor producción pesquera en el mundo, la cual está fuertemente determinada por la producción del litoral del Pacífico. Esta región se caracteriza por sus importantes pesquerías, pues en la región se captura el 65 % de la pesca nacional de pelágicos menores, en los que se encuentra la sardina y el calamar (SEMARNAT, 2010).

La producción de las entidades que rodean al Golfo de California, como Sonora y Sinaloa, superan las 200 mil toneladas al año y, junto con los estados de Baja California y Baja California Sur, concentraron en los últimos 20 años las dos terceras partes de la captura total anual (SAGARPA-CONAPESCA, 2003). La actividad acuícola ha crecido considerablemente en los últimos 15 años en Sonora y Sinaloa, principalmente por el cultivo del camarón (SEMARNAT, 2006).

b. Actividad Turística.

El creciente desarrollo de la actividad turística en esta región, ha sido un detonador importante en el crecimiento de la península de Baja California, teniendo una participación importante en el ingreso de divisas en la economía turística del país. Destacan el impulso del Corredor Turístico Tijuana-Ensenada en Baja California y la zona turística que abarca desde Guerrero Negro hasta Ciudad Constitución en Baja California Sur, así como el desarrollo de la transportación marítima industrial en Puerto Colonet (SEMARNAT, 2007).

c. Actividad Portuaria.

Siendo la región pesquera más importante del país, particularmente en el Mar de Cortés destaca la presencia de puertos pesqueros tales como Guaymas, Mazatlán, Yávaros, Puerto Peñasco y Topolobampo. En cuanto a los centros turísticos portuarios de alto nivel económico destacan Loreto, Los Cabos, La Paz y Mazatlán (SEMARNAT, 2006).

5.3. Alteraciones ambientales en las zonas costeras:

Las zonas costeras de la región varían significativamente en cuanto al grado de alteración por actividades antropogénicas, en donde podemos encontrar sitios muy conservados y otros muy modificados (Morgan *et al.* 2005).

Los principales problemas ambientales de la región son los impactos de las rutas de transporte marítimo en las aguas costeras, las fuentes no puntuales de contaminación y la pesca comercial y recreativa, así mismo las centrales eléctricas, puertos, desarrollo urbano y aguas residuales amenazan de manera creciente el litoral. Si bien se dispone de información científica, el apoyo es mínimo y se carece también de protección legal suficiente (Morgan *et al.* 2005).

Así mismo la SEMARNAT (2012) identifica como los principales problemas y conflictos ambientales presentes en la región, la contaminación del ambiente marino por las actividades urbanas, portuarias y agrícolas desarrolladas en las costas; la actividad pesquera sin planeación y la pesca ilegal, así como el desarrollo de actividades turísticas en áreas con presencia de recursos naturales de importancia para la conservación.

6. MARCO METODOLÓGICO

Para analizar las principales variables ambientales de la zona Costera marina de la región Pacífico Norte de México y Golfo de California con una aproximación geográfica fue necesario conseguir y organizar una serie de datos tabulares que se asociaron a la parte marina con el fin de representarlos espacialmente gracias a una zonificación a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG). A continuación, se describe el trabajo que se realizó en base a estos pasos generales: 1) el reconocimiento de las principales características físicas de la zona marina, 2) identificar las principales actividades económicas que se llevan a cabo en las zonas costeras y marinas, 3) identificar los indicadores de Presión-Estado-Respuesta, Figura 4.

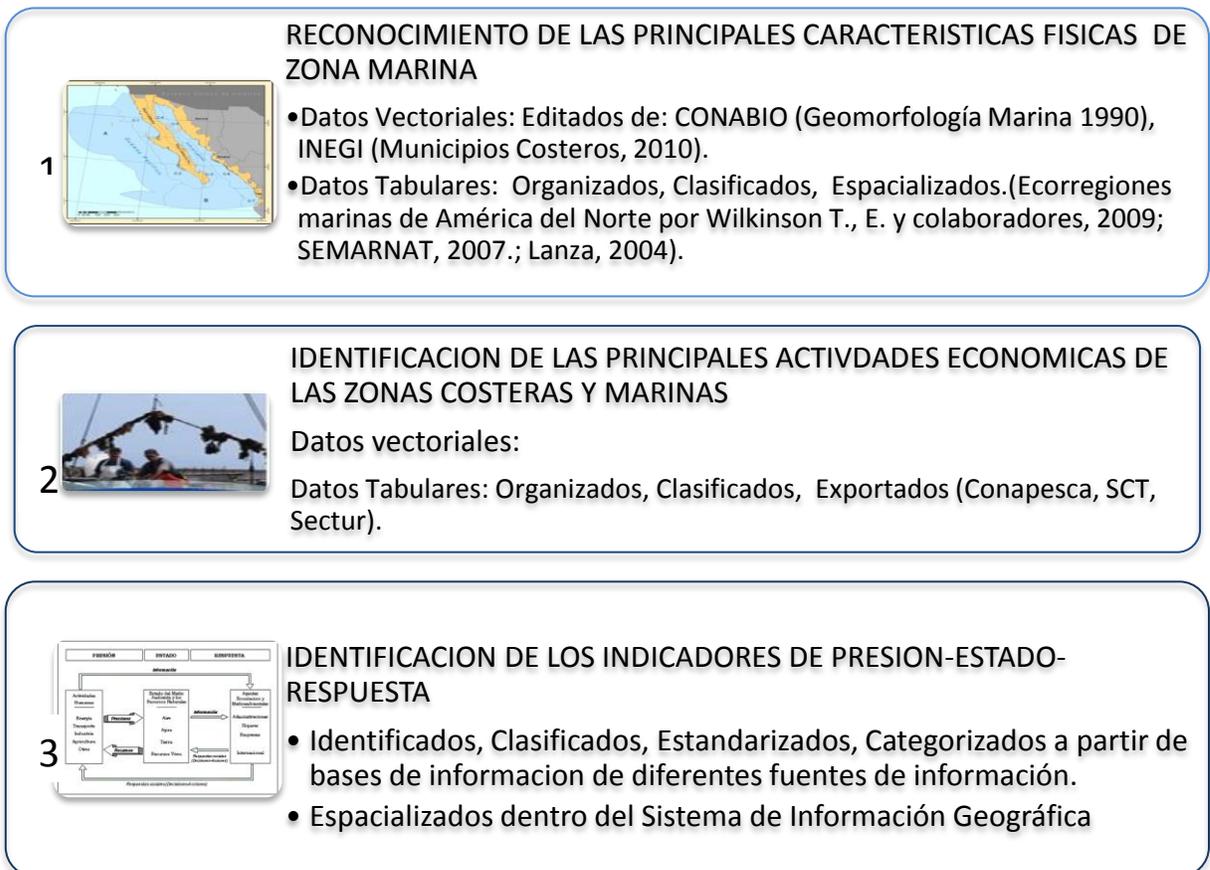


Figura 4. Secuencia Metodológica General para la generación de índices.

6.1. Características ambientales de la zona costero marina de la región.

Para las características ambientales de la zona costero marina se utilizaron diferentes trabajos que a continuación se describen, así como la forma en que se integraron.

Criterios para la delimitación y zonificación de la zona de interés:

a) Primer nivel: Zona Económica Exclusiva, CONVEMAR

Para este trabajo se retomó la clasificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR, 2005) el cual es un instrumento jurídico internacional que regula las actividades en los espacios marítimos y oceánicos que busca un equilibrio de intereses entre todos los países.

La CONVEMAR establece un marco completo para la reglamentación de todos los espacios oceánicos, el acceso a los mares, la navegación, la protección y preservación del medio marino, etc. Para este trabajo se tomó como referencia en la parte marina la Zona Económica Exclusiva, pues como lo define la CONVEMAR es una zona en donde el País tiene derechos sobre la exploración y explotación de todos los recursos existentes; jurisdicción en cuanto a la instalación y utilización de estructuras hechas por el hombre y expediciones de investigación, lo que nos permite describir el área marina en donde el país realiza actividades económicas (ANEXO A).

b) Segundo Nivel: Geomorfología (CONABIO, 1998).

Para zonificar la parte marina se retomó la zonificación basada en la geomorfología marina la cual se encuentra disponible en formato vectorial en la página de CONABIO (Lugo Hubp *et al.* 1990). De acuerdo a esta zonificación se definen cuatro zonas (Tabla II).

Tabla II. Zonificación marina (Lugo Hubp *et al.* 1990).

Planicie abisal	Zona plana en el fondo de la cuenca oceánica profunda donde no llega la luz. En el Pacífico Norte, es la geoforma más grande, junto con la geoforma dorsal (abarca las dos terceras partes de territorio marino). En el Pacífico Norte alcanza más de 5 km de profundidad.
Plataforma continental	Zona que queda cubierta por el mar durante los periodos interglaciares como el actual.
Talud continental	Cambio abrupto en la pendiente que divide a la plataforma continental y la planicie abisal.
Zona de frontera (Borderland)	Corresponde a una estructura tectónica entre la planicie costera y el talud continental que se caracteriza por contener una serie de crestas, montañas, islas, cañones y cuencas submarinas.

- Procedimiento

El proceso de zonificación tanto marina como costero-terrestre, se muestra de forma general en la Figura 5.

a. La zonificación marina:

La zonificación marina se realizó a partir de la geomorfología, ésta información espacial se editó dentro de ArcMap 10, en el cual se seleccionó la parte del Pacífico Norte y Golfo de California, delimitando la parte sur arbitrariamente tomando como referencia tres cañones que se

encuentran frente al Estado de Jalisco y teniendo en cuenta los criterios de la CONVEMAR se tomó como límite la Zona Económica Exclusiva.

La información de la geomorfología marina original clasifica nueve tipos de geoformas diferentes, sin embargo para este trabajo se unieron las siguientes: zona de frontera (Borderland), talud continental, pie de continente, trinchera y plataforma continental, para dar origen a una sola área, la cual está en contacto con el continente y que se le asignó la letra C para su identificación; la Planicie abisal y Dorsal se quedaron en su forma original y se les designó la letra A y B respectivamente para su identificación. La unión de las geoformas se realizó con el fin de contar con menos áreas y con un área con mayor influencia por parte de las actividades antropogénicas, la cual corresponde a la región C.

Posteriormente el área C se dividió en siete zonas, divididas por la prolongación del límite estatal en el mar (de forma arbitraria), con el fin de que cada estado tenga una parte marina delimitada. En particular, para los estados de Baja California y Baja California Sur, se dividió también de acuerdo al litoral, Pacífico Norte y Golfo de California. Para la parte de Baja California en el Golfo de California se tomó parte de la dorsal con el fin de que las islas que se encuentran frente a este estado quedaran dentro de su zona marina (Figura 5).

En total se crearon nueve zonas a las que se les asignaron letras y números para identificarlas:

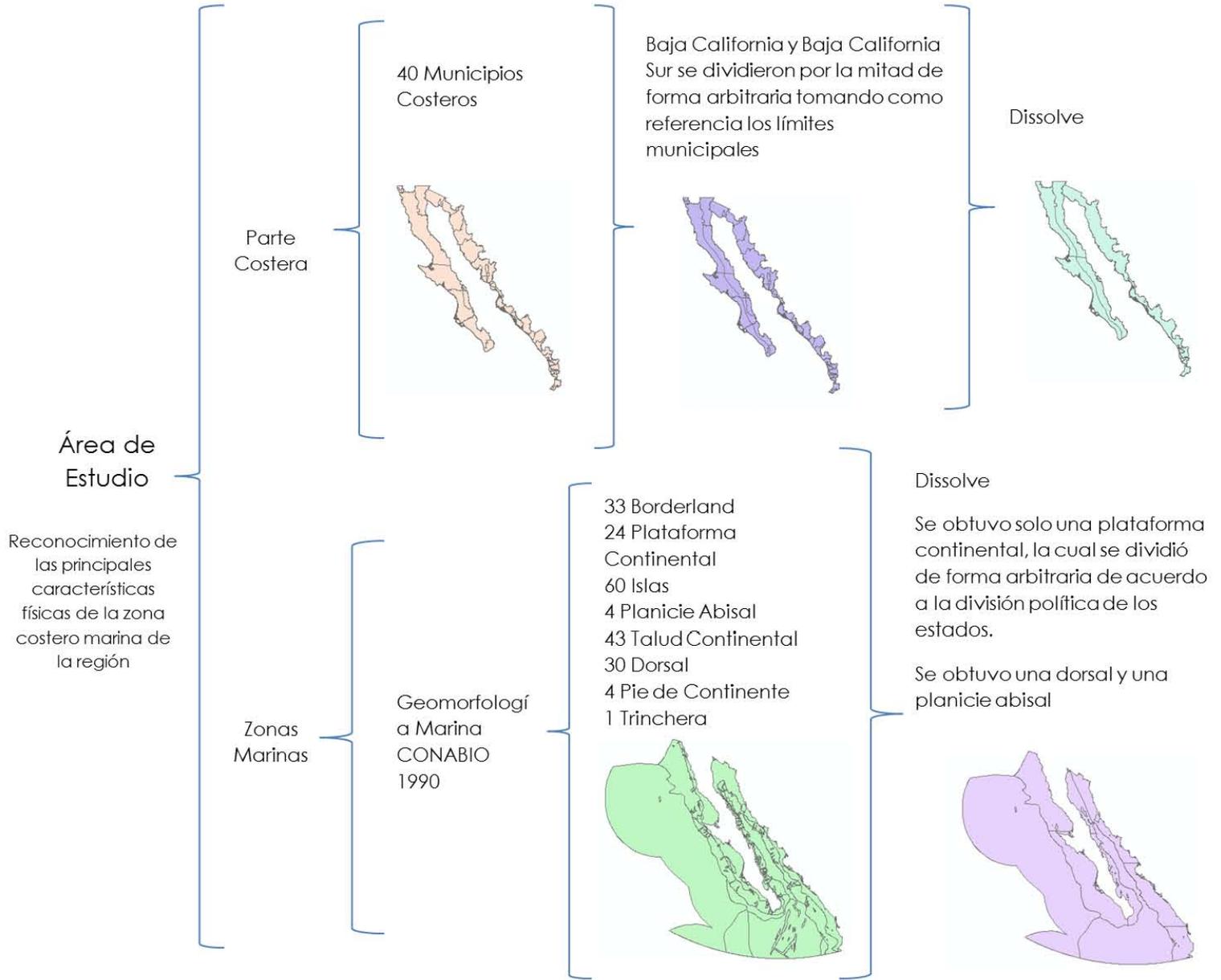
A	B	C-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Planicie Abisal	Dorsal	Aguas costeras

b. La zonificación costero terrestre:

La parte terrestre corresponde a los municipios costeros de los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit, entendiendo que las actividades económicas dentro de este espacio ejercen una presión directa sobre las zonas marinas.

Se utilizó la información espacial (shapefile o capa de información) de los municipios costeros de México que se obtuvo a través de INEGI (Marco Geoestadístico Nacional (MGN), 2010), la cual se editó dentro de ArcGIS 10, donde se seleccionaron solamente las áreas correspondientes a los municipios costeros de los cinco Estados que conforman el área de estudio. Posteriormente se fusionaron los municipios costeros por Estado, de manera que nos quedó un solo polígono por entidad federativa, para la península de Baja California se dividió de acuerdo al litoral, dividiendo en dos zonas a igual distancia de la línea de costa y sin cortar comunidades con el fin de asignar una población para cada litoral, de acuerdo a la ubicación de las comunidades del censo INEGI (2010) con respecto a la zonificación.

Figura 5. Secuencia para la definición de la zona de Estudio.



Para la integración de las características ambientales de la región se tomó información de los siguientes trabajos:

Características Físicas: Wilkinson *et al.* (2009).

Características biológicas: Morgan, *et al.* (2005); Lara-Lara *et al.* (2008); CONABIO, (2011); De la Lanza. (2004); SEMARNAT, (2007).

Actividades antropogénicas: CONAPESCA, 2006; Morgan, *et al.* (2005); Rodríguez y Cisneros. 2006.

Los trabajos anteriores son trabajos enfocados a la descripción física como ambiental de esta región, de los cuales se extrajo información que permitió describir la región.

6.2. Principales actividades socioeconómicas

Para describir las principales actividades socioeconómicas se tomaron en cuenta aquellas que tienen mayor influencia sobre el ambiente costero-marino, como es la pesca, acuicultura, turismo, puertos y la población como un factor que ejerce presión. Posteriormente se extrajeron bases de datos provenientes de los portales de internet de INEGI (<http://www.inegi.org.mx/> consultada en febrero de 2012), CONAPESCA (http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_inicio consultada en febrero de 2012), SCT (<http://www.sct.gob.mx/> consultada en febrero de 2012) y SECTUR (<http://www.sectur.gob.mx/> consultada en febrero de 2012), así como bases de datos brindados por medio de correo electrónico por parte de las instituciones anteriormente mencionadas, pues en el caso de pesquerías, las bases que brinda CONAPESCA a través de su portal de internet no especifica el litoral de extracción para la península de Baja California, por lo que se solicitó una base de información en donde incluyera este dato.

De manera general se observa en la Tabla III las fuentes de información de los datos anteriores, así como su formato.

Tabla III. Fuentes de Información sobre las principales actividades económicas de la región.

1. Población por localidad (INEGI, 2010):
Esta información está disponible por localidad en formato vectorial (shapefile) para el 2010, lo que nos permitió asignar de acuerdo a su ubicación geográfica en el área de estudio una población para Baja California y Baja California Sur del lado del Golfo de California y del lado del Pacífico Norte. Se utilizó aquellas localidades ubicadas dentro de los municipios costeros. Posteriormente se calculó la población total por Estado y por litoral en el caso de la península de Baja California.
2. Actividad Pesquera (SAGARPA-CONAPESCA 2005-2011):
Los datos utilizados fueron la captura (peso desembarcado anual en toneladas) y el valor de producción en millones de pesos de las especies comerciales provenientes de los anuarios de pesca para este período. Datos disponibles en formato digital-tabular de donde se extrajeron aquellas especies de origen marino y se asociaron a cada Estado, litoral y año.
3. Acuicultura (SAGARPA-CONAPESCA 2005-2011):
Los datos de producción acuícola de especies marinas (peso desembarcado en toneladas) y el valor de producción (millones de pesos), datos disponibles en formato digital-tabular de donde se extrajeron aquellas especies de origen marino y se asociaron a cada Estado, litoral y año.
4. Movimiento de carga y Obras de protección (SCT, 2000 y 2010):
La información de la actividad portuaria proviene de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el movimiento de carga de 2010 está en toneladas y las obras de protección portuaria en metros para el año 2000. Para espacializar esta información se extrajeron sus coordenadas geográficas a través del programa de Google Earth 2010 para posteriormente organizar e integrar al SIG.
5. Actividad Turística SECTUR 2010:
Para la actividad del turismo se tomaron en cuenta el número de turistas por destino en el año 2010, proveniente de SECTUR. La ubicación de estos destinos se hizo de la misma manera que se realizó con la ubicación de los puertos.

En el caso del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se extrajo la información por localidad en formato vectorial (shapefile) con

información del censo del año 2010, esta se trabajó dentro de ArcMap 10, en el cual se editó y se extrajeron las comunidades que se encontraban en los municipios costeros del área de estudio. Para asignar una población del lado del Pacífico Norte y del Golfo de California en el caso de la península de Baja California, se utilizó la información espacial (shapefile o capa de información) de los municipios costeros de México que también se obtuvo a través de INEGI (MGN, 2010) y que anteriormente se editó para la zonificación costero terrestre en donde se dividió de acuerdo al litoral, de manera arbitraria (división en dos zonas a igual distancia de la línea de costa) con el fin de asignar una población para cada litoral con respecto a la zonificación. Posteriormente se sumó la población de cada comunidad por cada zona costera y se calculó el área de cada región costera en el ArcMap 10 con el fin de calcular la densidad poblacional.

De la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) se extrajeron las bases de información de las pesquerías y acuicultura del año 2005 al 2010 en hojas de cálculo. Posteriormente se unieron todos los datos y se realizó un filtro, eliminando los datos de agua dulce con el fin de tomar solo aquellos capturados en el mar. Para trabajar de manera separada los datos de pesca y acuicultura se dividieron y organizaron por actividad, estado, litoral y año. Para el caso de la península de Baja California nos brindaron una base de datos en donde distinguen los datos por litoral para la actividad pesquera y para la acuicultura. En base a estos datos se calcularon las principales especies capturadas, las especies con alto valor comercial, así como observar el comportamiento de la pesquería y acuicultura por entidad federativa a través del tiempo (2005-2010).

De la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se extrajeron los datos de movimiento de carga del año 2010 con la finalidad de identificar

el grado de actividad de cada puerto y las obras de protección del año 2000 para ubicar los puertos que más han modificado su entorno. Los datos se trabajaron en una hoja de cálculo y se organizaron de acuerdo a las zonas marinas anteriormente establecidas. Para espacializar esta información se extrajeron sus coordenadas geográficas a través del programa de Google Earth 2010 para posteriormente organizar e integrar al SIG.

Por último de la Secretaria de Turismo (SECTUR) se obtuvo el número de turistas por sitio turístico para el año 2010, estos de igual forma se organizaron por zona. Para espacializar esta información se realizó el mismo procedimiento que para los puertos.

De forma general se puede observar la fuente de los datos y el tipo de información obtenida para analizar las principales actividades socioeconómicas de la región en la figura 6 y en la tabla III.

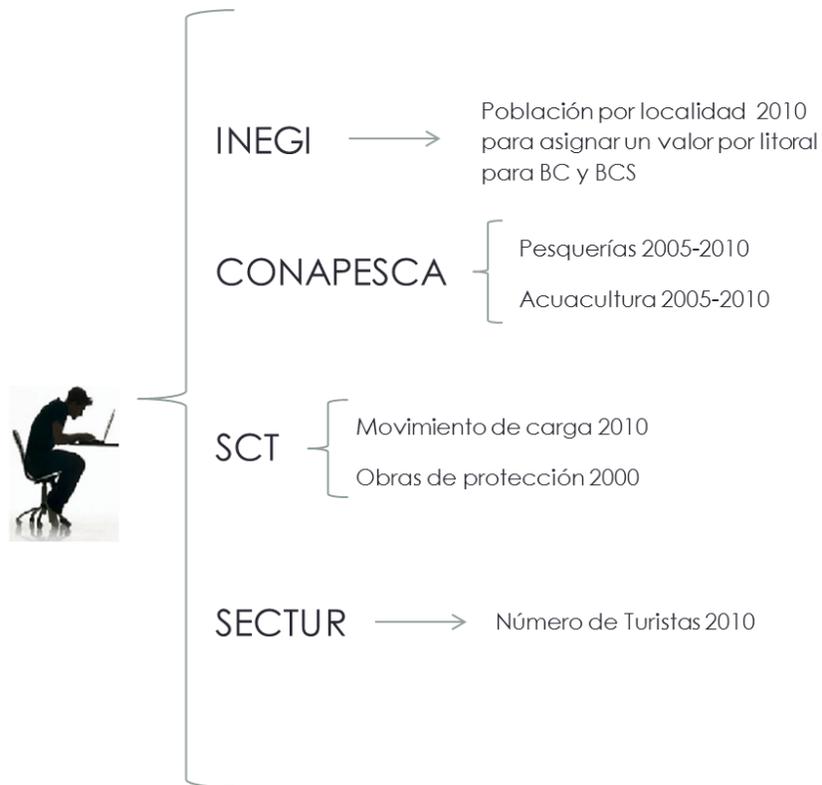


Figura 6. Fuentes de información para describir las principales actividades socioeconómicas.

6.3. Construcción de indicadores e índices

Indicadores

A causa de la falta de información sobre los ambientes marinos con una cobertura total de la región de estudio, en particular para los índices de Estado y Respuesta, la búsqueda de información se enfocó en aquella que de manera indirecta nos brindaran información sobre el grado de conservación y salud del medio ambiente, así como las soluciones por parte de la comunidad hacia las problemáticas ambientales.

Para seleccionar los indicadores se tomó en cuenta el modelo PER, se investigó sobre aquellos que cumplían con cada uno de los rubros (Presión,

Estado, Respuesta) y se organizaron de acuerdo a éstos, posteriormente se recopiló información de éstos indicadores en distintos sitios y formatos (digital y no digital, vectorial y tabular) que más adelante se describen, así mismo se retomó la información antes descrita (actividades económicas) (Figura 6).

Las actividades económicas se retomaron para el índice "Presión" pues tienen una influencia sobre el medio marino al extraer recursos, al transitar, descargar residuos, etc. estos datos que anteriormente se utilizaron para describir las actividades económicas solo se reorganizaron.

7.3.1 Descripción de indicadores

A continuación se describen los trabajos que se utilizaron para integrar los índices de Presión-Estado-Respuesta:

Sitios Marinos Prioritarios

Los Sitios marinos prioritarios de México los cuales define CONABIO fueron delimitadas en dos talleres multidisciplinarios en 2005 con la participación de expertos, donde se tomaron en cuenta diversos criterios, ambientales (medio biótico y abiótico), así como criterios económicos, pues en estas regiones coinciden sectores con diferentes intereses. La delimitación espacial de los polígonos se definió con base a la cartografía obtenida de las siete provincias biogeográficas costeras y de las cinco oceánicas, de cartas batimétricas, de las ANP federales, estatales y de la distribución de los puntos de colecta de diversos grupos biológicos (Arriaga *et al.* 2009).

El Área total que cubren estos sitios dentro de ésta región es de 14 785 385.86 hectáreas.

Estos datos se tomaron en cuenta para ser parte del índice de estado ya que indican el área de importancia ecológica por los procesos y biodiversidad que se encuentran en cada región marina, la cual debe recibir mayor atención para su estudio y manejo.

Áreas Prioritarias marinas para la Conservación

Las Áreas Prioritarias marinas para la Conservación (APC) es un proyecto que lleva por nombre "Baja California al mar de Bering" (Morgan. L *et al.* 2005) en el que presentan un marco para la cartografía de las regiones ecológicas marinas, con el cual pretenden construir un conocimiento común, así como un aprovechamiento coordinado y complementario de las instituciones, iniciativas y herramientas en cada país, pues se trata de especies y ecosistemas compartidos entre Canadá, Estados Unidos y México. La identificación de estas áreas es una de las iniciativas marinas apoyadas por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) como parte de su Plan Estratégico de Cooperación para la Conservación de la Biodiversidad de América del Norte. La CCA que fue creada por los gobiernos de Canadá, Estados Unidos y México en términos del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, que se firmó en paralelo al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) para atender las preocupaciones ambientales comunes.

En el trabajo crearon áreas de acuerdo a la importancia para los tres países por su relevancia, las amenazas hacia los ecosistemas y las oportunidades para su conservación con el propósito de determinar

dónde es necesario aplicar medidas de conservación, con el fin de conservar la diversidad biológica, beneficiar la pesca, los valores culturales, la recreación y la investigación científica. Estas áreas se identificaron de acuerdo a los conocimientos de científicos, usuarios de recursos y conservacionistas marinos de los tres países, centrándose a las regiones en donde se den procesos físicos importantes, altos niveles de diversidad biológica, así como su valor ecológico dentro del área de estudio, posteriormente este conocimiento se integró en un SIG. En total se identificaron 28 sitios como APC dentro de las cuales se encuentran el complejo de montañas submarinas Patton; los arrecifes de esponja del estrecho Hécate y la parte alta del golfo de California, que alberga al único mamífero marino endémico de América del Norte, la vaquita, estas áreas son importantes por ubicarse en corredores migratorios por ejemplo la laguna San Ignacio, así como de áreas ricas en diversidad biológica como es el caso del corredor Los Cabos en México.

De estos 28 sitios, 10 son los que corresponden al área de estudio del presente trabajo, dando una amplia descripción de sitios ubicados a lo largo de la costa del área de estudio, que nos permitió integrar conocimiento sobre el estado actual del medio ambiente de la región.

Causas de disminución de la población de lobo marino de California en algunas colonias

Entre las especies que responden rápidamente a los cambios en la calidad del ambiente se encuentran los mamíferos marinos y, entre ellos, los pinnípedos, de acuerdo a modo de vida en el que requieren tanto hábitat terrestre para su reproducción y crianza (principalmente insular) como hábitat marino donde obtienen su alimento, están expuestos a un mayor

número de variables que afectan su supervivencia (Aurioles *et al.* 2011). Esta especie está catalogada como especie bajo “protección especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2010, su monitoreo proporciona información importante para la toma de decisiones de manejo en dichas áreas (Aurioles *et al.* 2011). De acuerdo a las posibles causas de disminución de la población de lobo marino de California en algunas colonias podemos describir el estado del ambiente marino, pues como menciona Medrano *et al.* (2007) los mamíferos marinos se alimentan de organismos que ocupan diferentes sitios en la cadena alimenticia, por lo que reflejan aspectos del flujo de materiales y energía dentro de los ecosistemas marinos y por lo tanto representan indicadores de la salud del ambiente.

Índice de Marginación

El índice de marginación desarrollado por CONAPO fue creado con el fin de identificar los espacios del país que carecen de oportunidades para su desarrollo y de la capacidad para encontrarlas o generarlas (CONAPO, 2010).

Para este trabajo se utilizaron datos del censo de 2010 a nivel municipal, con el fin de añadir un valor al estado de nuestra zona de estudio, ya que de acuerdo a SEMARNAT (2010) algunos de los factores que generan el deterioro de los recursos naturales están vinculados a la condición de marginación, carencia y necesidad en que se encuentran grupos poblacionales importantes.

Para este trabajo se utilizaron datos a nivel municipal y se generó un dato mediante un promedio de todos los municipios costeros para cada región marina.

Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas definidas por la CONANP como el instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad y corresponde a una superficie terrestre o acuática del territorio nacional, que sean representativas de los diversos ecosistemas y donde el ambiente original no ha sido alterado.

Se incorporó el área como ANP al índice de respuesta, por ser un instrumento de la política ambiental con el fin de conservar la biodiversidad. Se calculó el área de ANP marina proporcional a la región marina a partir de los polígonos que brinda la CONANP por medio de su portal de internet.

Plantas tratadoras de aguas residuales

Las descargas de aguas residuales municipales corresponden a las que son manejadas en los sistemas de alcantarillado municipales urbanos y rurales (CONAGUA, 2011).

Se tomó en cuenta estos datos para el índice de respuesta por ser una importante herramienta para mitigar los efectos negativos sobre los ambientes marinos.

Se calculó el caudal de agua tratada por región marina a partir de los datos de plantas tratadoras municipales de CONAGUA (2011).

Capacidad institucional

El "Índice de capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional" es un trabajo que tiene como objetivo hacer un análisis del progreso de la capacidad institucional y evaluar los Programas Estatales de Fortalecimiento Institucionales (PEFIS), el cual es una herramienta para apoyar el fortalecimiento institucional de las autoridades ambientales estatales, por lo que se tomó en cuenta como respuestas para el mejoramiento en el manejo de los servicios ecosistémicos y sus recursos naturales.

7.3.2 Construcción de indicadores

Para los datos de actividades económicas que son datos tabulares que ya se habían trabajado y que más adelante son los que conforman el índice de "Presión" se realizó lo siguiente:

Pesquerías y acuicultura: con el fin de contar con un solo dato para asociar a cada región, se utilizaron los datos de pesquería por Estado, sin tomar en cuenta el año, se sumó la captura total durante el período 2005-2010.

Turismo: en este caso se sumaron el número de turistas de cada sitio por región marina, obteniendo un valor por región.

Puertos: de igual manera que para el turismo, se sumaron los valores de movimiento de carga de cada puerto por región, obteniendo un valor para cada zona marina, de manera que la región que más puertos y

movimiento de carga tenga mayor presión ejercen sobre el medio costero-marino.

Población: se utilizó el dato de densidad poblacional por región, que anteriormente se calculó para la descripción de las actividades socioeconómicas.

Para el caso de la información geográfica en formato vectorial como son:

Sitios Prioritarios Marinos y Áreas Naturales Protegidas (ANP): se extrajeron del portal de internet de CONABIO, estas capas de información se trabajaron dentro del SIG, en donde se editaron, seleccionando únicamente el área de interés. A continuación se calculó el área de los Sitios Prioritarios Marinos y de las ANPs por región marina y se calculó la parte que estas ocupan dentro de la región de forma proporcional a cada área (Figura 7).

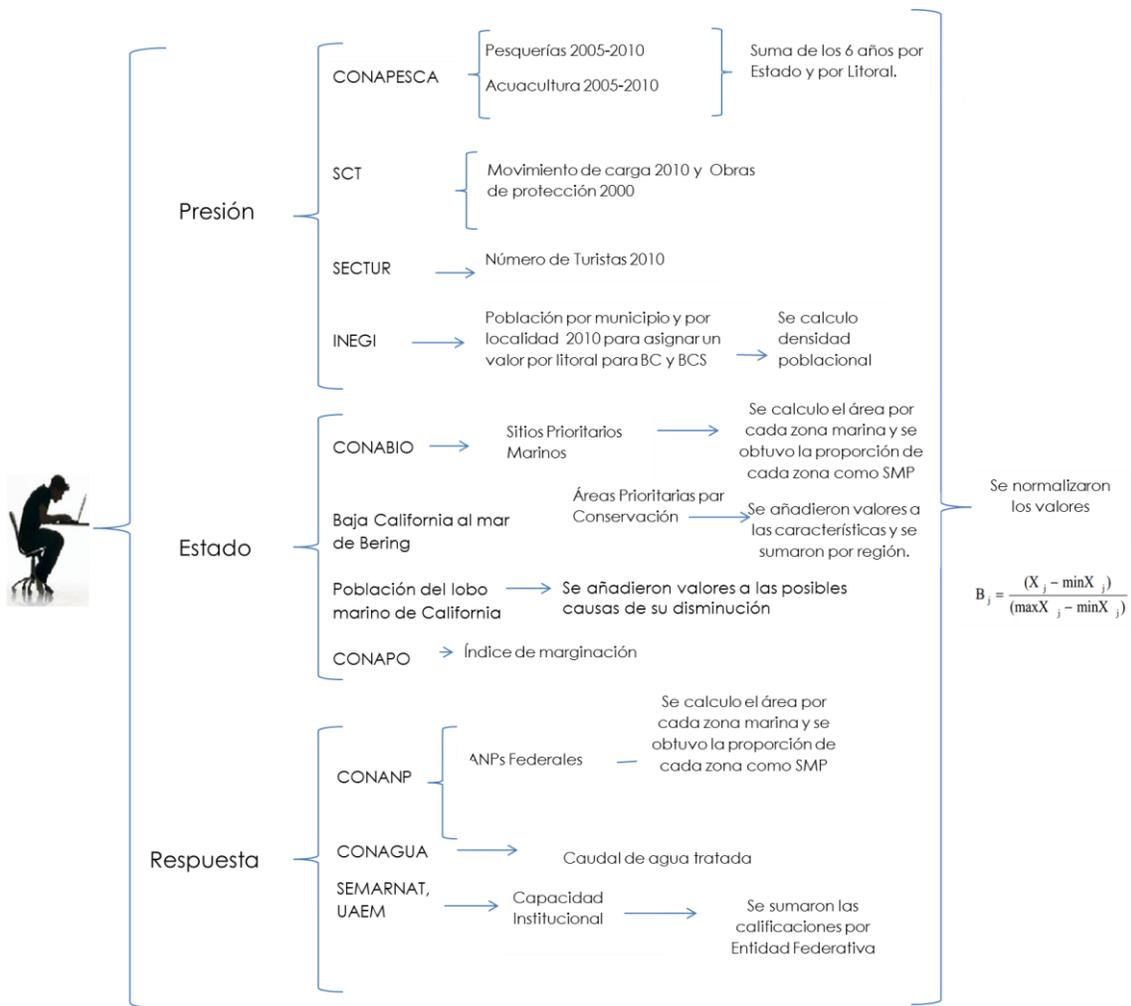


Figura 7. Construcción de índices.

Para la información que se extrajo de los trabajos textuales:

Áreas Prioritarias para Conservación: en este trabajo califican las características del estado ambiental (extracción de recursos no renovables, cambios en el uso de suelo costero, contaminación en la costa o el mar, alteración física de la línea costera, solo por mencionar algunas) de acuerdo a su intensidad y tendencia, a continuación se muestran los valores asignados de acuerdo a las categorías que el trabajo de Áreas Prioritarias para Conservación propone.

Intensidad	Baja	Moderada	Alta
Valor	1	0.5	0
Tendencia	Mejorando	Sin Cambio	Empeorando
Valor	1	0.5	0

Se les asignaron estos valores con el fin de que cada región marina contara con una calificación en cuanto a su estado de conservación y para ser integrado posteriormente al índice de “Estado”:

Población del Lobo marino de California: en este trabajo se mencionan las causas de disminución de la población del lobo marino, en el cual califica el estado de la población del lobo marino en tres categorías (estable, disminuye, aumenta), que del mismo modo que las Áreas Prioritarias para Conservación nos permite asignar un valor (0, 0.5, 1) y contar con un dato que nos permite describir el estado de conservación mediante un bioindicador que es el Lobo marino.

Capacidad institucional: para este no se asignaron valores, pues dentro de este trabajo se califica en diferentes rubros a nivel estatal, lo que nos permite tener una calificación por estado.

Con los datos anteriormente descritos se obtiene un valor por cada región marina y por cada trabajo, lo que posteriormente se realizó fue normalizar y clasificar esos datos (Figura 7).

La información consta de datos por entidad federativa y por municipio costero, sin embargo toda se asoció a la parte marina correspondiente.

Normalización y clasificación

Con el fin de que los valores de los indicadores (con distintas variables y unidades de medición) puedan ser comparables entre sí, se normalizaron, en un intervalo de valores que va de cero "0" a uno "1" de acuerdo con Nijkamp *et al.* (1990).

Una vez estando los datos organizados en una hoja de cálculo se normalizaron.

Ecuación 1:

$$B_j = \frac{(X_j - \min X_j)}{(\max X_j - \min X_j)}$$

Dónde:

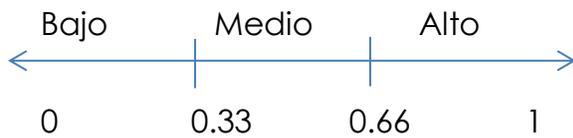
B_j: Valor del dato normalizado

X_j: Valor del dato a normalizar

maxX_j: Valor máximo de los datos

minX_j: Valor mínimo de los datos

Se asignó una escala aritmética de clases entre 0 y 1, se interpretaron de manera cualitativa al considerar tres clases, de acuerdo con SEMARNAT (2006) clasifican sus valores como: Bajo, Medio y Alto, en base a tres intervalos iguales de 0.33:



Donde 0 representa una influencia de bajo impacto y 1 el mayor impacto dentro de la comparación cruzada entre los x valores obtenidos, donde x es el número de unidades generadas por la zonificación (Figura 9).

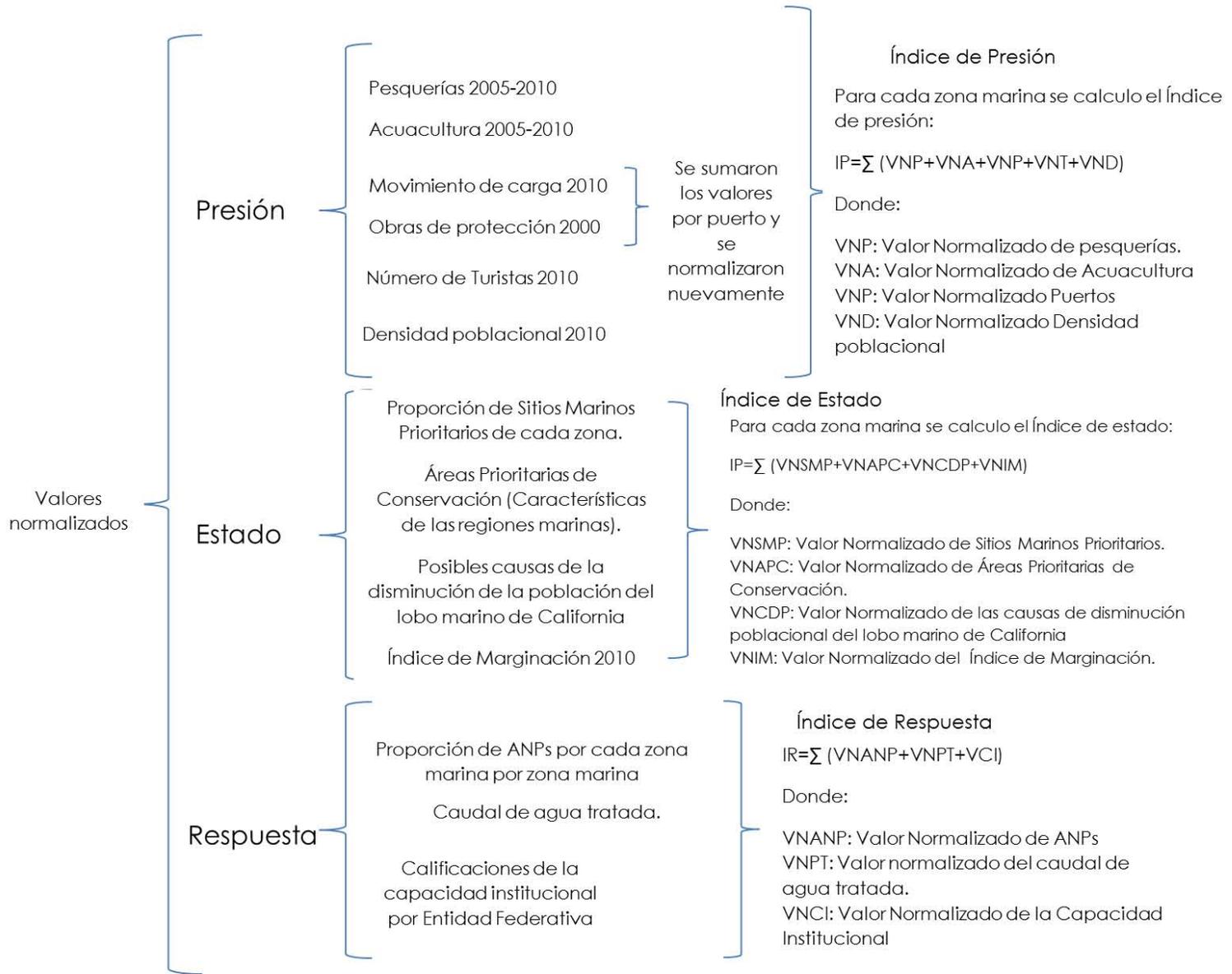
6.4. Integración de Índices

A continuación se muestra una descripción de los índices (Figura 7 y 8) y sus componentes base, para crear el modelo que describe la relación sociedad-naturaleza en la región costero marina de acuerdo al modelo PER:

Tabla IV. Construcción de Índices.

Índice	Descripción
Presión	<p>Este índice describe la influencia de las actividades antropogénicas sobre el medio.</p> <p>Está compuesto por los indicadores: actividades portuarias, actividades pesqueras, acuicultura, actividad turística y presión demográfica.</p>
Estado	<p>El Índice de Estado trata de evidenciar la relación naturaleza-sociedad en dos componentes (natural y humano). 1) El estado de la naturaleza descrita en forma indirecta; el nivel de conservación que guarda las zonas marinas, en términos de la presencia o ausencia de sitios reconocidos por su calidad e importancia ecológica (Sitios Marinos prioritarios, Áreas Prioritarias para la Conservación) 2) y a través del estado que guarda una especie bioindicadora: las poblaciones del lobo marino de California <i>Zalophus californianus</i> y las posibles causas de disminución de la población en algunas colonias. 3) Por otra parte, el estado de la población costera: se utilizó el índice de Marginación, como un indicador del bienestar de la sociedad.</p>
Respuesta	<p>El Índice de Respuesta son las acciones y políticas que genera la sociedad como medida para preservar su medio.</p> <p>Este índice tiene tres componentes: Índice de capacidad institucional estatal, el índice de instrumentos ambientales implementados ANP (Áreas Naturales Protegidas) y el caudal de agua tratada por plantas municipales.</p>

Figura 8. Secuencia para la construcción de índices.



Para cada índice se sumaron los valores de los indicadores que los integran (valor de indicador por zona anteriormente normalizado), posteriormente el resultado de la suma se normaliza de la misma forma que fueron normalizados los valores de los indicadores y en base a ese valor y a la escala aritmética se describe como Bajo, Medio y Alto, Figura 9.

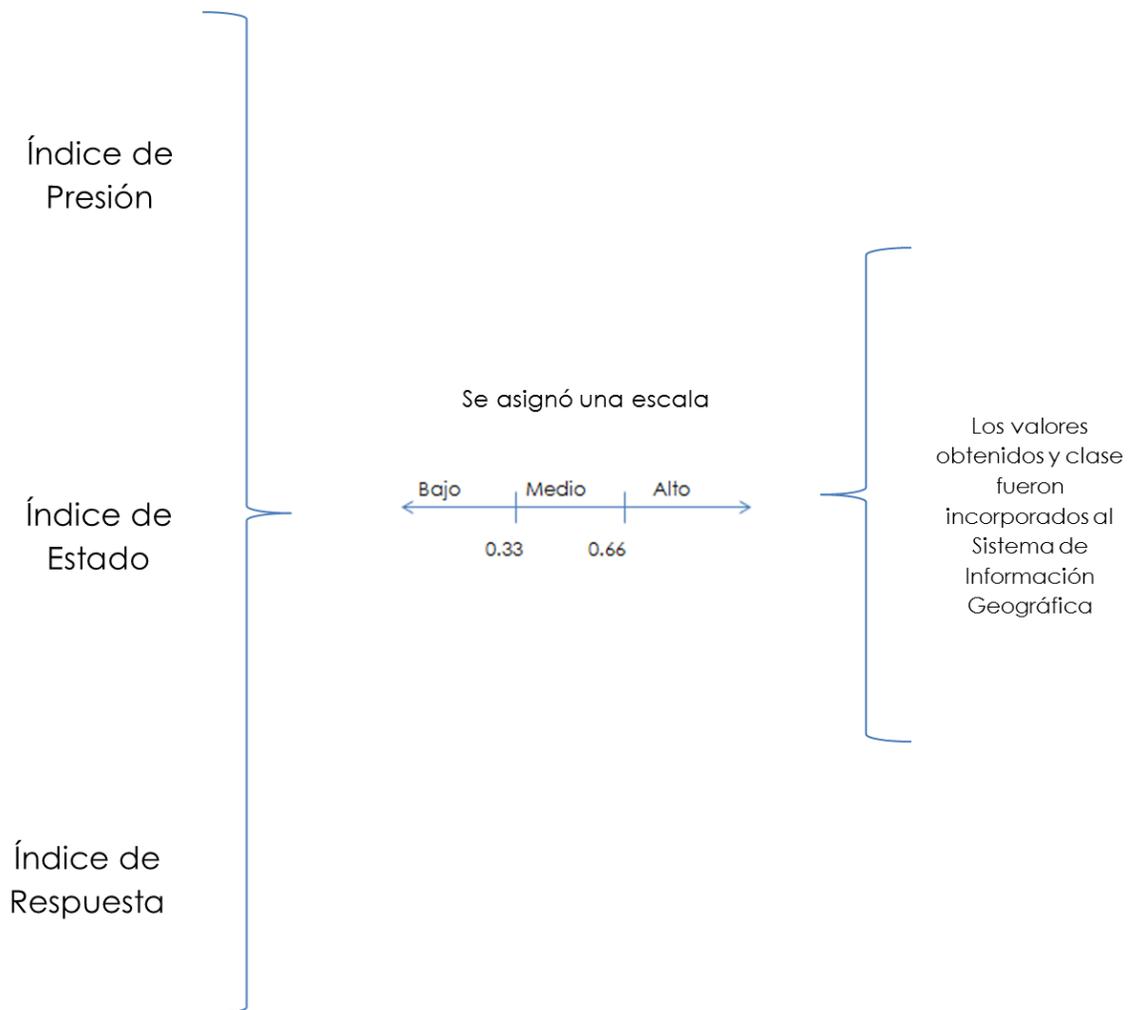


Figura 9. Categorías para los índices.

6.5. Sistema de Información Geográfica

La integración de la información se realizó en un SIG utilizando el programa ArcGIS 10.

El valor de los indicadores e índices en la hoja de cálculo fueron asociados a las capas de información de las unidades marinas identificadas para preceder al análisis geográfico regional.

Para el caso de la información no espacial (puertos y puntos turísticos) la información geográfica se obtuvo mediante el programa Google Earth y posteriormente se proyectaron dentro de ArcMap.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Características ambientales de la zona costera marina de la región.

En la zonificación generada en este trabajo se crearon un total de nueve zonas marinas a las que se les asignaron letras y números para identificarlas, teniendo como resultado la zona A que corresponde a la Planicie abisal en la parte del Pacífico Norte, la zona B que corresponde a la dorsal y se encuentra en el Golfo de California y por último la zona C que son las aguas costeras que fue dividido en siete zonas para tener un área correspondiente a cada estado. Para la parte terrestre que corresponde a los municipios costeros de los Estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit, entendiendo que las actividades económicas dentro de este espacio ejercen una presión directa sobre las zonas marinas, se crearon siete zonas que corresponden al área que ocupan los municipios costeros por cada estado, sin embargo para el caso de la península de Baja California se tienen dos zonas terrestres para cada estado que corresponde al litoral del Pacífico Norte y para el Golfo de California (Figura 10).

Esta zonificación es la base para la evaluación que se hace a continuación.

Las unidades C1 y C2 son las zonas con mayor productividad, corresponden a la plataforma continental de la costa Pacífico de la Península de Baja California, en donde se encuentran las mayores producciones de especies con alto valor comercial (langosta, abulón) y grandes ecosistemas lagunares bajo el estatus de conservación cubriendo

cerca del 17% de la superficie analizada, la importancia tanto biológica como por sus características físicas son reconocidas en diferentes trabajos (Morgan *et al.* 2005, Wilkinson *et al.* 2009, SEMARNAT 2010, De La Lanza. 2004, Lara-Lara *et al.* 2008 y SEMARNAT 2007) en los que reconocen que es una región con una alta diversidad de especies a causa de la mezcla de agua, flora y fauna del norte y sur, además de encontrarse diferentes lagunas como la de Guerrero Negro, Ojo de Liebre y San Ignacio, el canal Santo Domingo y Bahía Magdalena, que se consideran las más importantes áreas de reproducción de la ballena gris (Morgan *et al.* 2005).

La región C3 se caracteriza por una serie de lagunas e islas y un alto grado de endemismo en las especies costeras (Morgan *et al.* 2005, León de la Luz *et al.* 2008), en ésta región se encuentra el arrecife de coral tropical en la Bahía de Cabo Pulmo que constituye el único en el Golfo de California, en el que se encuentra el *Montipora fragosa*, coral endémico del área (Morgan *et al.* 2005). La región C4 es una región de las grandes islas del Golfo de California (la parte central) y de fuertes movimientos de marea en Alto Golfo y Delta del Río Colorado, con la presencia de la vaquita marina de acuerdo a CONABIO (2011). La C5 caracterizada por sus ventanas hidrotermales en la región de Guaymas, considerado como un ecosistema único de fondos marinos profundos valorados como sitios de extrema importancia para la conservación (CONABIO, 2011) con la presencia de numerosas islas que generan procesos de mezcla en las zonas marinas y las zonas costeras caracterizados por los ecosistemas de humedales de la mayor productividad en la región. A lo largo de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco, que es el área que corresponde a las regiones C5, C6 y C7 se ubica uno de los humedales más importantes del litoral mexicano, incluido el sistema Marismas Nacionales, humedal designado por la Convención de

Ramsar (Morgan *et al.* 2005) abarcando cerca del 10% de la superficie total (Tabla V).

En las zonas de mar profundo (planicie abisal), se ubica la región A, con cerca del 45% de la superficie y con la presencia de la Isla Guadalupe importante con su nivel de endemismo y la presencia de especies migratorias como el tiburón blanco (SEMARNAT-CONANP, 2013) y donde se ubican las principales pesquerías de túnidos en México. La zona B (formación dorsal) ocupa cerca del 20% de la superficie y un complejo de cadenas montañosas submarinas con la presencia de masas de agua de la corriente de California y la corriente ecuatorial (Tabla V).

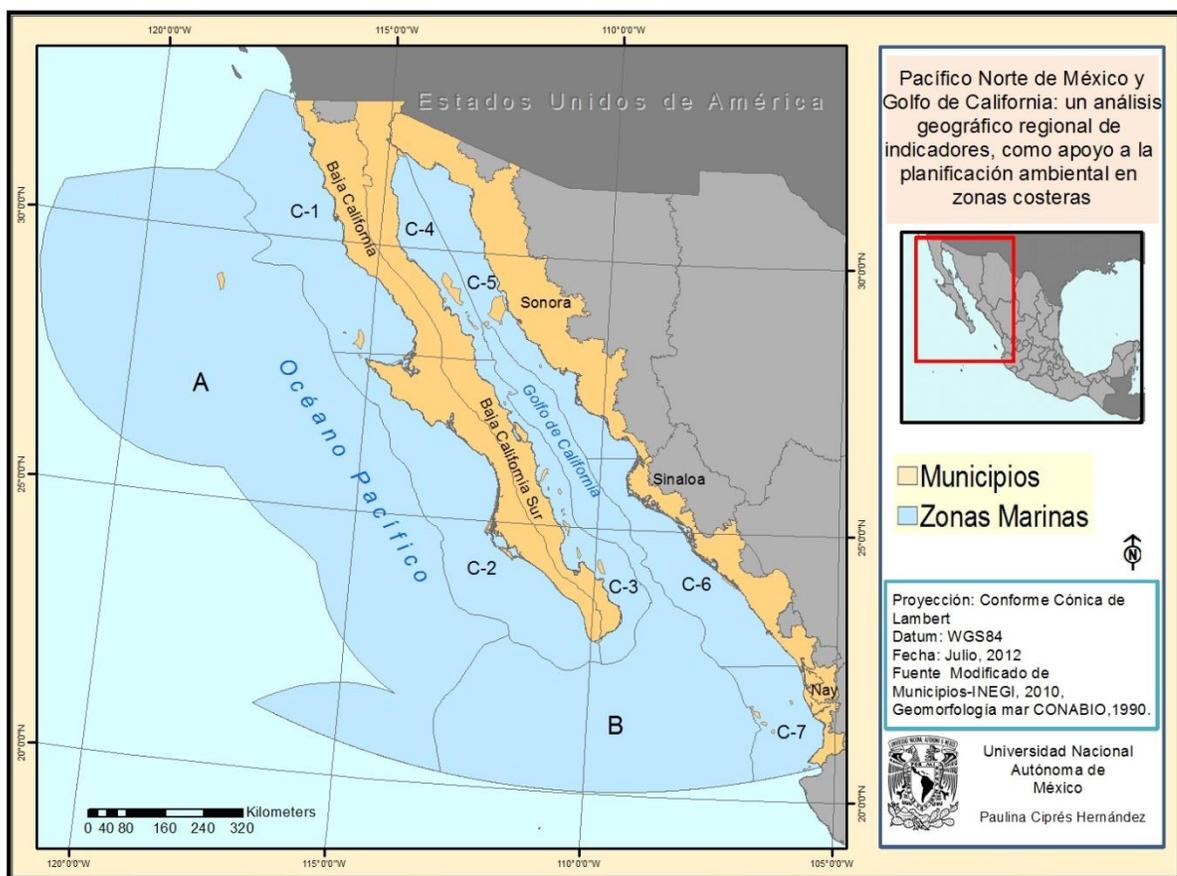


Figura 10. La zona marina delimitada como base para el análisis geográfico.

Tabla V. Síntesis de las características de las unidades marinas identificadas del Pacífico Norte Mexicano.

Zona	% del superficie total
Zona C-1	7.98
<p>Corresponde a Baja California en el litoral del Pacífico Norte, se caracteriza por una plataforma continental muy angosta (Wilkinson <i>et al.</i> 2009).</p> <p>Importancia: La región es rica en diversos recursos pesqueros. Las anchoas y las sardinias (<i>Sardinops sagax</i>) son enlaces clave en el sistema trófico local (Dickerson, 1990; Bakun, 1993). Se encuentra una zona importante de cría del león marino de California (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p> <p>Problemas ambientales: Se ubican la ciudad de Tijuana que es una de las zonas más urbanas y pobladas, y más al sur existen regiones poco pobladas, centros de transporte marino, actividades recreativas, desarrollo urbano, descargas de aguas residuales (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p> <p>Productividad: relativamente alta (Lara-Lara <i>et al.</i> 2008).</p>	
Zona C-2	8.90%
<p>Corresponde a Baja California Sur en el Pacífico Norte.</p> <p>Importancia: Se encuentran las lagunas de Guerreo Negro, Ojo de Liebre y San Ignacio, el canal Santo Domingo y Bahía Magdalena, las cuales se consideran importantes áreas de reproducción de ballena gris (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p> <p>Productividad: Posee una productividad alta, bosques de kelp, los cuales sostienen poblaciones de diversas especies (Wilkinson <i>et al.</i> 2009).</p>	
C-3	3.23%
<p>Región de Baja California Sur en el litoral del Golfo de California, se encuentran una gran variedad de islas, es una región poco poblada.</p> <p>Importancia: posee un alto nivel de endemismos por las islas. Es también zona de reproducción de la ballena azul y gris (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p>	
C-4	2.19%
<p>Importancia: Posee grandes islas, lo cual genera una fuerte mezcla de marea, dentro de esta se encuentran sitios importantes para especies como el tiburón ballena en Bahía de los Ángeles (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p> <p>Problemas ambientales: es la disminución de la descarga de agua dulce del río Colorado, así como los plaguicidas empleados en las áreas agrícolas del Valle de Mexicali, es una zona escasamente poblada (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p>	
C-5	4.15%
<p>Importancia: En esta región se encuentran numerosas islas, frente a Guaymas se encuentran fuentes volcánicas e hidrotermales que dan sostén a comunidades bióticas (CONABIO, 2011).</p> <p>Productividad: Fuerte mezcla de marea. Comparte una región de humedales con Sinaloa y Nayarit (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p>	

C-6	4.79%
<p>En esta región se unen dos geofomas, la plataforma continental y el talud continental, esta región corresponde al estado de Sinaloa (Bustamante M. y Maldonado H, 2002).</p> <p>Importancia: podemos encontrar parte de los humedales más importantes de México el cual se extiende a Sonora y Nayarit, estos humedales proporcionan importantes funciones, entre las cuales está la estabilización de las costas, la captura de sedimentos y fijación de nutrientes (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p>	
C-7	2.79%
<p>Importancia: Área importante de humedales, Bahía Banderas contiene una gran diversidad de hábitat, la alta productividad por parte de los humedales que bordean gran parte de la zona costera, alimenta en cuanto a biomasa al Golfo de California, dando alimento y refugio de numerosas especies comerciales, también es hogar de varias especies de cocodrilos y de altas concentraciones de aves migratorias, así también son pasos de migraciones de ballena jorobada (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p> <p>Productividad: podemos encontrar las islas tres Marías, varias de las especies de coral de estas islas son endémicas, afloramientos ricos en nutrientes (Morgan <i>et al.</i> 2005).</p>	
A	45.34%
<p>Esta región corresponde a la geofoma llamada planicie abisal, que generalmente tienen una profundidad de 4000 a 6000m, se encuentra rodeada de elevaciones, es la zona más extensa de todas dentro de nuestra zona de estudio, cubriendo el 45.34%, es la más alejada de la zona costera (Bustamante M. y Maldonado H, 2002).</p> <p>Importancia: dentro de esta zona encontramos la Isla Guadalupe en la cual abundan los endemismos ya que se encuentra a 257 km de distancia de la península de Baja California, se puede encontrar al gran tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>) considerado vulnerable por la UICN, ya que es parte de su ruta migratoria desde Alaska hacia el Sur (Morgan <i>et al.</i> 2005) y se encuentra delimitada por la Zona económica exclusiva, dentro de la cual se llevan a cabo pesquerías como la del atún (Rodríguez y Cisneros, 2006).</p>	
B	20.06%
<p>Esta zona corresponde a la geofoma llamada dorsal, es la que abarca el 20% del territorio marino dentro de nuestra zona de estudio, esta geofoma es un sistema montañoso submarino, en la porción superior, en la zona axial, esta una depresión profunda. Está constituida por rocas volcánicas del tipo del basalto, cubiertas por sedimentos que se depositan en los océanos y poseen mayor espesor en la base de la dorsal que en la cresta (Bustamante M. y Maldonado H, 2002). Por su</p>	

ubicación es una región con fuerte mezcla de marea por las grandes islas que se ubican en las partes contiguas (Morgan *et al.* 2005).

Isla 0.52%

Importancia: La mayor parte de las islas de México se encuentran en el Océano Pacífico, especialmente en el Golfo de California (42% del total de las islas) (GEO México 2004). En el litoral del Pacífico y Golfo de California se encuentran alrededor de 900 islas e islotes en muy buen estado de conservación; ricas en endemismos, principalmente de cactáceas, reptiles y mamíferos, siendo además importantes sitios de anidación de aves marinas y hogar de poblaciones de lobos marinos y generalmente sus aguas adyacentes son zonas de importancia pesquera o sitios relevantes para procesos de reproducción, alimentación y crianza de una importante biodiversidad de biota marina, incluyendo recursos de interés comercial (Política Nacional de Mares y Costas de México, 2011). Podemos mencionar Isla Todos Santos, Guadalupe, Cedros y Magdalena del lado del Pacífico Norte; Isla Ángel de la Guarda, Tiburón, Catalina, Carmen, tres Marías, entre otras dentro del Golfo de California.

7.2. Principales actividades socioeconómicas que se desarrollan en la zona costera.

7.2.1 Pesquerías

Principales especies Comerciales.

La actividad pesquera es una actividad económica importante para México, en especial para la parte del Pacífico Norte que se caracteriza por sus importantes pesquerías, pues en esta región se captura el 65% de la pesca nacional de pelágicos menores, tales como la sardina y el calamar (SEMARNAT, 2010).

Con base a los registros de CONAPESCA, este trabajo registró cerca de 47 especies comerciales para el período 2005-2010, el 68.08% son peces, 12.76% moluscos, 6.38% crustáceos. El Estado que mayor diversidad de especies capturadas reporta es Baja California con 41, seguido de Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y por último Nayarit con 34. CONABIO (1998) reconoce que la riqueza está asociada a los factores topográficos y climáticos, los cuales son determinantes de la gran variedad de ambientes y de la riqueza de especies que existen en nuestro país. Dentro de esta riqueza, es importante mencionar que cerca del 20% de las especies del Golfo de California son endémicas de acuerdo a Espinosa *et al.* (1993), quienes resaltan que no existen datos detallados sobre endemismos de peces marinos.

Producción Pesquera (Peso desembarcado).

De acuerdo a la CIMARES (2011) el volumen de la producción pesquera nacional en peso vivo de 2007 fue cerca de 162,000 toneladas, este volumen incrementó en un 7.09% para el 2008, debido a un aumento en las capturas de sardina, camarón, calamar, pulpo. En particular los dos primeros y los túnidos, representaron el 60.1% del volumen total de la producción pesquera nacional para el mismo año. El INAPESCA (2006) reconoce que la demanda excesiva ha generado un esfuerzo pesquero y tasas de aprovechamiento generalmente superiores a las que los recursos pesqueros pueden soportar.

En este trabajo se observa un comportamiento (proporción/relación) similar en la región del Pacífico Norte, para el período 2005-2011 (Figura 11). De las 24 principales especies comerciales; la sardina es la principal con cerca de 700 mil ton/año, seguida del atún. En la tercera posición se reporta como "otras especies sin registro oficial" de las cuales se desconoce que especies pueden estar siendo explotadas. La sardina representa aproximadamente el 67% de la producción total de la región (Figura 11) siendo la especie de mayor importancia dentro de la actividad pesquera mexicana ya que muestra el mayor dinamismo en cuanto al volumen destinado al consumo humano directo (Ramírez *et al.* 2011). En cuanto a la producción de atún, es la segunda pesquería en volumen, (Figura 11) y en valor económico (Figura 13) ocupando para el 2011 el 11.7% del total nacional (Ramírez *et al.* 2011). De acuerdo con la Carta Nacional Pesquera (2004) para el área del Pacífico, el esfuerzo pesquero sobre el atún aleta amarilla y el camarón está aprovechado al máximo sustentable.

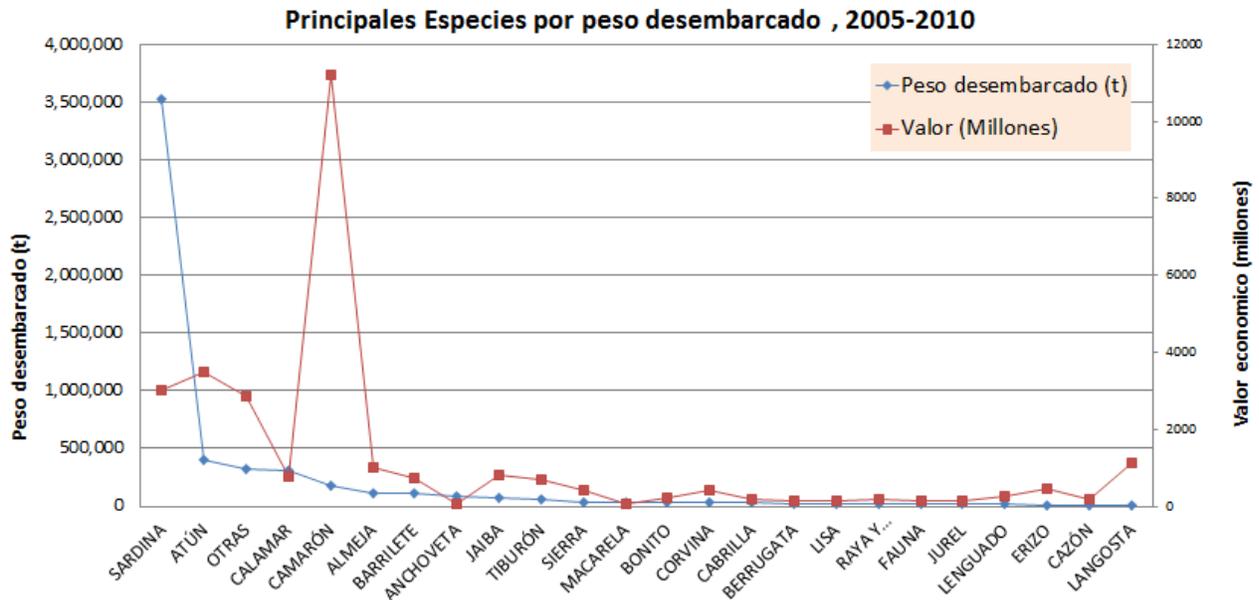


Figura 11. Principales especies capturadas por la actividad pesquera de la región (Datos: CONAPESCA).

Para la región noroeste INP-SAGARPA reporta para el 2001 y en particular el Golfo de California aporta aproximadamente el 66% al valor total nacional (peso desembarcado). Un año después Cisneros y Rodríguez (2004), reportan que esta zona pesquera es la más importante del país, aportando cerca del 77% del volumen de la producción pesquera nacional. En este trabajo se estima que este volumen total representa aproximadamente el 80% del total nacional costero y el 55% del valor económico entre 2005 y 2010. Cabe mencionar que en este trabajo solo se utilizaron los datos de captura en agua marina por lo que pueden existir diferencias en cuanto a los datos con diferentes trabajos.

A nivel nacional, los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California son los estados con mayor producción pesquera, mientras que Nayarit se encuentra en la posición decimo-tercera (Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California-Characterización, 2006).

En este estudio, Sonora reporta mayor producción (50%), seguido de Sinaloa con 23%. Desde el 2005 la producción de Sonora ascendió a unas 344 mil toneladas incrementando más del doble para el 2009, sin embargo para el siguiente año tuvo una reducción de cerca de 180 mil toneladas con respecto al año anterior mientras que los otros cuatro estados se mantienen con aportaciones porcentuales similares durante los seis años (Figura 12). INP-SAGARPA (2001) reconoce que dentro del volumen total (peso desembarcado) capturado por los cinco estados, Sonora produce el 48.9%, seguido por Sinaloa, Baja California Sur, Baja California, y por ultimo Nayarit que contribuye con el 0.3% de la producción de todo el Golfo de California. Sin embargo en cuanto al valor económico total de la producción, es el estado de Sinaloa quien supera ligeramente a Sonora, con menos de un punto porcentual 19.71% y 19.19% respectivamente.

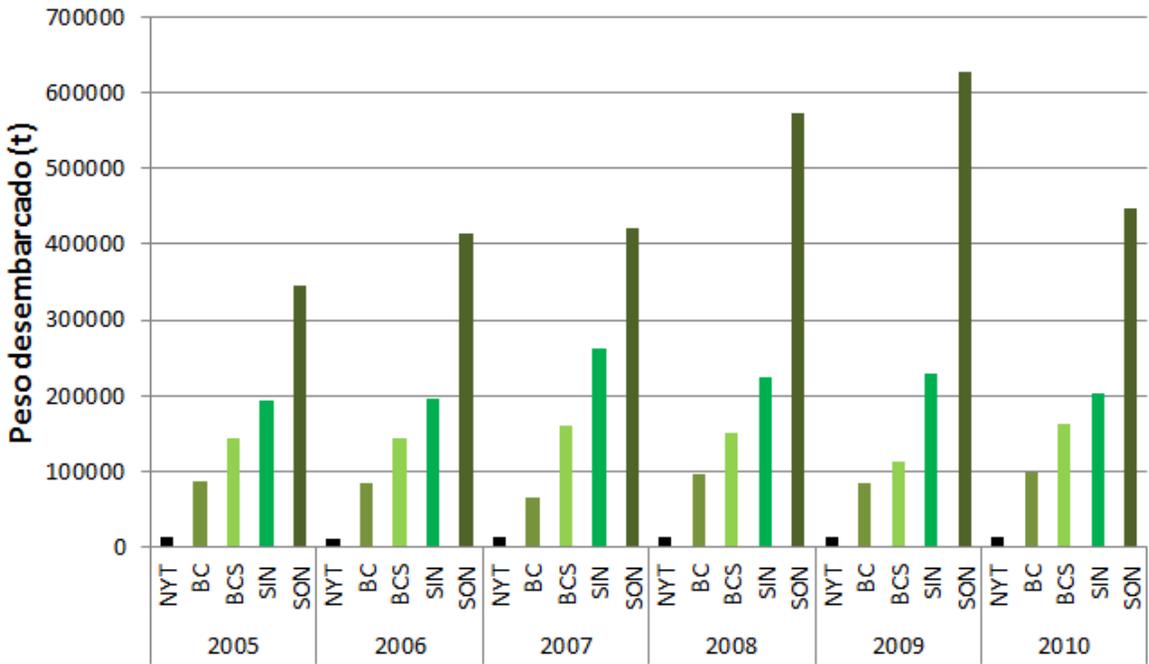


Figura 12. Peso desembarcado total por Estado a través del tiempo (Datos: CONAPESCA).

El camarón ocupa el primer lugar, casi cuadruplicando el valor con respecto al atún y la sardina (Figura 13). INP-SAGARPA (2001) por su parte reconoce que esta pesquería en el Golfo de California es una de las más importantes en México. Desde la década de los noventa, el litoral del Pacífico contribuyó con aproximadamente el 77% de la producción total en 1999. En cuanto al valor de la producción total por entidad federativa, Sinaloa reporta la mayor extracción, particularmente para el año 2007 su valor superó los 2700 millones de pesos (Figura 14). Sin embargo la producción ha disminuido en los últimos cuatro años de estudio.

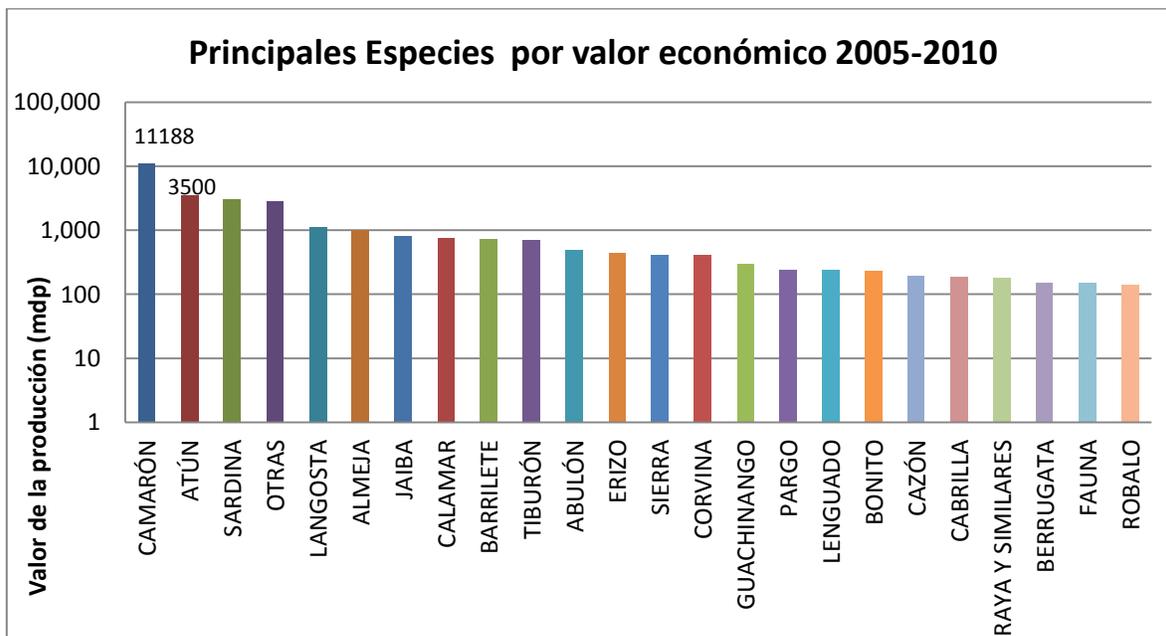


Figura 13. Principales especies por su valor económico en el periodo 2005-2010, por los cinco Estados. (Datos: CONAPESCA) (Escala log base 10).

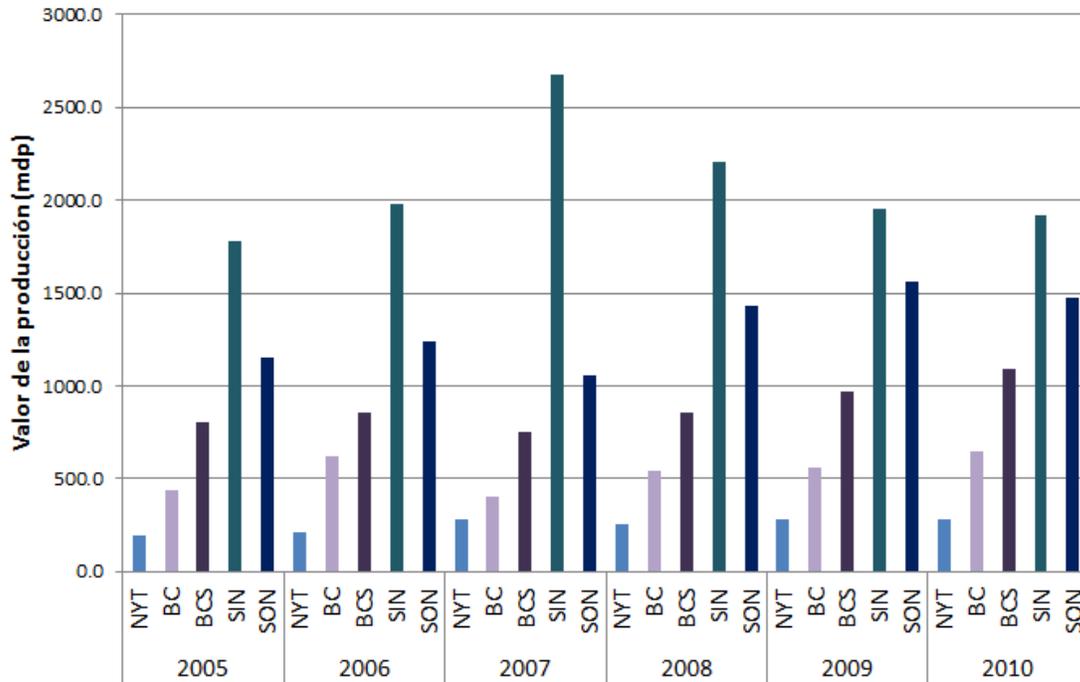


Figura 14. Valor económico de los recursos pesqueros generado por Estado a través del tiempo (Datos: CONAPESCA).

Para el caso de la sardina el estado que reporta mayor peso desembarcado es Sonora, teniendo el mayor volumen en el año 2009, disminuyendo para el 2010, (Figura 13). Por su parte Nayarit no cuenta con registros de extracción de esta especie durante los primeros cinco años y 2010 registra cuatro toneladas.

La producción de túnidos de acuerdo con INP-SAGARPA (2001) se captura en la región del Pacífico oriental dentro de la zona económica exclusiva, principalmente en la costa occidental de Baja California Sur, en la Boca y parte sur del Golfo de California y cerca de las Islas Revillagigedo. En general la mayor producción la reporta el estado de Sinaloa, mientras que Sonora sólo registró la extracción durante el 2005 y 2006.

En las estadísticas de producción de CONAPESCA que se utilizó 2005-2010 reporta ciertas especies sin nombre etiquetadas en forma general como

“otras”, así mismo existe una producción denominada “sin registro oficial”. Es importante poner atención en estas especies, cuyo volumen es significativo al ocupar el tercer lugar de producción con un valor superior a los 3 millones de pesos, las cuales al no estar registradas probablemente no cuentan con un seguimiento del estado de sus poblaciones. Sonora es el mayor productor de peso desembarcado para todo el periodo del estudio.

En cuanto a la pesquería del calamar, Baja California Sur es el mayor productor en los seis años de registros, mientras que Nayarit no registra producción de esta especie para ningún año de los registros que se obtuvieron de CONAPESCA del periodo 2005-2010.

La actividad pesquera para los cinco estados durante el periodo 2005-2010, puede resumirse en la Tabla VI, en donde las celdas sombreadas representan los valores porcentuales más altos.

Tabla VI. Peso desembarcado total de cada año por Entidad Federativa, 2005-2010 (Datos: CONAPESCA), donde las celdas sombreadas representan los valores más altos.

Año	ENTIDAD	Peso Desembarcado		Peso Vivo			
		Ton	Porcentaje del nacional	Ton	Valor (mdp)	% del nacional	% Valor (mdp) del nacional
2005	Nayarit	12773.2	1.2	13392.4	191.1	1.1	2.3
	Baja California	86442.7	8.5	101868.5	439.1	8.7	5.4
	Baja California Sur	144829.1	14.2	177056.2	802.5	15.1	9.9
	Sinaloa	192599.9	18.8	214458.2	1775.8	18.3	21.8
	Sonora	344885.1	33.7	409216.5	1154.5	34.9	14.2
2006	Nayarit	11478.3	1.1	11916.3	214.4	1.0	2.4
	Baja California	84677.6	7.9	99242.9	622.9	8.1	6.9
	Baja California Sur	145176.9	13.6	181214.0	859.6	14.7	9.5
	Sinaloa	197237.8	18.5	222237.2	1981.0	18.1	21.9
	Sonora	413058.5	38.6	484813.4	1236.6	39.4	13.7
2007	Nayarit	14641.5	1.3	16482.8	282.7	1.3	3.2
	Baja California	64718.2	5.7	77282.7	401.8	6.0	4.5
	Baja California Sur	160525.0	14.2	196337.6	749.6	15.2	8.4
	Sinaloa	262790.3	23.3	294586.4	2679.8	22.8	30.1
	Sonora	420042.8	37.2	493143.3	1054.0	38.1	11.8
2008	Nayarit	13232.5	1.1	14136.9	257.6	1.0	2.9
	Baja California	96558.9	7.7	112733.3	539.6	7.9	6.0
	Baja California Sur	151242.7	12.1	182187.6	858.0	12.8	9.6
	Sinaloa	224362.2	17.9	247562.6	2208.2	17.4	24.6
	Sonora	571767.4	45.6	660472.3	1427.2	46.5	15.9
2009	Nayarit	14426.1	1.1	15103.2	284.4	1.0	3.0
	Baja California	85477.6	6.6	100143.0	557.3	6.9	5.9
	Baja California Sur	113884.6	8.8	139337.5	971.9	9.6	10.4
	Sinaloa	230412.4	17.9	254798.2	1955.3	17.5	20.8
	Sonora	627319.1	48.7	721120.2	1564.9	49.4	16.7
2010	Nayarit	14806.9	1.3	15449.6	283.3	1.2	2.8
	Baja California	98497.6	8.3	114704.2	642.2	8.7	6.4
	Baja California Sur	162360.5	13.7	183311.8	1095.0	13.9	10.8
	Sinaloa	202875.2	17.2	225387.5	1920.5	17.1	19.0
	Sonora	446975.9	37.9	508469.9	1470.9	38.6	14.6

Ton= Toneladas, mdp= Millones de Pesos %= Porcentaje

Es importante mencionar que las pesquerías no solo afectan a las especies objetivo, sino que también a las especies asociadas, pues forman parte de una red compleja en el ecosistema, en donde tienen distintas interacciones y funciones, como el pertenecer a una cadena alimenticia. INP y SAGARPA (2001) mencionan que esta actividad no sólo tiene efectos

sobre las especies que son buscadas por los pescadores sino que, generalmente, muchas otras especies son capturadas de manera incidental que juegan un papel muy importante en el medio ambiente ya que pueden afectar a la producción de otras pesquerías, ecosistemas frágiles o al equilibrio de los mismos ecosistemas. Además de los impactos directos sobre las especies, la pesca provoca el deterioro ambiental a través de la destrucción del hábitat.

7.2.2 Acuicultura

De acuerdo a SEMARNAT (2010) el estado de mayor producción acuícola a nivel nacional es Sonora seguido por Sinaloa y Veracruz. Por su parte Baja California y Baja California Sur figuran en los lugares 11 y 14 respectivamente (Figura 16). Para el caso del Golfo de California en este trabajo, son los estados de Sonora y Sinaloa con mayor producción regional (Figura 16).

De acuerdo a Unzueta (2009) la acuicultura comercial, actualmente ha superado la capacidad productiva de otras industrias de producción primaria, al contar con tasas de crecimiento superiores a 4.5% anual. En este trabajo, se confirma lo anterior para el período 2005-2009 (Figura 16) sin embargo para el 2010 se puede ver una pequeña disminución en especial para el estado de Sonora.

En esta región se cultivan ocho especies diferentes, en las que se encuentran el abulón, almeja, atún, camarón, lenguado, entre otras, todas ellas de alto valor comercial. El camarón es la especie de mayor producción y valor comercial, seguido del atún (Figura 15), lo cual anteriormente se ha mencionado sobre el valor económico de estas especies y se producen principalmente en Sonora y Sinaloa, con cerca de

las 400 y 200 mil toneladas respectivamente en los últimos años. En particular para el estado de Sonora esta especie representa el 99.5% de su producción total. Con una disminución importante para el último año cuando se registró una disminución de 30,543 toneladas con respecto al año anterior, lo cual se atribuyó principalmente a eventos de mortalidades por presencia de la Enfermedad viral, estimando tan sólo para ese año pérdidas económicas por el orden de los 1,527 millones de pesos (Diario de Sinaloa, 2012). Para agosto del 2013, las pérdidas ascienden al 60% de la producción acuícola en el mismo estado de acuerdo a Huerta Ceballos, delegado de SAGARPA¹.

¹ (http://www.industriaacuicola.com/notices_2013/agosto/ago23/ago23_not08.htm).

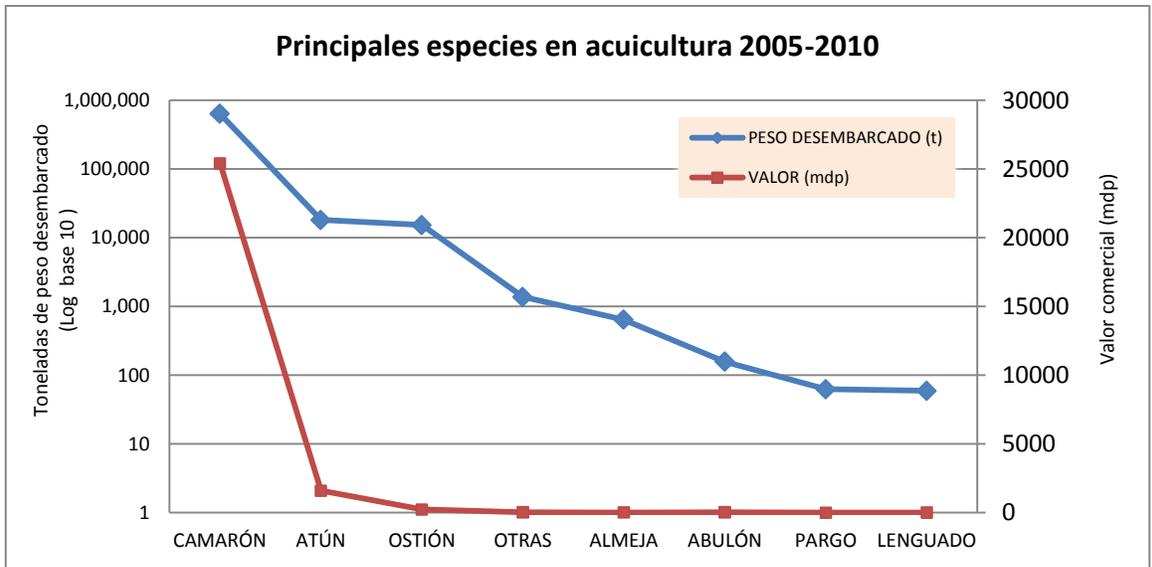


Figura 15. Principales especies en acuicultura 2005-2010 (Datos: CONAPESCA).

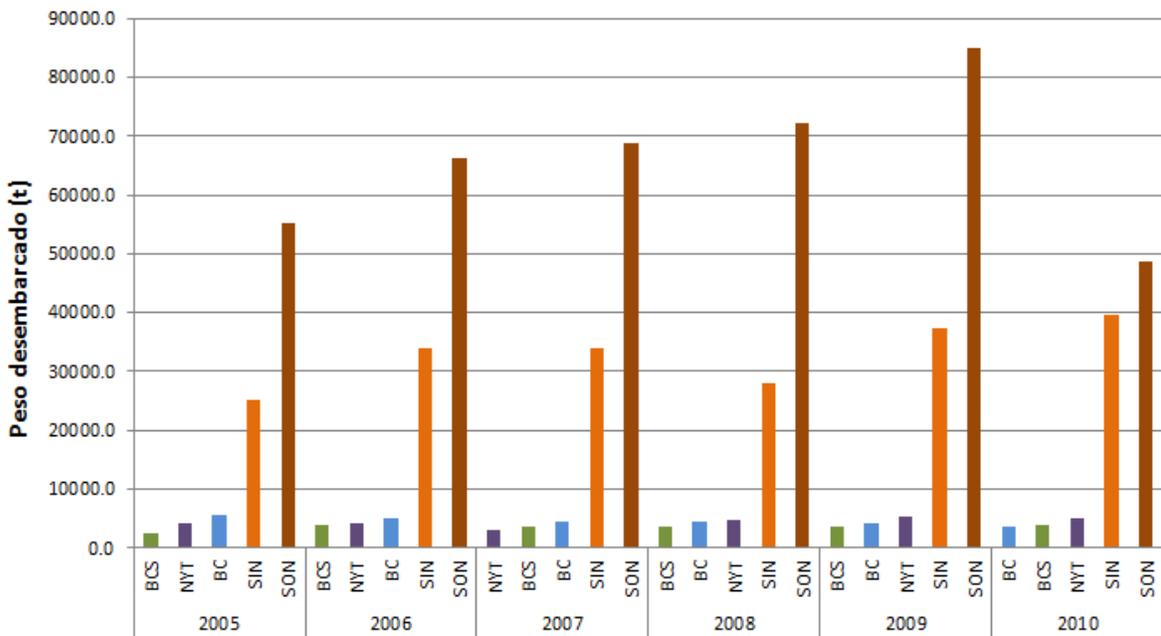


Figura 16. La acuicultura durante los seis años de registros (Datos: CONAPESCA).

7.2.3 Actividad portuaria

El sistema portuario nacional desempeña un papel fundamental para el crecimiento de la economía mexicana, ya que además de vincularla con los mercados mundiales, constituye una importante fuente de valor económico y de ventajas competitivas en los ámbitos nacional, regional y local (SCT, 2006). Por los puertos se transporta poco más de un tercio del total de la carga del país y la mayor parte del volumen de las exportaciones, incluyendo petróleo y derivados, a la vez que operan como plataformas de importantes industrias como son la química, petroquímica, energía eléctrica, metalúrgica, minera, cemento, pesca, turismo náutico y de cruceros, ensamblaje, actividades logísticas y de almacenamiento, entre otras (SCT, 2006).

En la región del Pacífico Norte de México y Golfo de California se cuenta con 32 puertos, y siete terminales, (Tabla VII). La principal carga que se mueve por cabotaje en los puertos del Pacífico es el petróleo y sus derivados procedentes de Salinas Cruz; el principal destino es Guaymas, quien abastece a su vez a los estados de Sonora, norte de Sinaloa y la Península de Baja California en donde se reenvía a través de reembarques con destino Santa Rosalía y La Paz en Baja California Sur y a Rosarito para abastecer a Baja California (SCT-IMT, 1997).

La carga a granel mineral ocupa el segundo lugar de movimiento en los puertos del Pacífico, presentando un crecimiento dinámico superior a otras cargas; sin embargo, posee una baja densidad económica. Entre los productos principales se tiene la sal (67%) principalmente en Guerrero Negro pasando a la Isla de Cedros para exportarse a Japón, E.U.A y Canadá (95% de la producción) y el resto se envía a Mazatlán; mineral de hierro (19%) seguido de calizas (de Punta Chica a Ensenada) en Baja

California, rocas fosfóricas (de Baja California Sur es enviado Lázaro Cárdenas, Mich.) entre otros (SCT-IMT, 1997).

Tabla VII. Puertos por entidad federativa (Datos: SCT).

Entidad Federativa	Número de Puertos	Número de Terminales	Total
Baja California	6	0	6
Baja California Sur	10	5	15
Sonora	6	1	7
Sinaloa	6	0	6
Nayarit	4	1	5
Total	32	7	39

En tercer lugar se tiene el movimiento de carga general y perecederos, en donde cerca del 90% de su movimiento se lleva a cabo en el Golfo de California a través de transbordadores entre la Península y la zona continental, principalmente entre Baja California Sur y Sinaloa. El 96% de las cargas se realizan entre Topolobampo y Mazatlán hacia la Paz y el resto entre Guaymas- Santa Rosalía. En Baja California se mueven los productos propios de la actividad económica está básicamente frutas, vegetales, pescados y mariscos (Figura 17).

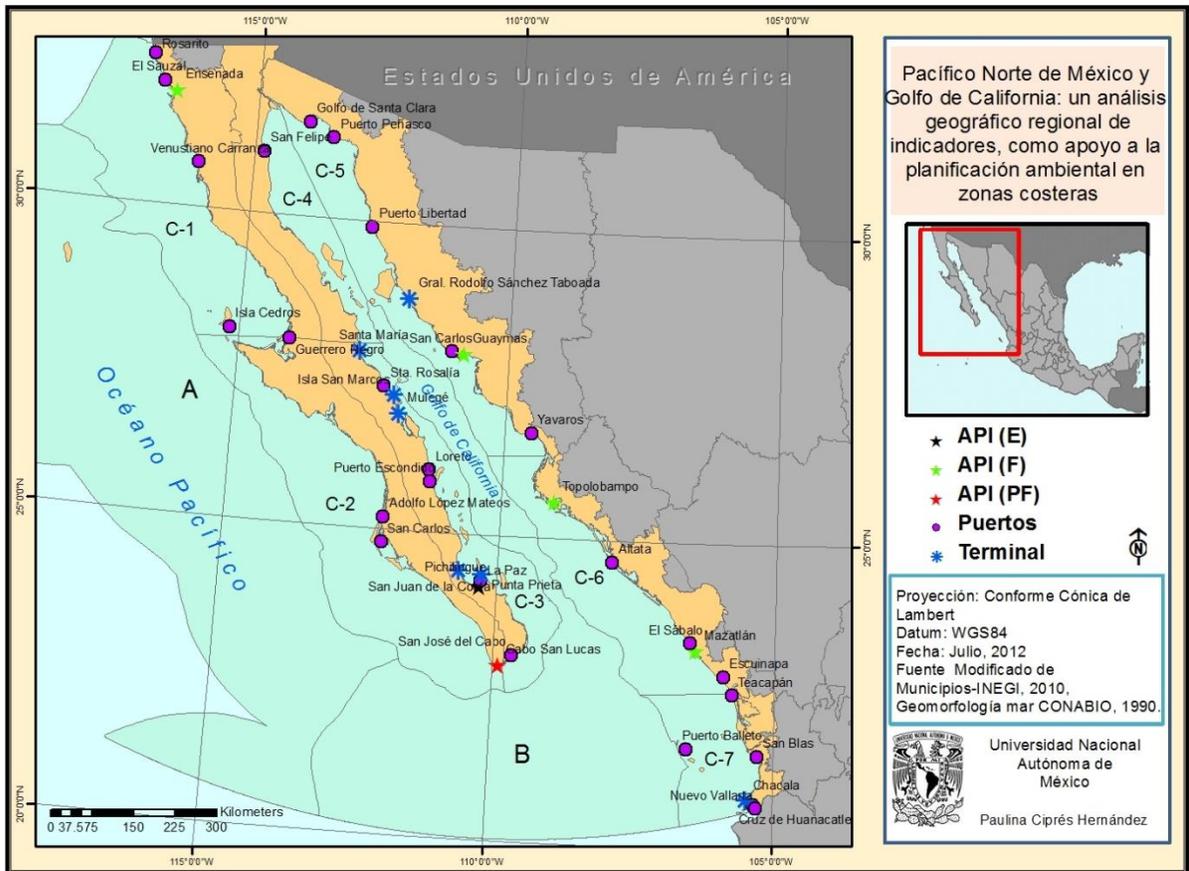


Figura 17. Principales puertos del Pacífico Norte de México y Golfo de California.*API (E): Administración Portuaria Integral (Estatad); API (F): Administración Portuaria Integral (Federal); API (PF): Administración Portuaria Integral (Privada o fideicomiso); Puertos; Termina (Datos: SCT).

En los últimos años, los puertos mexicanos han destacado por su elevado crecimiento de los volúmenes de mercancías manejadas, por la diversificación de sus actividades y como áreas de oportunidades para nuevas inversiones y generación de empleos en terminales, instalaciones y negocios portuarios, comerciales e industriales (SCT, 2006). El Puerto de Mazatlán es un punto estratégico de enlace con la costa occidental de México y las ciudades de Los Ángeles, E.U. y Panamá. Además es utilizado para los estados de Nayarit, Durango y Jalisco; también es proveedor de suministros para la península de Baja California. De las cargas que se manejan en el puerto, 85% son garbanzo, atún, tomate y frijol. Últimamente

se ha agregado la exportación de vehículos, representando 15% de sus ingresos (Martínez-Cortes, 2010).

De acuerdo con el Programa Nacional de Desarrollo Portuario 2007-2030, invertir en infraestructura carretera para mejorar la conectividad puerto-ciudad-fronteras es uno de los aspectos que debe contemplar un proyecto integral, ya que para lograr el desarrollo de las zonas costeras de nuestro país también es necesario fomentar la competitividad de actividades portuarias, buscar la descentralización de la industria, atraer y facilitar la inversión pública y privada, e impulsar el desarrollo de nuevos puertos (Martínez-Cortes, 2010). Situación que llevara a mayor presión sobre los ecosistemas naturales de la región.

7.2.4 Densidad poblacional

En México el mayor porcentaje de la población se encuentra asentado en el altiplano central y una muy baja proporción se ubica en la zona costera, a diferencia de otros países; esto representa una oportunidad para impulsar un desarrollo ordenado de la zona costera (Vergara-Sánchez, 2007). Sin embargo, la dinámica poblacional de las zonas costeras de México sigue las tendencias mundiales, que indican un desplazamiento de las poblaciones humanas hacia las zonas costeras (Vergara-Sánchez, 2007).

En el año 2005 la población de los estados costeros fue de 47 millones de habitantes, 2.7 millones más que en el año 2000. Se espera que para el año 2030 aumenten a 55 millones (CONAPO, 2006; CIMARES, 2011). En este trabajo se utilizaron los datos del censo de población 2010 por parte de INEGI y dentro de nuestra zona de estudio se encuentran concentradas aproximadamente 8 433 967 habitantes, sin embargo en la península de

Baja California la población se encuentra distribuida de forma muy irregular lo cual podría estar generando problemas pues como en el reporte de CIMARES (2010) se menciona, la zona costera de México experimenta un crecimiento poblacional especialmente irregular, que se da de manera focalizada en unas pocas localidades urbanas, lo que produce importantes presiones económicas, sociales, institucionales y ambientales sobre las zonas costeras y marinas.

En la península de Baja California se muestra la densidad poblacional por litoral, en este caso se puede ver que del lado del Pacífico Norte la densidad poblacional es mayor que del lado del Golfo de California. Esto se atribuye a la presencia de la ciudad de Tijuana, lugar en donde se concentra la mayor parte de la población en la Península y en la porción continental, es la ciudad de Mazatlán en el estado de Sinaloa (Figura 18).

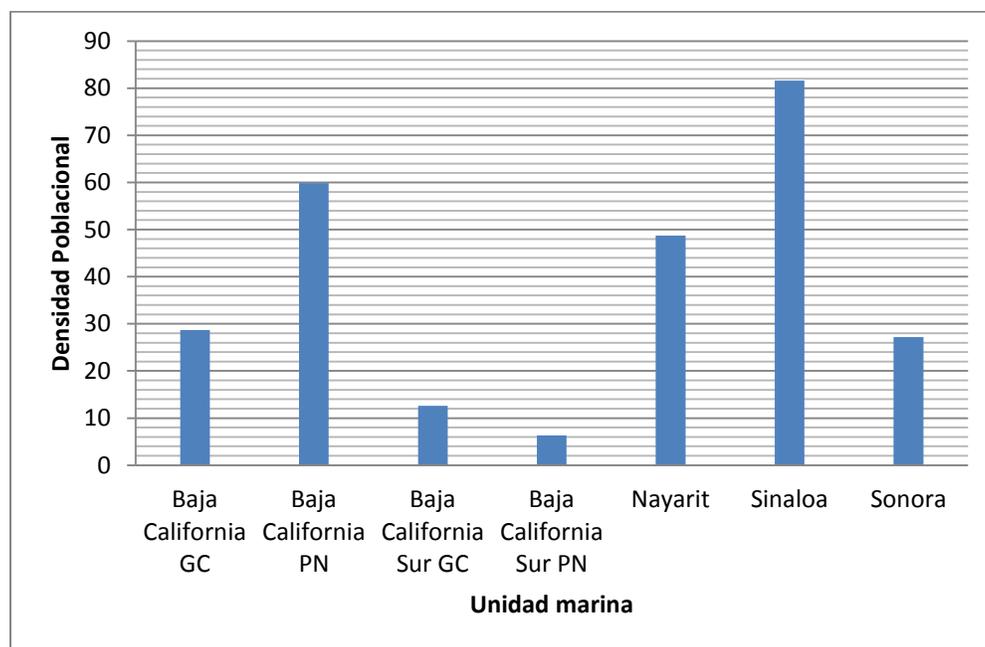


Figura 18. Densidad Poblacional por unidad marina 2010. GC: Golfo de California, PN: Pacífico Norte.

7.2.5 Turismo

México es uno de los destinos turísticos líderes a nivel internacional. Es conocido mundialmente por sus playas del Océano Pacífico y del Mar Caribe, por su gran riqueza natural con una incomparable biodiversidad, por su rica herencia socio-cultural (arquitectura, gastronomía, artesanías, etc.). La mayor parte de la oferta turística se basa en los destinos de "sol y playa" (INE, 2000), lo que fue corroborado en este estudio (Figura 19).

A continuación se muestra la ubicación de los puntos turísticos más importantes de la zona. En la porción continental destacan Mazatlán en Sinaloa y Nuevo Vallarta en Nayarit; en la Península, resaltan Los Cabos, La Paz y San José del Cabo en Baja California Sur, Ensenada y San Felipe en Baja California.

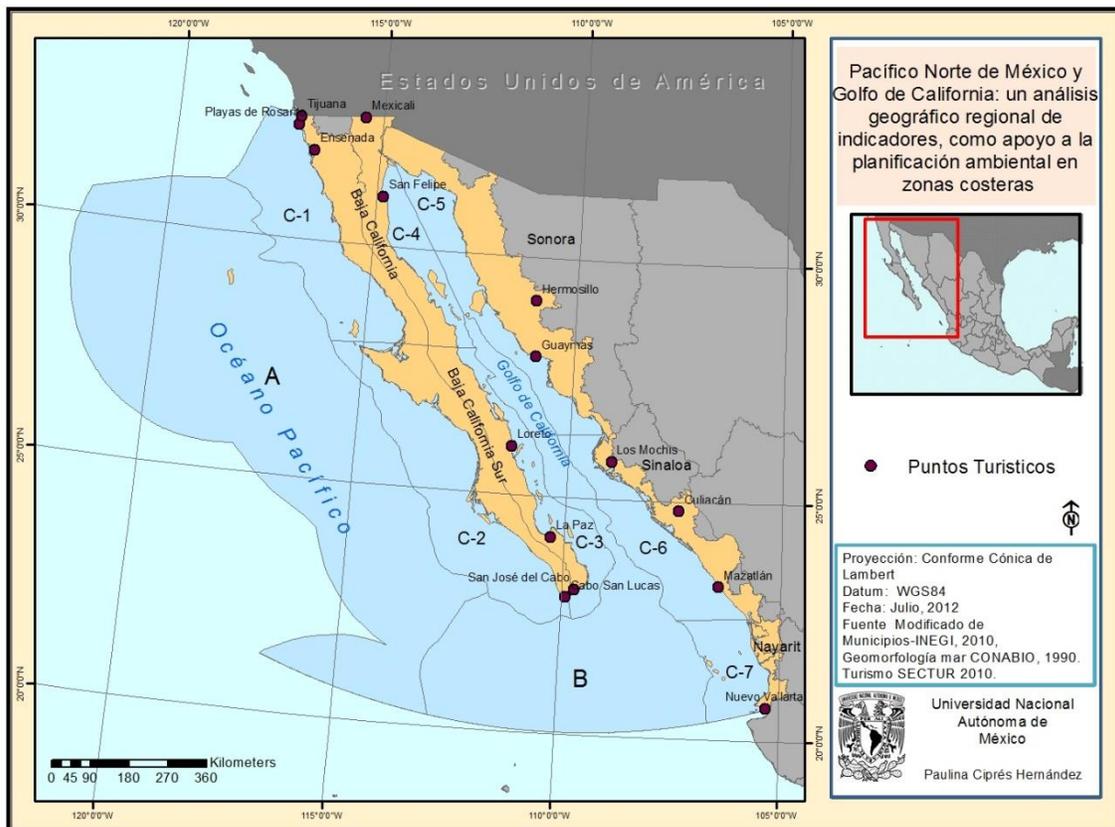


Figura 19. Principales destinos turísticos (Datos: SECTUR).

En la Figura 20 se presenta el número de turistas por destino turístico, en esta se observa que el lugar más concurrido es la ciudad y puerto de Mazatlán seguido de Tijuana, que se trata de una ciudad fronteriza, en último lugar esta Loreto, BCS.

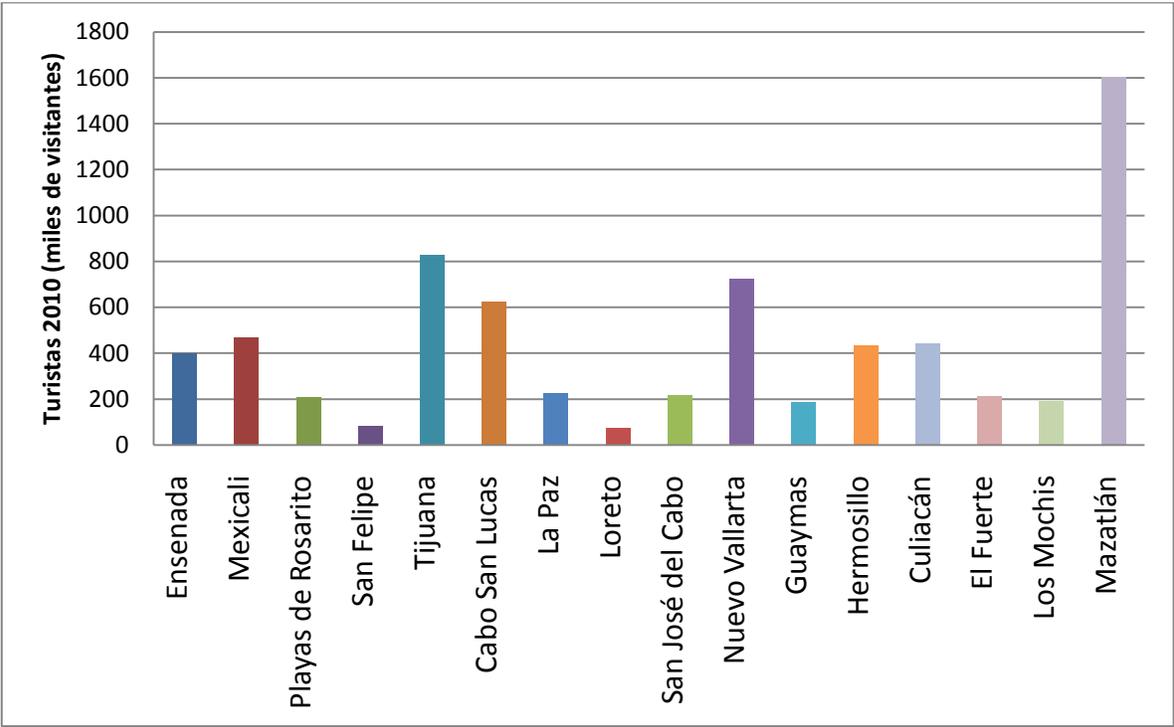


Figura 20. Número de turistas por destino turístico 2010. (Datos: SECTUR, 2010).

7.3. Principales indicadores de Presión, Estado y Respuesta

Este modelo se construyó con diferentes indicadores que fueron seleccionados de acuerdo a la disponibilidad de la información a nivel nacional, así como de acuerdo al esquema Presión-Estado-Respuesta, por lo que los indicadores que se utilizaron para la construcción del modelo fueron: densidad poblacional, pesquerías, turismo, marginación, áreas naturales protegidas, caudal de agua tratada, entre otros (Tabla VIII).

Tabla VIII. Indicadores para los ecosistemas costeros y oceánicos.

Indicadores de Presión	Indicadores de Estado	Indicadores de Respuesta
<ul style="list-style-type: none"> • Densidad poblacional de la zona costera. • Captura pesquera nacional. • Producción nacional acuícola en entidades costeras. • Turistas en destinos costeros. • Carga marítima transportada y obras de protección portuaria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sitios prioritarios marinos. • Índice de Marginación 2010. • Áreas Prioritarias de Conservación, las cuales toman en cuenta: <ol style="list-style-type: none"> 1. Extracción de recursos no renovables. 2. Explotación de recursos renovables. 3. Cambios en el uso de suelo costero. 4. Contaminación en la costa o el mar. 5. Uso recreativo perjudicial. 6. Alteración física de la línea costera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas naturales protegidas federales. • Índice de respuesta relacionado al desempeño institucional estatal entre 2004 al 2012. • Caudal de agua tratada por plantas municipales.

7.3.1 Indicadores de presión.

Pesca

De acuerdo al INP-SAGARPA (2001) la pesca y la acuicultura son de las principales actividades humanas que afectan a los ecosistemas marinos. A nivel mundial, la excesiva demanda de alimentos provoca la sobreexplotación de los recursos pesqueros y acuícolas, que incluyen tanto a las poblaciones silvestres de especies acuáticas que son objeto de captura, como a las poblaciones que son cultivadas en embalses naturales o artificiales. Con relación al índice de presión se evidencia que la zona marina colindante al Estado de Sonora representa la mayor presión, con valor medio a Sinaloa que corresponden a las zonas C-5 y C-6 (Figura 21). En México, la industria pesquera no se distribuye de manera homogénea a

lo largo del litoral y es en el área del Golfo de California donde se concentra el 70% de la flota camaronera y el 78% de la flota atunera, las cuales operan frente a las aguas de Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur (SEMARNAT, 2000).

En INP y SAGARPA (2001) reconocen que a pesar del creciente interés en los ecosistemas marinos y en el impacto que puede tener la pesca sobre su estructura y función, aún existe poca información regional sobre la relación de la situación de los ecosistemas marinos y la pesca.

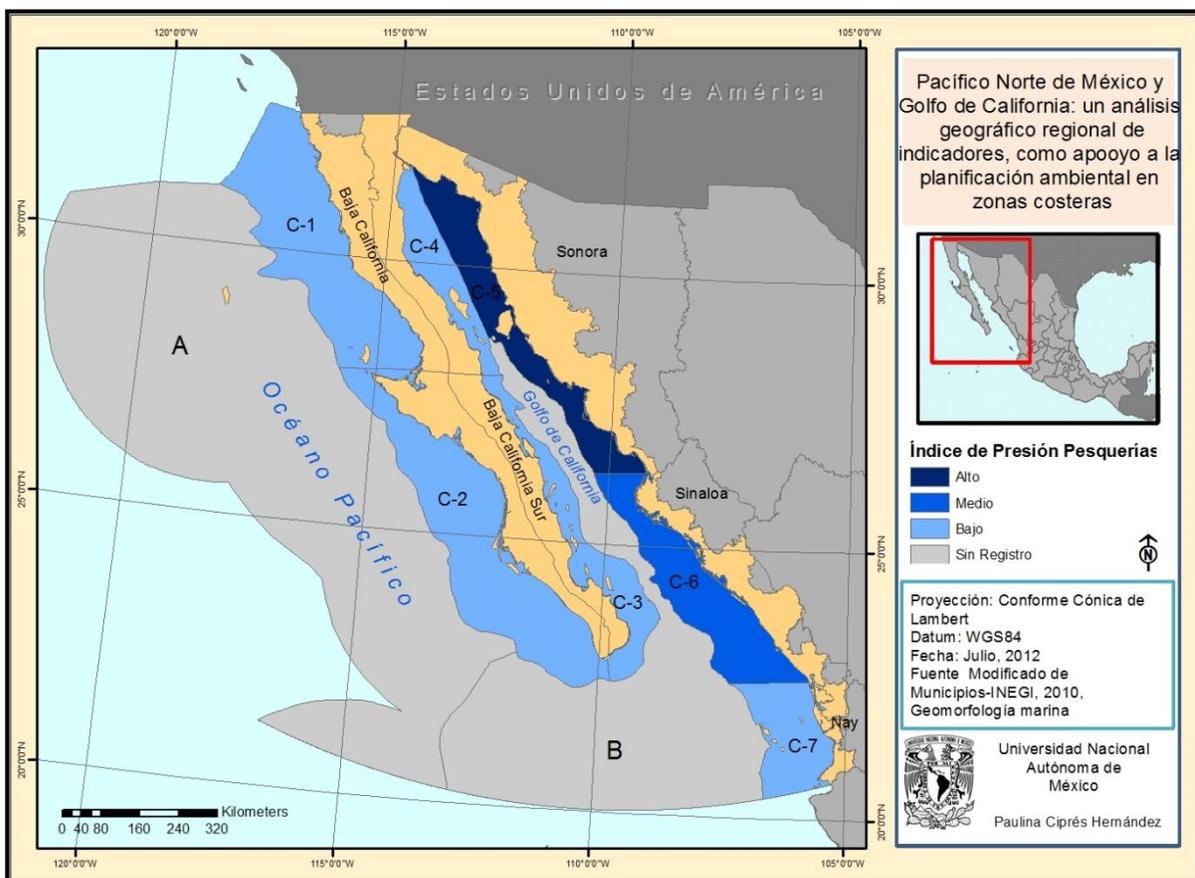


Figura 21. Presión por actividad pesquera, sin tomar en cuenta la pesca del atún, 2005-2010.

Acuacultura

La acuacultura al igual que otras actividades económicas, usa y transforma los recursos naturales en productos con un valor económico y social (Buschmann, 2001); al hacerlo produce desechos que, a su vez, requieren de otros servicios ambientales para ser asimilados o reciclados. El impacto sobre el medio ambiente emerge de tres procesos: el consumo de recursos, el proceso de transformación y la generación de productos (Bustamante y Grez, 1995).

Dentro de este trabajo se ubicaron las regiones con mayor presión por parte de la acuicultura que corresponden a las zonas costeras (C-5 y C-6) de los estados de Sonora y Sinaloa respectivamente pues ejercen una mayor presión por la acuicultura. El impacto de esta actividad tiene un costo ambiental, económico y social (Bustamante y Grez, 1995). El desarrollo de la camaronicultura en el norte de Sinaloa ha generado efectos adversos sobre el ambiente natural como la reducción de áreas naturales por la construcción de los estanques de cultivo, la salinización de los suelos de las granjas y aportes considerables de materia orgánica al ambiente costero marino (González-Ocampo, 2010). No obstante, a nivel general en México la acuicultura en especial en la cría de camarones, tiene beneficios sociales y económicos, los cuales se han traducido en una fuente de alimentación con un elevado valor nutricional (SEMARNAT, 2000).

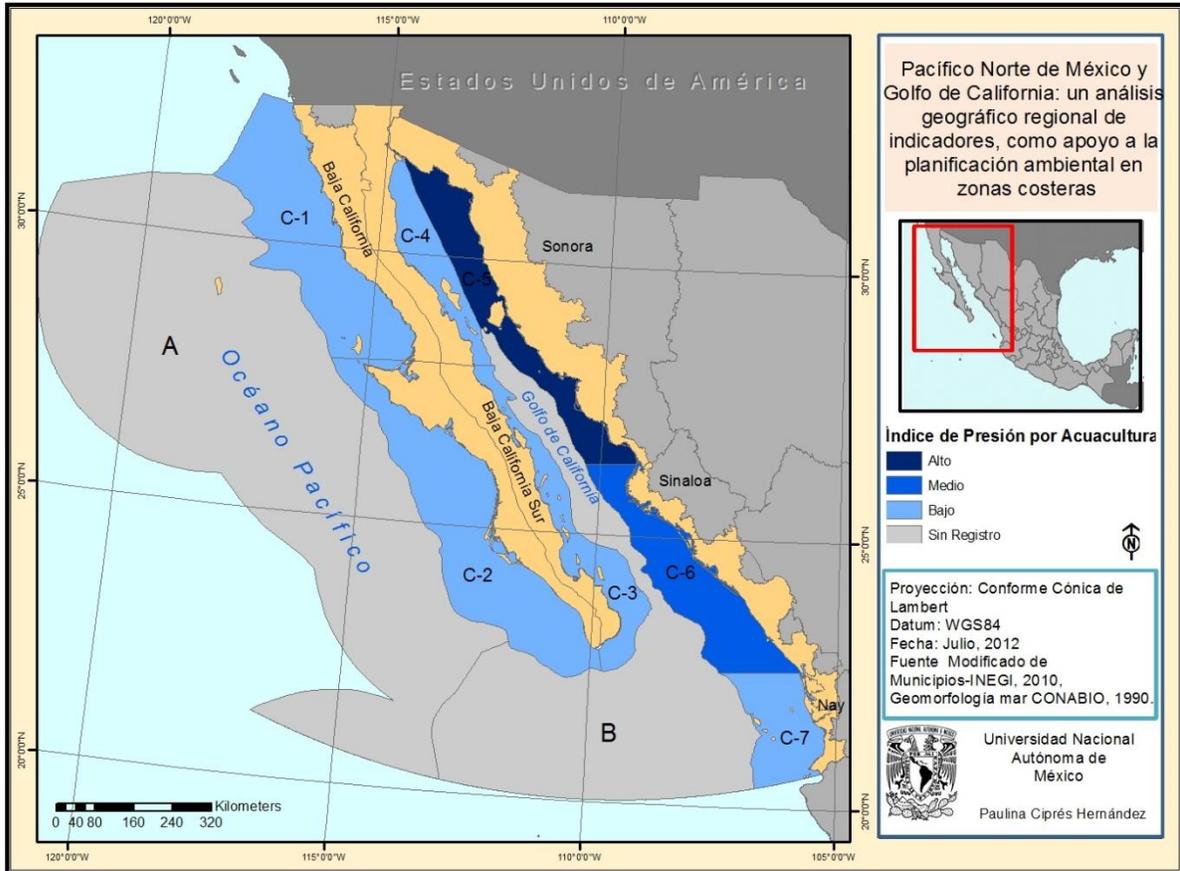


Figura 22. Índice de Presión por Acuicultura 2005-2010. *No se tomó en cuenta la producción en agua dulce.

Puertos

Baja California del lado del Pacífico Norte es la zona que mayor actividad portuaria presenta, seguido de Baja California Sur en ambos litorales y Sinaloa (Figura 23).

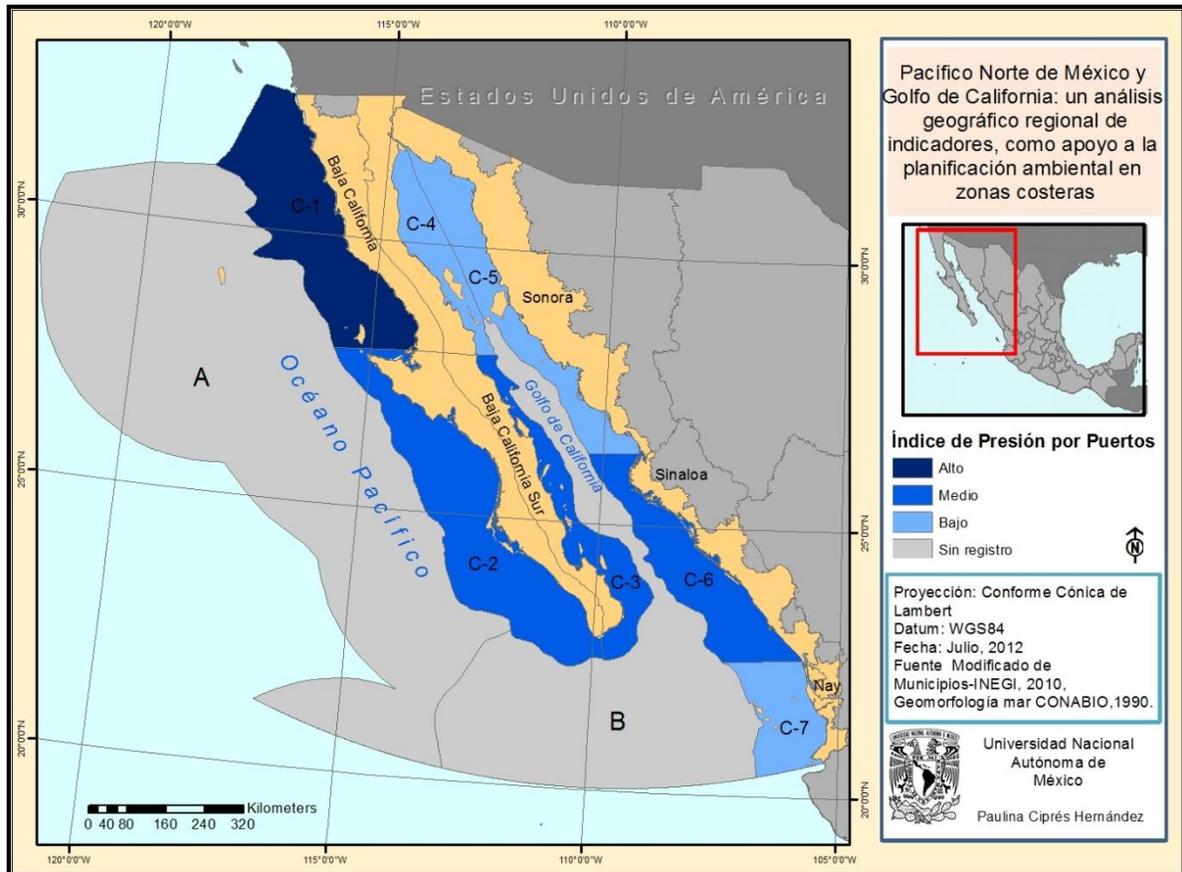


Figura 23. Presión portuaria 2010.

Población

Los municipios con mayor densidad de población se encuentran en ciudades como es el caso de Tijuana y Mexicali en Baja California; Los Cabos y la Paz en Baja California Sur; Hermosillo en Sonora; Culiacán en Sinaloa (Figura 24).

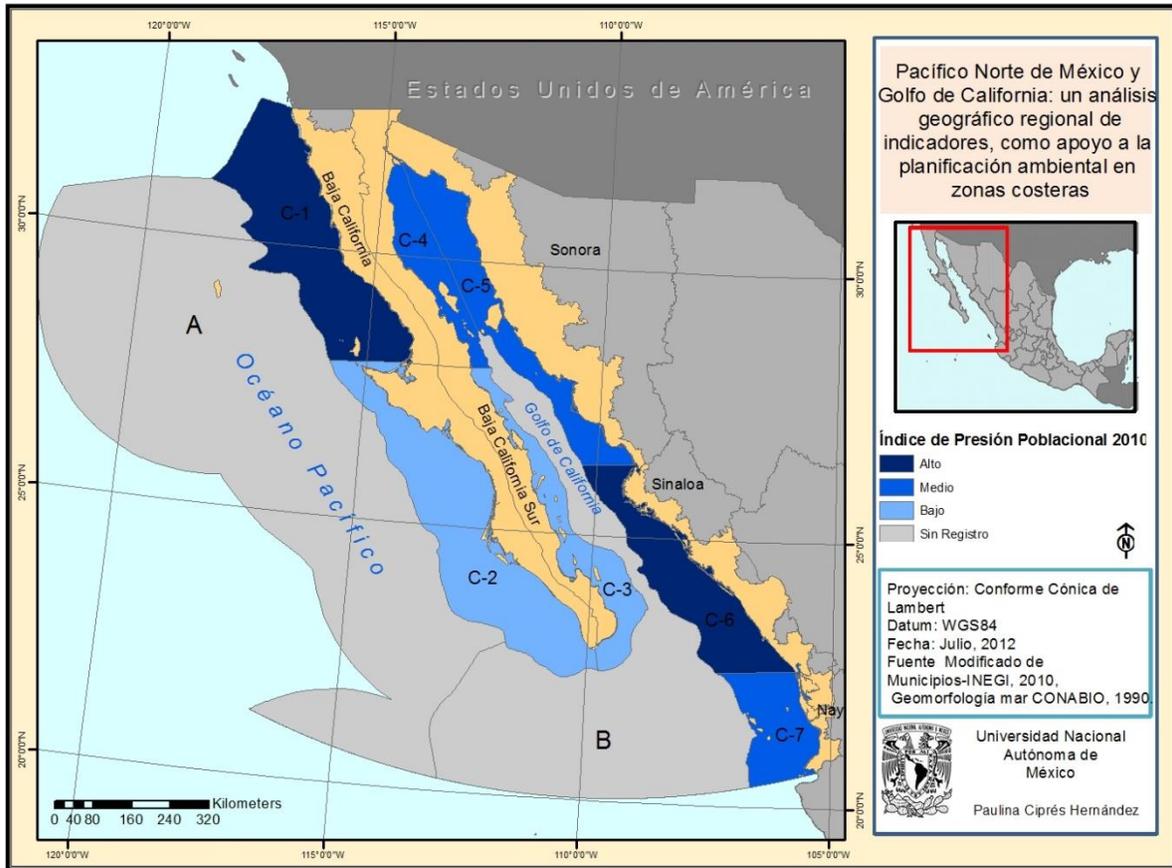


Figura 24. Presión por densidad poblacional costera 2010.

Turismo

En el ámbito nacional, la actividad turística representa cerca del 8.5% del PIB y ocupa el tercer lugar como generador de divisas y el décimo a escala mundial (Vergara-Sánchez, 2007).

La mayor presión ejercida por la actividad turística asociada a las regiones marinas de acuerdo al número de turistas que llegó al sitio durante el año 2010, se ubica a las costas de Sinaloa (zona C-6) y la costa del pacífico en Baja California (C-1). Particularmente los sitios con mayor presión son Mazatlán en Sinaloa, Nuevo Vallarta en Nayarit, Tijuana en Baja California y Cabo San Lucas en Baja California Sur (Figura 25).

Estos se asociaron a las regiones marinas ya que de acuerdo a al INE (2000) algunos de los efectos de esta actividad afectan de manera directa e indirectamente a los ambientes marinos, como: la fragmentación de ecosistemas, efectos negativos a la biodiversidad (en especial en sitios con especies endémicas), el consumo de recursos, pérdida de acceso a las tierras o la costa, degradación de la calidad de agua costera y otros cuerpos de agua debido a la descarga de aguas residuales con tratamiento inapropiado (esto a su vez afecta a los pescadores locales), los impactos a la fauna por el ruido generado y la iluminación artificial y los impactos/efectos de largo plazo a las comunidades marinas y a arrecifes coralinos.

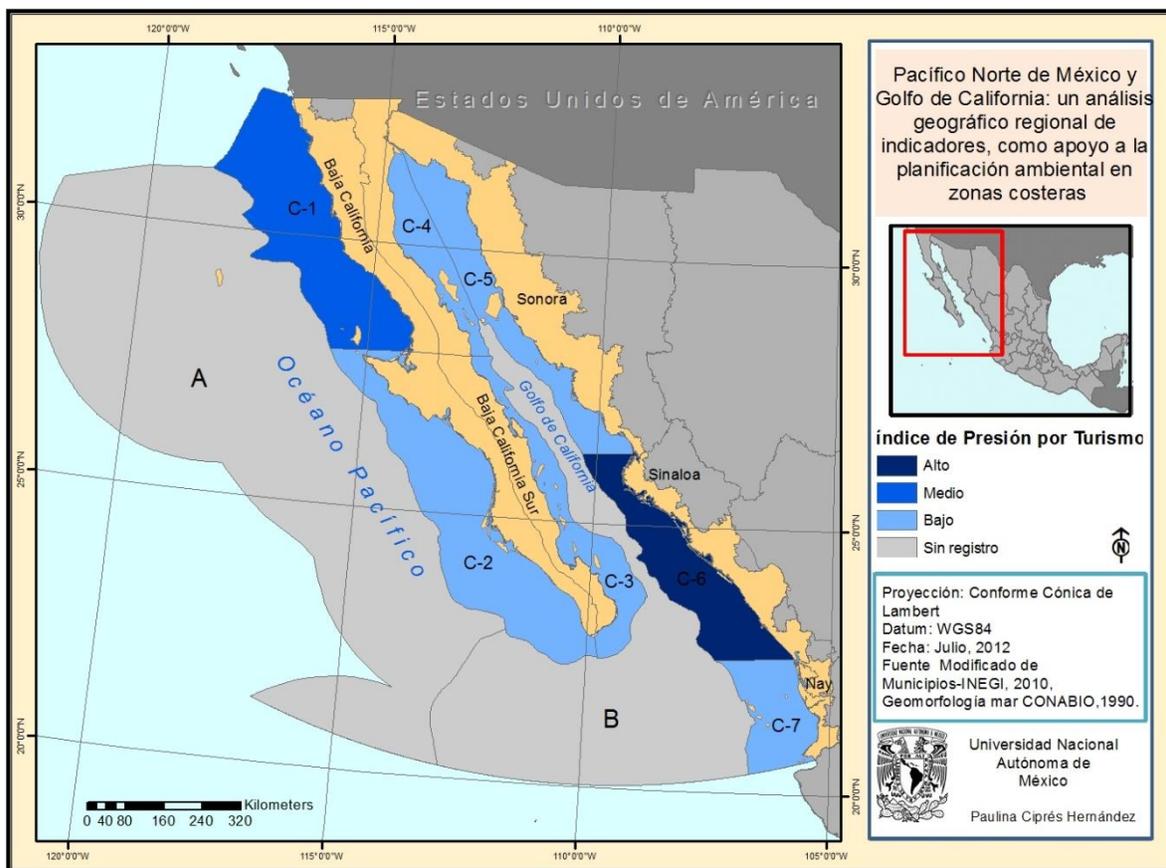


Figura 25. Índice de presión por la actividad turística.

Índice de Presión total

El creciente desarrollo a lo largo de la línea de costa, en el pasado reciente, se manifiesta con la presencia de puertos comerciales, navales, industriales, turísticos, y pesqueros, infraestructura urbana, obras de protección de playas, aperturas de bocas, emisiones submarinas, instalación de petróleo, transporte fluvial y control de ríos (Vergara-Sánchez, 2007), por lo que en este trabajo se concentra información relacionada para generar un índice de presión que evidencie el crecimiento sobre las zonas costeras del Pacífico Norte.

El índice total de presión está formado por la combinación de los indicadores de presión por actividad pesquera, acuícola, portuaria, turística y la densidad de población (Figura 26). Las zonas con mayor presión son C-1, C-5 y C-6, lo cual se debe principalmente a la actividad pesquera, pues se trata de los estados con mayor producción pesquera y acuícola, y por ende mayor transporte y actividad portuaria.

Uno de los problemas en las pesquerías es el no tomar en cuenta la capacidad de carga de las especies que se extraen, Contreras y Castañeda (2004) consideran que en las sociedades desarrolladas, los asentamientos tradicionales para el manejo de las pesquerías han ignorado la importancia de los hábitats, particularmente de los ecosistemas costeros, para el mantenimiento de poblaciones de peces y mariscos. La explotación pesquera en años recientes, están basadas en poco más de 200 especies, de las cuales no más de 30 han sufrido una explotación desmesurada, como es el caso del camarón (Sinaloa y Sonora) y langosta (Península de Baja California), pargos, huachinangos,

sierras, meros y corvinas, algunas almejas y ostiones, así como dos especies de calamar, que figuran entre los más sobreexplotados (Espinosa, 2004).

Las modificaciones físicas que ha sufrido buena parte de la costa occidental mexicana se deben a la construcción de muelles y marinas (Ensenada, San Felipe, Isla de Cedros, La Paz, Topolobampo, Guaymas, Mazatlán), la modificación de las playas al instalarse centros turísticos (Mazatlán, Nuevo Vallarta, Los Cabos, Loreto, Guaymas, corredor Tijuana-Ensenada), con poco o nula planeación, así como la modificación de extensas áreas con fines de maricultivos (San Quintín, Bahía Salsipuedes en Baja California) lo último, no sólo en las zonas marinas, sino incluso en bosques de manglar continentales, destruyendo grandes áreas de vegetación con el fin de tener granjas de cultivos marinos (como Sonora y Sinaloa) (Espinosa, 2004).

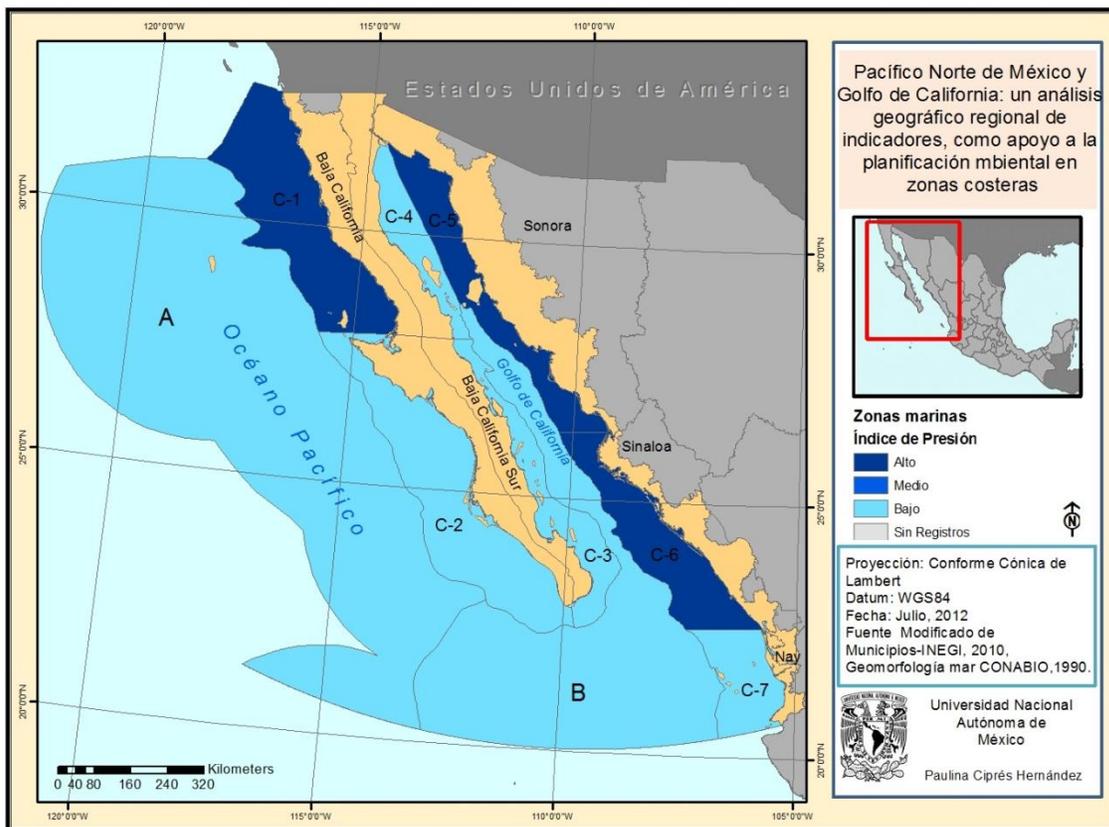


Figura 26. Índice de Presión Total.

7.3.2 Indicadores de Estado

La interacción entre los elementos bióticos y abióticos que constituyen los procesos ecológicos (relación entre los organismos y su ambiente) de los ecosistemas, pueden ser afectados por otros factores ambientales, situados en el continente o en el océano, cercanas o distantes a los propios sistemas (Vergara-Sánchez, 2007). Dentro de este trabajo se desarrolló un índice de Estado el cual incorpora ciertos elementos que permite describir el grado de conservación en forma indirecta y general.

Características Biológicas

Existen numerosos sitios de importancia biológica, a lo largo de la península (Morgan *et al.* 2005), así como en sus costas, es un área rica en diversos recursos pesqueros, como las anchoas y las sardinas (*Sardinops sagax*) son enlaces clave en el sistema trófico local (Morgan *et al.* 2005), esta región se caracteriza por mezcla de aguas, floras y faunas de norte y sur, lo que conduce a una relativamente alta diversidad de especies (Morgan *et al.* 2005). Una zona importante de cría del león marino de California (*Zalophus californianus*) se ubica en la bahía Sebastián Vizcaíno, en las islas San Benito y Guadalupe se encuentran áreas importantes de cría del elefante marino del norte (*Mirounga anugustirostris*). Las lagunas Guerrero Negro, Ojo de Liebre y San Ignacio, el canal Santo Domingo y Bahía Magdalena se consideran las más importantes áreas de reproducción y parto de la ballena gris, especie que tiene la más larga ruta migratoria de todos los mamíferos: 22,000 km cada año, desde el mar de Bering hasta Baja California (Morgan *et al.* 2005).

Sitios Marinos Prioritarios

Los Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad fueron delimitados por su importancia biológica.

El Área total que cubren los 74 sitios de esta región es de 14 785 385.86 hectáreas.

A continuación se muestra el área que cubren estos sitios prioritarios en cada una de las zonas:

Tabla IX. Área prioritaria por zona marina.

	Número de sitios	Sitios marinos prioritarios (ha)
A	2	492444.24
B	16	1993107.82
C1	6	547588.26
C2	11	3327050.16
C3	13	1085067.81
C4	2	2052681
C5	5	2773323.06
C6	12	1216592.57
C7	7	1302072.59

El área que se muestra en la tabla es el área considerada prioritaria dentro de cada región marina, lo que nos indica el área de importancia biológica, por sus procesos ecológicos y especies.

Se definió como un indicador de estado para mostrar que región presenta mayor área de importancia que deba ser estudiada y manejada con mayor atención.

Las regiones con mayor área como Sitios Marinos Prioritarios proporcional al área de la región marina (Figura 27), podemos ver que las regiones con

mayor área delimitada como prioritaria son la región C-4 y C-5, mientras que las regiones con menor área son C-1 y C-6.

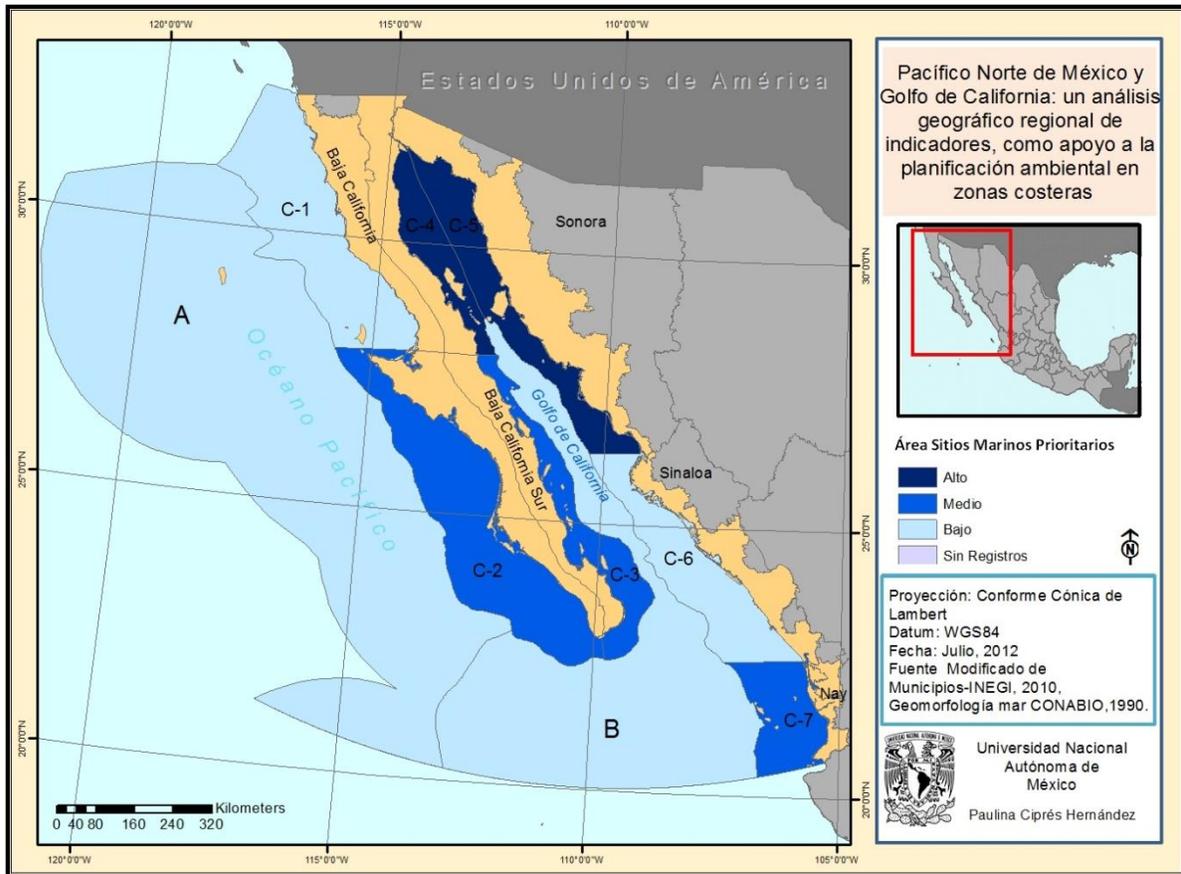


Figura 27. Área de Sitios Marinos Prioritarios por zona marina.

Áreas Prioritarias marinas para la Conservación

El trabajo de Áreas marinas Prioritarias para la Conservación (APC) se retomó para integrarlo al índice de Estado.

Los valores asignados a los datos del trabajo de APC se observan en la tabla X, en donde la intensidad de las características 0 es una intensidad alta, 0.5 moderada y 1 baja. Para la tendencia de las características 0 indica que está empeorando, 0.5 sin cambio y 1 mejorando.

Tabla X. Áreas prioritarias de conservación.

		Bahía San Quintín/Bahía El Rosario	Isla Guadalupe	El Vizcaíno/Isla Cedros	Laguna San Ignacio	Bahía Magdalena	Corredor Los Cabos/Loreto	Alto Golfo de California	Grandes Islas del Golfo de California/Bahía de los Ángeles	Humedales de Sonora, Sinaloa y Nayarit/ Bahía de Banderas	Islas Mariás
Extracción de recursos no renovables	Intensidad	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Tendencia	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5
Explotación de recursos renovables	Intensidad	0	1	0.5	1	0	0	0	0	0	0
	Tendencia	0	0.5	1	1	0	0	0.5	0	0	0
Cambios en el uso de suelo costero	Intensidad	0	1	1	1	1	1	0.5	1	0	1
	Tendencia	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
Contaminación en la costa o el mar	Intensidad	1	1	1	1	0.5	1	1	1	0	1
	Tendencia	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0	0	0
Uso recreativo perjudicial	Intensidad	0	1	1	1	1	0	0.5	1	0	1
	Tendencia	1	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
Alteración física de la línea costera	Intensidad	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	Tendencia	1	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0

Intensidad
Valor

Baja
1

Moderada
0.5

Alta
0

Tendencia
Valor

Mejorando
1

Sin Cambio
0.5

Empeorando
0

El asignar un valor nos permite cuantificar el Estado, de acuerdo a sus características, como la contaminación en la costa o el mar, alteraciones de la línea de costa, explotación de recursos renovables, entre otras que se

encuentran en la Tabla X, lo que nos permite describir las regiones marinas en cuanto a su deterioro físico y ambiental (Figura 28).

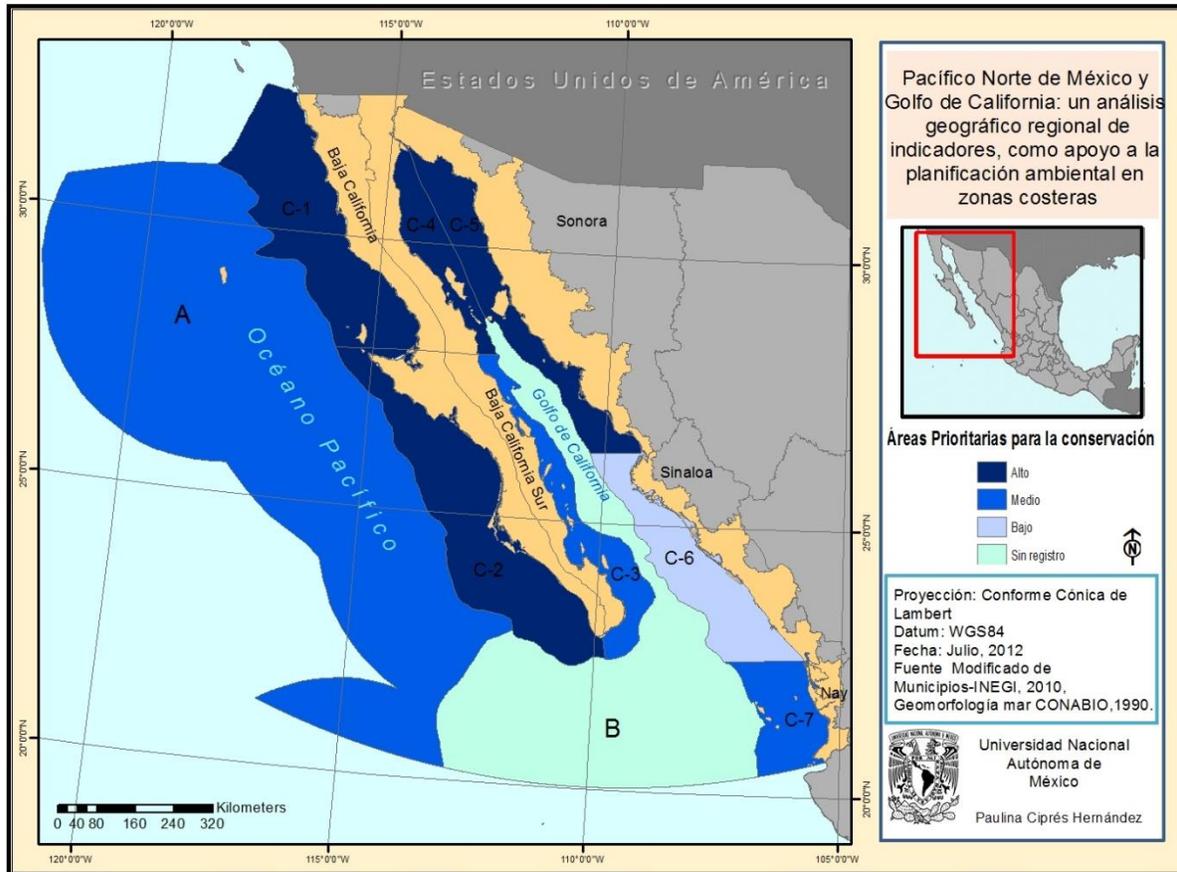


Figura 28. Área por zona marina como Áreas marinas Prioritarias para la Conservación.

Causas de disminución de la población de lobo marino de California en algunas colonias

El estado de la población del lobo marino forma parte del índice de Estado, al ser un bioindicador nos brinda información sobre el estado del ambiente en el que vive. Dentro de sus hábitos requieren del hábitat terrestre y marino, en particular es una especie que se destaca por ser la especie más abundante, tener la distribución geográfica más amplia y, por tanto, habitar en un mayor número de ambientes en ambos lados de la

península de Baja California, por lo que es un buen indicador del estado del ambiente costero, durante varias décadas ha sido objeto de diversos estudios que sugieren que es una especie con características relevantes para el monitoreo del cambio climático y de otros cambios en el ambiente (Páez-Osuna *et al.* 2011). Aunque son diversas las investigaciones y esfuerzos de monitoreo y conservación de lobo marino de California, éstos se realizan en distintas regiones dentro del rango de distribución de la especie en México, además existe poca coordinación entre grupos e investigadores y la información se encuentra dispersa (Páez-Osuna *et al.* 2011).

A continuación se muestran parte de los resultados del trabajo del lobo marino que se utilizaron para este trabajo para mostrar el estado del ambiente marino de nuestra región de estudio, en donde se añadieron valores de 1 para aquellas poblaciones estables, 0.5 para las que disminuyeron y 0.5 para las que aumentaron ya que el aumento de la población no siempre indica una mejora en el ambiente, pues algunas de las razones por las cuales estas poblaciones aumentan son que la actividad pesquera artesanal de garropa y mero eliminó a muchos competidores, además de que la captura excesiva de tiburones también eliminó al depredador natural del lobo marino (Páez-Osuna *et al.* 2011).

Tabla XI. Identificación de las colonias cuya población está disminuyendo, se mantiene estable o está aumentando, de acuerdo con datos y observaciones. (Tomada de Páez-Osuna *et al.* 2011)

Costa	Colonia	Estatus	Datos (años/serie, número de individuos), persona que presenta los datos
Golfo de California	Roca Consag	Disminuye	1981: 600 individuos, 2003: 80 individuos, 2005: 348 individuos, de 2007 al 2010: 242 individuos (Carlos Godínez)
	San Jorge	Estable	(Carolina Downton y Jesús Ventura)
	Lobos	Disminuye	Datos de 1980 al 2010 (Carlos Godínez)
	Granito	Disminuye	Datos de 1980 al 2010 (Carlos Godínez)
	Los Cantiles	Disminuye	Datos de 1980 al 2010 (Carlos Godínez)
	Los Machos	Disminuye	Datos de 1980 al 2010 (Carlos Godínez)
	El Rasito	Estable	Datos de 1980 al 2010 (Carlos Godínez)
	El Partido	Disminuye	Datos de 1980 al 2010 (Carlos Godínez)
	San Esteban	Aumenta	1995: 4,000 individuos (Juan Pablo Gallo) 2007: 7,000 individuos (José Miguel Suárez)
	San Pedro Mártir	Estable	De acuerdo con datos de Le Boeuf
	San Pedro Nolasco	Disminuye	Datos de 1995 al 2010 (Juan Pablo Gallo)
	Farallón de San Ignacio	Incierto	Sin datos sistematizados
	Los Islotes	Aumenta	(Claudia Hernández)
Pacífico	Guadalupe	Disminuye	Datos de 1960 a 1970 (Le Boeuf). 2007 y 2010: 110 individuos (Juan Pablo Gallo). Existen huecos de información
	San Benito Este	Estable	(Claudia Hernández)
	San Benito En Medio	Estable	(Claudia Hernández)
	San Benito Oeste	Estable	(Claudia Hernández)
	Cedros	Disminuye	Datos de 1960 (Le Boeuf). De 1990 a 1992 y de 2005 a 2008 (Juan Pablo Gallo). Presión de perros asilvestrados
	Margarita	Estable	
	Natividad	Estable	(Fabián Castillo)
	Asunción	Aumenta	(Fabián Castillo)

En la siguiente tabla se muestran las posibles causas de disminución de la población del lobo marino de California en algunas colonias.

Tabla XII. Posibles causas de disminución de la población de lobo marino de California en algunas colonias (Tomado de Páez-Osuna *et al.* 2011)

Causas		Colonias								
Origen	Tipo	R. Consag	Lobos	Granito	Cantiles	Machos	El Partido	San Pedro Nolasco	Guadalupe	Cedros
Natural	Variabilidad ambiental natural (disponibilidad de alimento)	X		X						
	Competencia con otras especies									
	Mortandad por biotoxinas	X	X							
	Contaminación (hidrocarburos, metales) (p.e. ventilas hidrotermales)		X							
	Enfermedades	X	X							
	Desastres naturales (huracanes, temblores)									
	Depredación natural									
	Variabilidad genética	X								
Antropogénico	Interacción pesquera ecológica (competencia)			X	X		X			
	Interacción pesquera operativa (redes)	X	X	X	X		X			
	Contaminación (hidrocarburos, pesticidas, metales)		X							
	Embarcaciones (tráfico)									
	Matanza directa (disparos, carnada y agresiones)	X	X							
	Perturbación humana (lobera)			X						
	Especies introducidas			X	X					
	Cambio climático									

De acuerdo a los datos anteriores podemos ver (Figura 29) que la zona marina en mejor estado de la región en base al estado de la población del lobo marino son las zonas C-1, C-2, C-3 y C-7, sin embargo es importante resaltar que estos resultados ya que están asociados a las poblaciones, en el caso de la zona A esta más enfocada a la zona de la isla Guadalupe y no en el área total A, también que en la zona 6 no se cuentan con

registros, por lo cual es valor asignado fue de 0 y refleja un estado bajo, sin embargo la realidad de esta podría ser diferente.

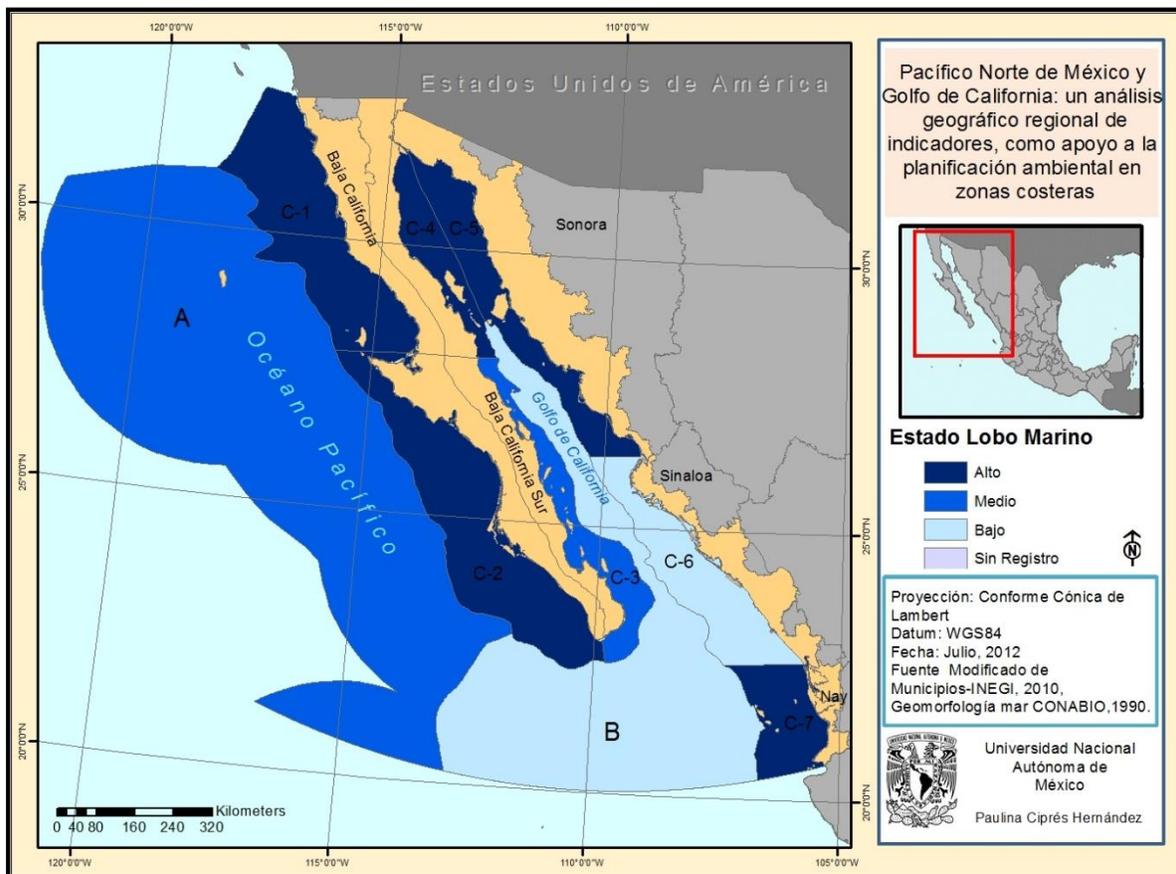


Figura 29. Estado de acuerdo a la población del lobo marino.

Índice de Marginación

Actualmente es difícil encontrar variables que muestren la relación entre pobreza y medio ambiente, lo cual dificulta el logro del desarrollo sustentable. De acuerdo a SEMARNAT (2010) algunos factores que inciden en el deterioro de los recursos naturales provienen de fenómenos vinculados a la condición de marginación, carencia y necesidad en que se encuentran grupos poblacionales importantes. Aunque el fenómeno de la pobreza califica en muchos aspectos la calidad del desarrollo económico y social así como también determina el rumbo de las políticas

de protección del medio ambiente, en México pocos son los datos estructurados que permitan conocer su dimensión, impacto y conformación.

La pobreza y la degradación ambiental tienen una relación compleja. Para la gente con bajos recursos económicos, la prioridad es obtener recursos e ingresos en el corto plazo, generando prácticas de extracción intensiva aun cuando en el mediano plazo se agoten los recursos, y con esto se reduzcan sus expectativas futuras de mejora. Así mismo se sufre el problema de falta de capital y de oportunidades para realizar una explotación adecuada y sustentable de su ambiente, manteniendo en consecuencia y frecuentemente, prácticas poco eficientes y agresivas hacia el medio ambiente, esta situación se complica aún más para la gente de escasos recursos porque la degradación ambiental también conduce a la pobreza. Estos grupos son más vulnerables a los daños ambientales debido a su baja capacidad económica de protección: no pueden adquirir sistemas de control de contaminantes, sus hogares no cuentan con la infraestructura adecuada, no cuentan con las condiciones mínimas de higiene que eviten la transmisión de enfermedades, y a su vez estas enfermedades limitan su capacidad de trabajo. Es por esto que la pobreza y el deterioro del ambiente deben abordarse de manera conjunta, las políticas de desarrollo deben tomar en cuenta el impacto de nuestro estilo de vida actual respecto al medio ambiente (SEMARNAT, 2010).

El índice de marginación desarrollado por CONAPO permite diferenciar unidades territoriales a diferentes escalas el grado de las limitaciones de la población, así también establece órdenes de integralidad en las políticas públicas prioritarias orientadas a mejorar la calidad de vida de la población. Por esta razón es que se utilizó el índice de marginación

municipal para añadir un valor al estado de nuestra zona de estudio, pues entre menor índice de marginación, mejor calidad del medio ambiente.

En la Figura 30 se muestra el índice de marginación reflejado en las regiones marinas para describir el estado de los ecosistemas, tomando como referencia que entre menor índice de marginación mejor es el estado de los ecosistemas.

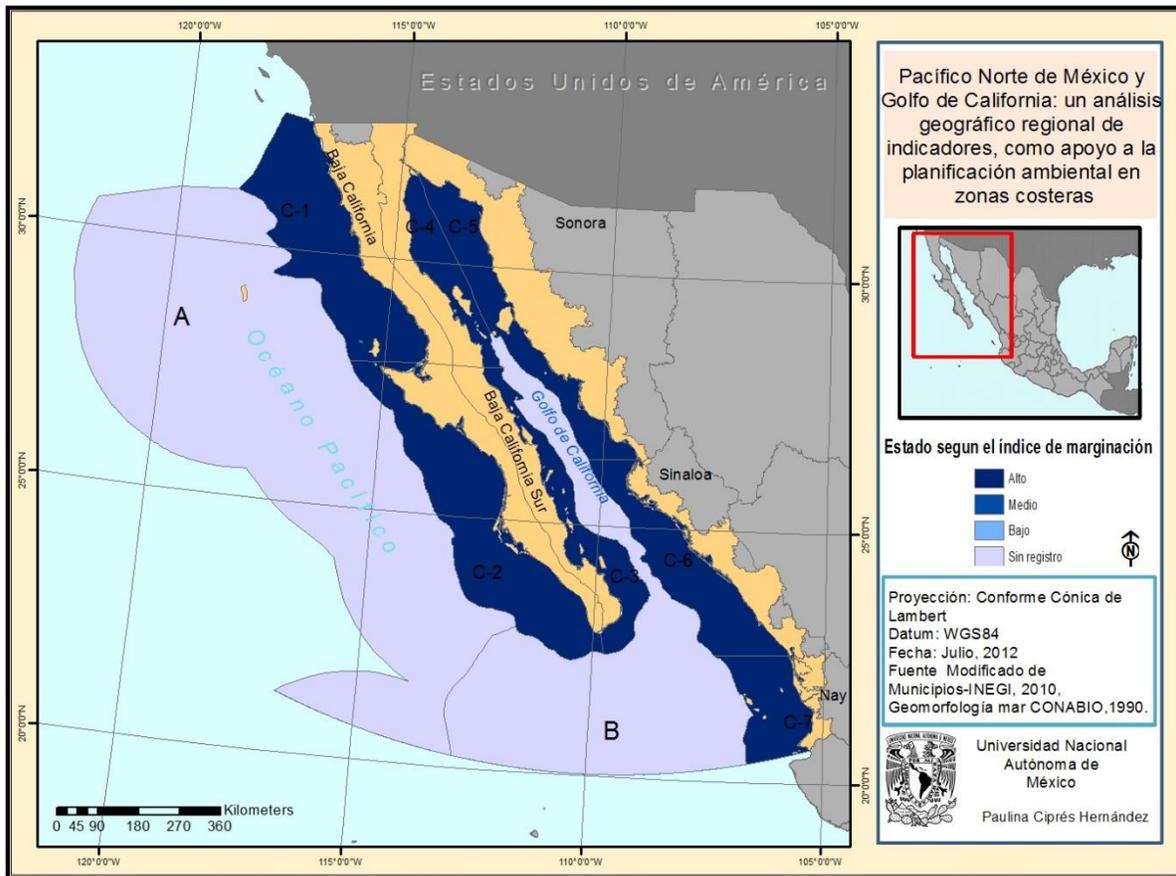


Figura 30. Índice de marginación asociado a las zonas marinas.

Índice de Estado Total

En la Figura 31 podemos observar el índice de Estado total, el cual está integrado por el área proporcional a la región marina delimitado como Sitios marinos prioritarios, los valores añadidos a las características de las

Áreas Prioritarias para la Conservación, la población del lobo marino como bioindicador y el índice de marginación. Teniendo como resultado que las regiones que mejor estado tienen son C-1, C-2, C-4, C-5 Y C-7, seguidos con un estado medio la región A y C-3, mientras que las regiones con un estado bajo son B y C-6, esta última correspondiente a uno de los estados con mayor producción pesquera y acuícola de la región.

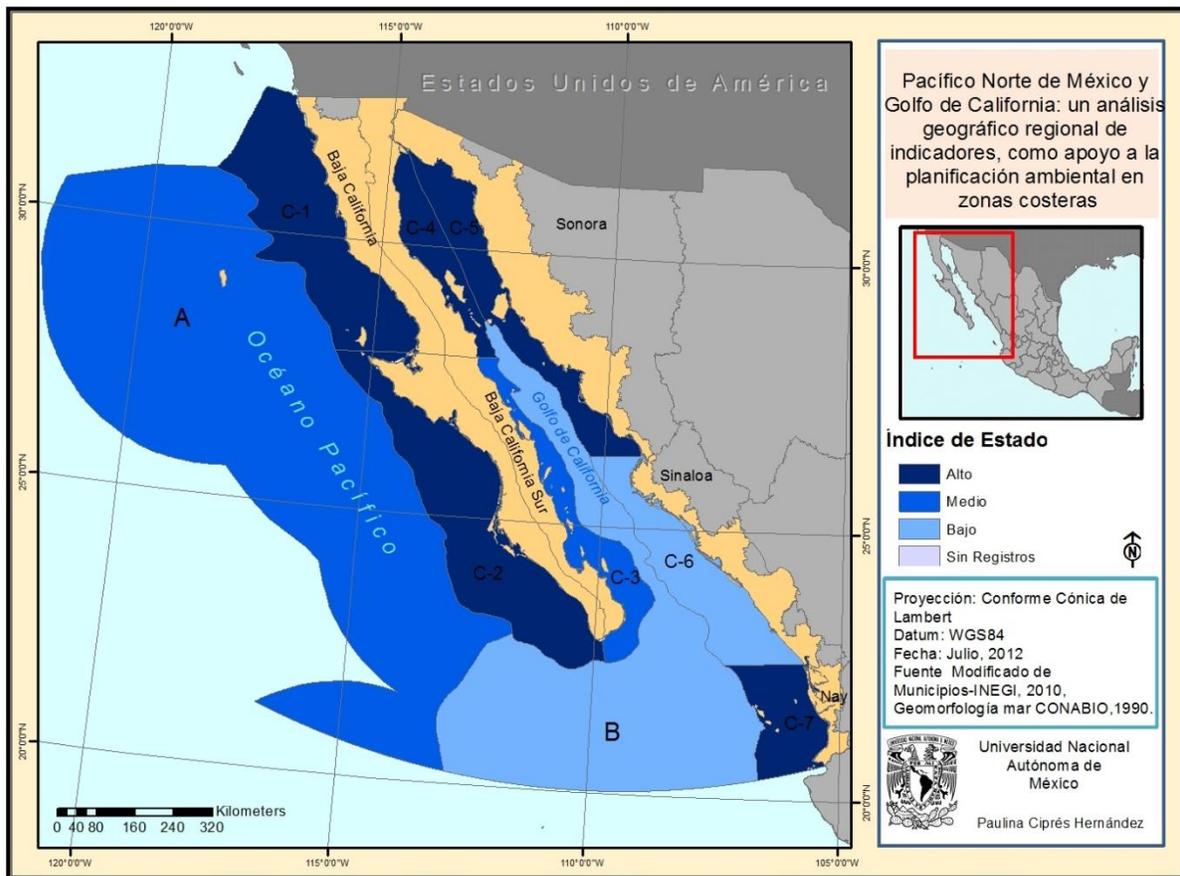


Figura 31. Índice de Estado.

7.3.3 Indicadores de respuesta

Este índice está compuesto por: 1) el Índice de capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional 2007-2012 estatal que es un trabajo conjunto

de SEMARNAT y las Universidad Autónoma Metropolitana; 2) instrumentos ambientales implementados (Áreas Naturales Protegidas) y 3) el caudal de aguas tratadas en plantas municipales.

Capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional

El “Índice de capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional” es un trabajo que tiene como objetivo hacer un análisis del progreso de las capacidades institucionales, así como hacer una evaluación de los Programas Estatales de Fortalecimiento Institucionales (PEFIS), el cual es una herramienta para apoyar el fortalecimiento institucional de las autoridades ambientales estatales, por lo que se tomó en cuenta como respuestas para el mejoramiento en el manejo de los servicios ecosistémicos y sus recursos naturales.

En la Figura 32 se observan los resultados del trabajo de capacidad institucional, mostrando la calificación obtenida por estado en cuanto a su capacidad institucional de 2007-2008, el cual fue obtenido de la suma de las distintas calificaciones obtenida en los diferentes rubros (Tabla XIII y XIV). Esto reflejado de manera indirecta a las regiones marinas, pues su gestión depende de la capacidad institucional de cada uno de los estados. Podemos observar que el mejor desempeño institucional que se reporta es el estado de Sinaloa y Nayarit. Cabe hacer notar que el estado de Sonora aparece como el que menor desempeño institucional, sin embargo, para éste estado no se reportaron calificación de varios rubros por lo cual hay que tomar con precaución el valor resultado. Sin embargo el estado de Sonora, fue la segunda entidad federativa con mayor apoyo

otorgado para el fortalecimiento institucional ambiental después del estado de Michoacán con cerca de 7/5 millones de pesos entre 2000-2006 (SEMARNAT, 2010).

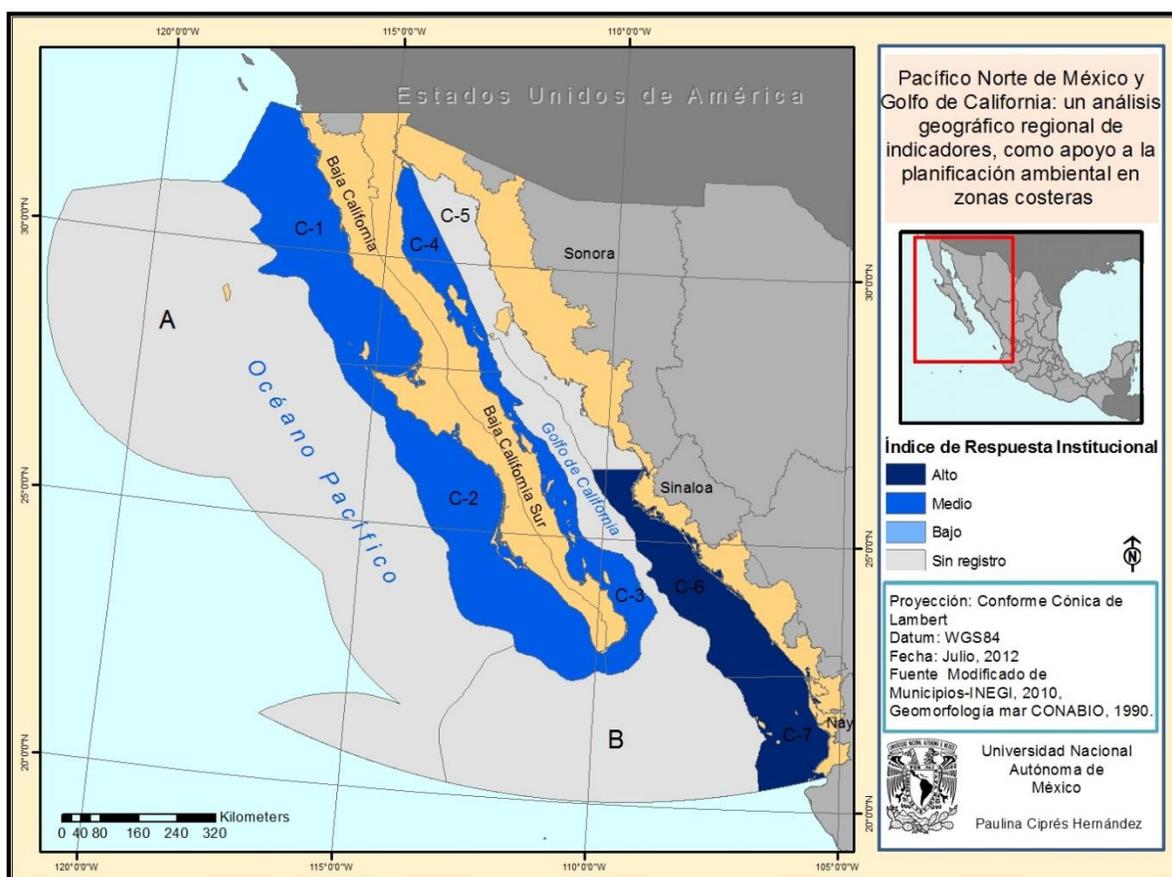


Figura 32. Capacidad Institucional 2007-2008.

Tabla XIII. Resultados de la Capacidad Institucional (Tomado de Capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional 2007-2012, UAM, 2008).

Estado	Impacto Ambiental	Licencia Ambiental	Ordenamiento Ecológico	Áreas Naturales Protegidas (ANPs)	Vida Silvestre
Sonora	0	0	0	0	0
Baja California	6.62	0	7.44	0	6.78
Baja California Sur	5.73	4.29	4.77	3.94	0
Sinaloa	6.39	6.86	7.49	6.34	0
Nayarit	7.06	7.29	8.46	7.88	5.28

Tabla XIV. Resultados de la Capacidad Institucional (Tomado de Capacidad institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional 2007-2012, UAM, 2008).

Estado	Inspección y Vigilancia	Evolución Institucional de Aut. Ambientales
Sonora	0	6.3
Baja California Norte	7.79	5.8
Baja California Sur	5.23	0.15
Sinaloa	5.5	5.6
Nayarit	7.13	3.6

Instrumentos de conservación

Las Áreas Naturales Protegidas son una de las principales estrategias que ha utilizado México para la conservación y aprovechamiento de la biodiversidad del país, dentro de esta región se encuentran 25 Áreas Naturales Protegidas Federales (CONANP).

La superficie total es 9 478 085.81 hectáreas, de las cuales 6 727 698.91 son terrestres y 2 750 386.90 son marinas con base a datos de CONANP. Los Estados que cuentan con mayor extensión destinada a éstas áreas son Baja California (Valle de los Cirios) y Vizcaíno compartida por Baja California y Baja California Sur con una superficie cercana a 2.5 millones de hectáreas, de las cuales sin embargo solo 287 859.35 son marinas.

En la Figura 33 se evidencia que la región con mayor área destinada para la conservación se ubica a la costa de Baja California en la región del Golfo de California, entre ellas las Reservas de la Biósfera del Alto Golfo y Delta del Río Colorado, R. Biosfera de Bahía de los Ángeles, Canal de Ballenas y de Salsipuedes, así como Islas del Golfo.

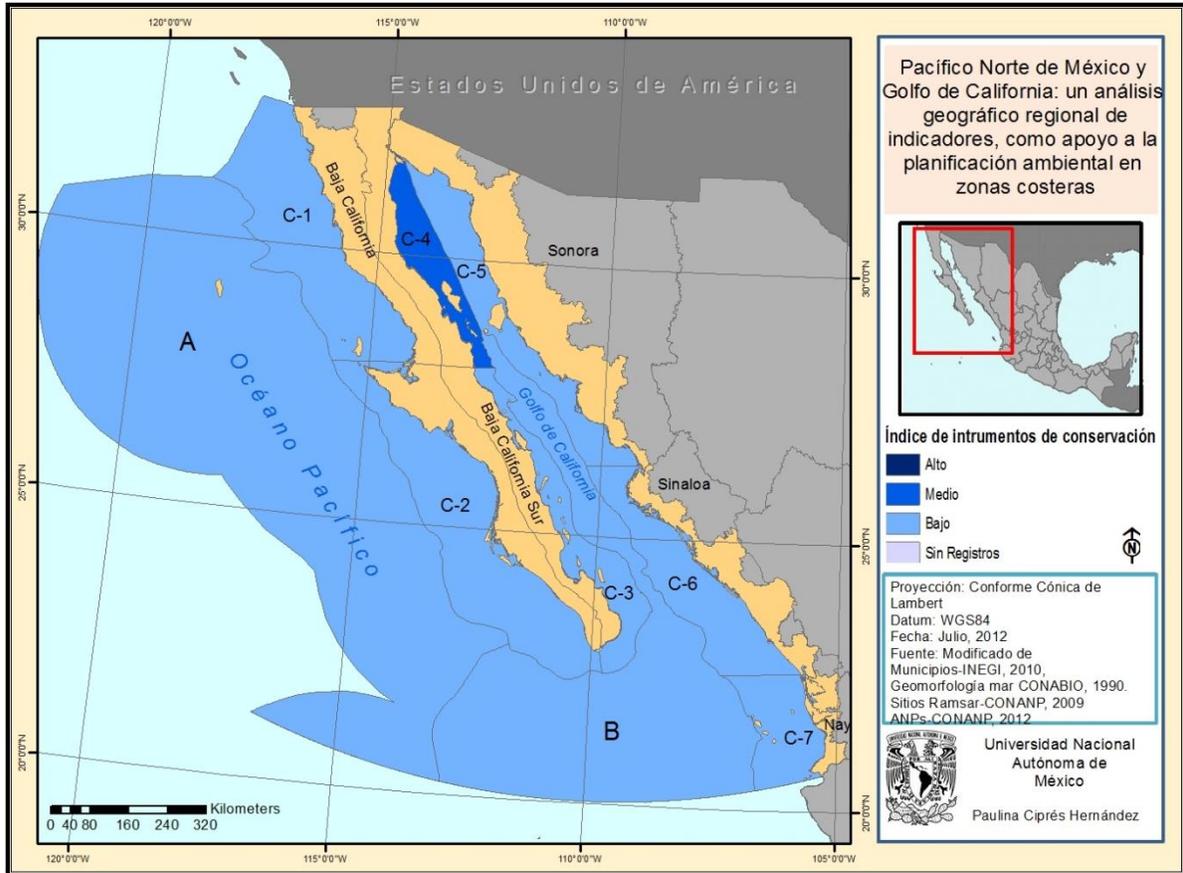


Figura 33. Índice de Instrumentos de conservación.

En este sitio se agrupan un gran número de especies consideradas bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001 “*Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo*”, como el rorcual común, rorcual tropical, ballena azul, ballena jorobada, orca, pseudorca, cachalote, delfín de rostro largo, calderón de aletas cortas, lobo marino de California; peces como rayas, tiburones, el tiburón ballena, invertebrados como pepino de mar duro, almeja burra, madre perla; las tortugas marinas consideradas bajo la categoría de peligro de extinción (Diario Oficial de la Federación, 2007).

Las islas del Golfo de California son reconocidas, por la comunidad científica internacional (CONANP, 2000). Su aislamiento y procesos naturales han generado un alto número de endemismos en varios grupos taxonómicos, existen alrededor de 900 islas, se ha descrito que cuentan con aproximadamente unos 4,500 especies de invertebrados marinos, cerca de 891 especies de peces, de las cuales 90 de ellas son endémicas (CONANP, 2000). Entre los grupos de vertebrados de las islas sobresalen los reptiles por su alto nivel de endemismos, se estima que alrededor de 60 especies terrestres son endémicas a una isla o a un grupo de ellas (CONANP, 2000). En estos mares habitan cinco de las ocho especies de tortugas marinas del mundo (Tabla XV).

Tabla XV. Instrumentos de conservación de la biodiversidad por Entidad Federativa.

Entidad	Áreas Naturales Protegidas	
	Individual	Compartida
Baja California	6	4
Baja California Sur	5	3
Sonora	2	2
Sinaloa	3	1
Nayarit	4	0

Plantas tratadoras de aguas residuales

El Pacífico mexicano, presenta desagüe de residuos industriales, detergentes e insecticidas que provocan el alejamiento de las especies marinas o su desaparición (Espinosa, 2004). De la misma forma, agrega que

la falta de planeación en el desalojo de aguas urbanas y turísticas hace que las playas y costas aledañas sufran grandes cambios en su composición, contaminando la mayoría de las bahías del Pacífico.

Las descargas de aguas residuales municipales corresponden a las que son manejadas en los sistemas de alcantarillado municipales urbanos y rurales (CONAGUA, 2011). En la Figura 34 Se muestran las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, 2009. Podemos observar que la parte costera que mayor número de plantas es la que corresponde a Sinaloa y Nayarit, así también podemos ver que las plantas que mayor caudal se encuentran en las principales ciudades costeras como es Tijuana, Mexicali y Ensenada en Baja California, La Paz en Baja California Sur, Guaymas en Sonora y Mazatlan en Sinaloa.

Las plantas tratadoras de aguas residuales son una importante herramienta para mitigar los efectos negativos sobre los ambientes marinos. De acuerdo a Gómez *et al.* (2002) los impactos del agua no tratada sobre ambientes acuáticos son diversos, los cuales podemos observar en la tabla XVI y XVII.

En la Figura 35 se observa el índice de respuesta de acuerdo al caudal de agua tratada.

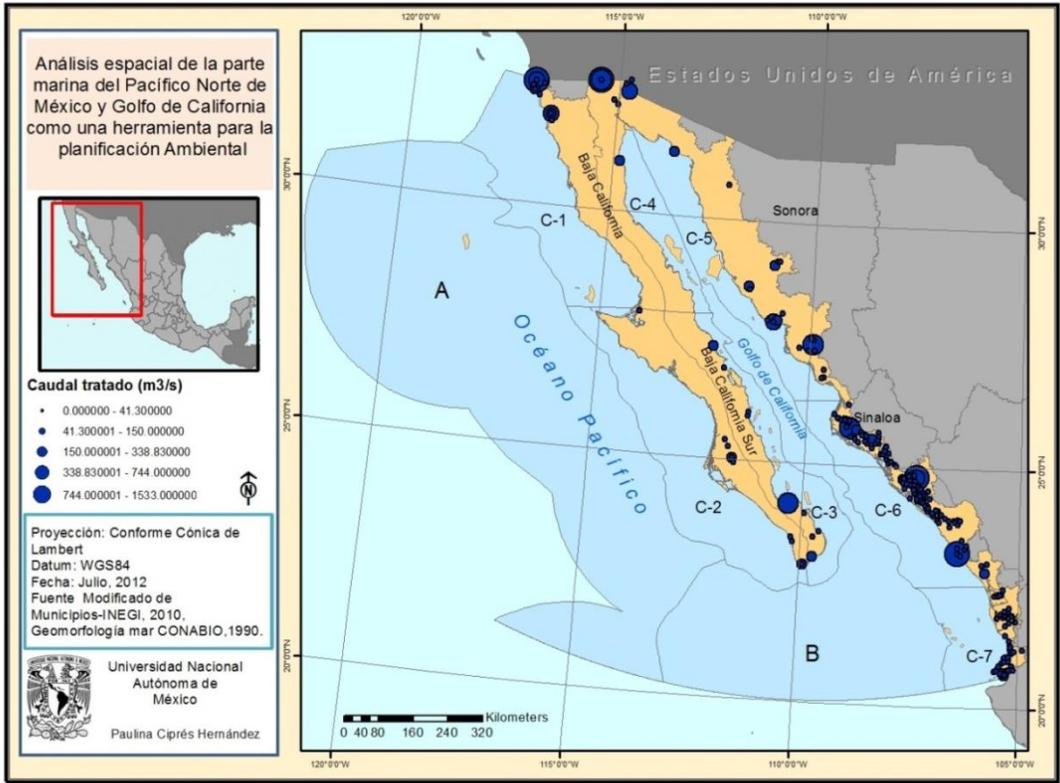


Figura 34. Plantas tratadoras de aguas residuales 2010.

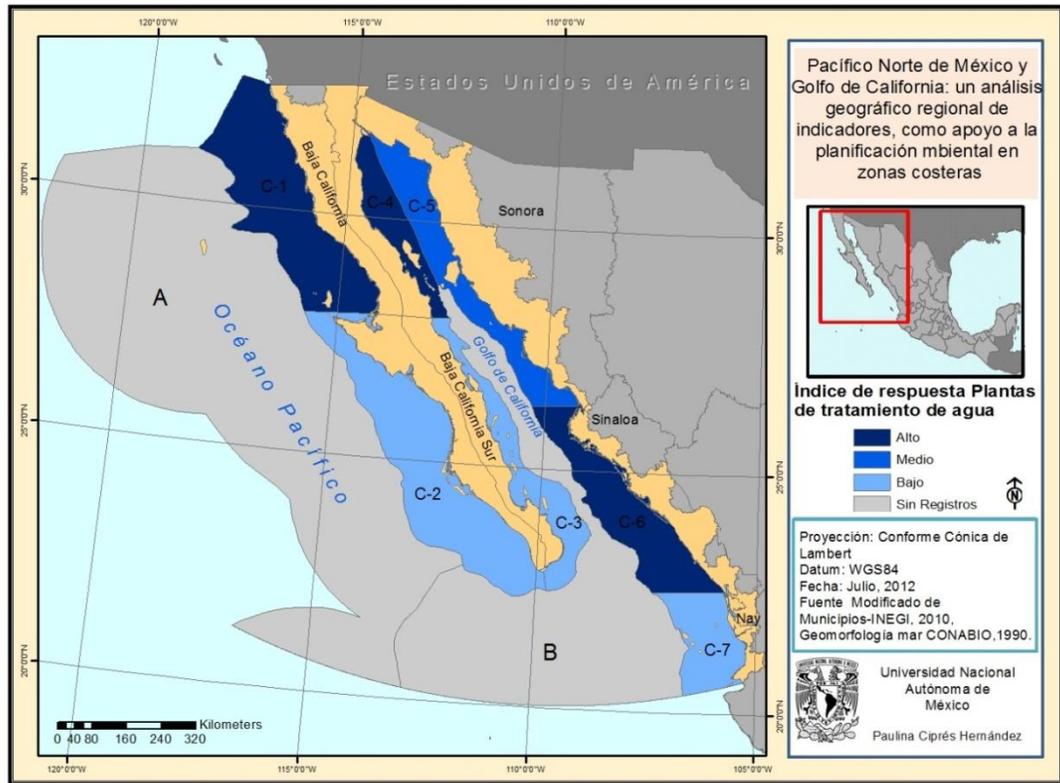


Figura 35. Índice de respuesta de acuerdo al caudal de agua tratada.

Tabla XVI. Impactos potenciales de aguas residuales sobre ambientes acuáticos, tomada de Gómez B. A *et al.* 2002.

IMPACTOS POTENCIALES		
ECOLÓGICOS	ECONÓMICOS	
Asfixia en peces	Cambios en la biomasa, traducida como pérdida del alimento de especies comerciales	
Incremento temporal del plancton		
Reducción de la productividad primaria neta		
Reducción de la producción de zooplancton y bentos		
Disminución de cantidad y calidad del alimento de peces	Estimación de cambios en la disponibilidad de organismos con valor de mercado o valor de sustitución.	
Proliferación de parásitos en peces		
Daño en los órganos de los peces		
Reducción de la tasa de crecimiento y talla de los peces	Pérdida de ingresos por la actividad pesquera.	
Suspensión del desarrollo de los huevos y larvas de peces		
Reducción fecundidad y reproducción de peces		
Pérdida del stock natural	Pérdida de ingresos en empresas subsidiarias de la pesca	
Reducción de organismos de talla comercial		
Contaminación de sedimentos	Costos de limpieza o rehabilitación.	
Modificación del nado de los peces, movimientos naturales y patrones de migración	Pérdida de especies comerciales y los ingresos asociados a su pesca	
Desaparición de hábitats de distintas especies		
Desaparición de nichos o funciones de los organismos	Pérdida de empleos	
Movimiento de las poblaciones de peces a áreas de menor contaminación		
Incremento de la vulnerabilidad por competencia por espacio y alimento en zonas limpias	Pérdida de recreación	
Modificación de la cadena trófica	Pérdida de ingresos por adquisición de bienes sustitutos de la pesca de autoconsumo.	
Acortamiento de la cadena trófica		
Modificación de las comunidades biológicas		
Pérdida local de especies sensibles		
Proliferación de especies tolerantes		
Pérdida de la diversidad biológica local		
Desaparición de organismos comerciales		
Incremento de la vulnerabilidad de las especies endémicas o amenazadas		
Impactos sobre aves migratorias		Costos de recuperación de condiciones de calidad requerida por las especies.
Deterioro de las áreas riparias por depósito de basuras y sedimentos		Decremento en el valor de las propiedades
Incremento de la materia orgánica disponible en las zonas riparias	Diferencias de productividad de las tierras de cultivo o su deterioro	
Producción excesiva de algas y plantas acuáticas	Liberación de recursos no utilizados en la limpieza de embalses	
Pérdida de agua por evapotranspiración de malezas acuáticas	Estimación del valor de los volúmenes perdidos conforme a su uso potencial	
Producción de fitotoxinas	Incremento de costos por mayor nivel de desinfección del agua	
Exportación de nutrientes a: Suelos (corto plazo)	Ahorro por la aplicación de nutrientes Inaceptabilidad en el mercado y por el consumidor por la calidad de los productos Efectos potenciales a la salud, requerimientos de tratamiento y confinación de los acuíferos	
Acuíferos (a largo plazo, pero ya con efectos potenciales actuales)		

Tabla XVII. Impactos potenciales de aguas residuales sobre ambientes acuáticos, tomada de Gómez B. A *et al.* 2002.

IMPACTOS POTENCIALES	
ECOLÓGICOS	ECONÓMICOS
Océanos (largo plazo, pero con efectos potenciales actuales)	Potenciales efectos en la productividad pesquera e ingresos asociados.
Bioacumulación de metales, zooplancton y macroinvertebrados (corto plazo)	Efectos potenciales a la salud, traducidos como costos de tratamiento médico.
Bioacumulación en los moluscos (corto plazo)	
Bioacumulación en los peces (mediano plazo)	
Deformaciones en distintos grupos Cambios genéticos Efectos como enanismo o baja talla comercial Propagación de enfermedades	Rechazo de los productos en el mercado, pérdida del valor de la captura. Pérdida de empleos e ingresos por pescadores.
Disminución de la resiliencia del ecosistema o capacidad de recuperar sus condiciones iniciales debido a los impactos acumulativos y residuales (contaminantes sin tratamiento).	Inversiones a largo plazo para la rehabilitación de ríos, lagos embalses, así como para la protección o descontaminación de agua subterránea.

Índice de Respuesta Total

El índice de respuesta total se integra por los resultados de la Capacidad Institucional (Tomado de Capacidad Institucional de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional 2007-2012, UAM, 2008), la presencia de las ANPs en particular el área protegida en la parte marina y la calidad de agua y el caudal de aguas tratadas.

En la Figura 36 se muestra el índice de respuesta total asociado a las zonas marinas, se observa que las zonas marinas que mayor índice de respuesta lo presentan el litoral este de Baja California y el litoral de Sinaloa y Nayarit (C-4 y C-6 respectivamente). Las zonas que presentar menor índice de respuesta son la zona costera del Pacífico de Baja California Sur (C-2) y la costa de Sonora (C-5), ésta última se puede atribuir a que no cuenta con algunos registros en el trabajo de Capacidad Institucional, sin embargo es la zona que mayor índice de presión presenta.

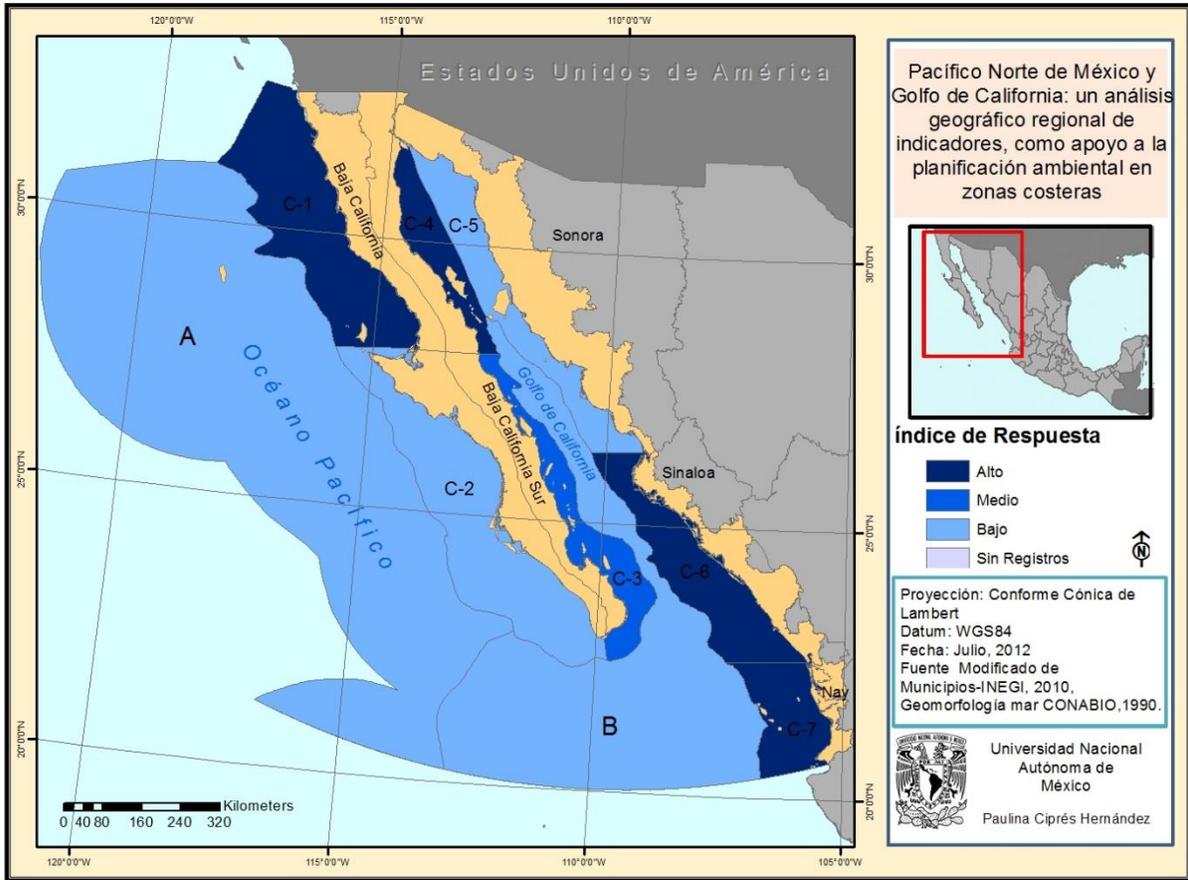


Figura 36. Índice de Respuesta.

A continuación se muestra una tabla en donde se pueden ver los indicadores e índices para todas las zonas marinas generadas para el estudio.

C-7	C-5	C-4	C-3	C-2	C-1	C-6	A	B		Zona
Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Sin Registro	Sin Registro	Acuacultura	PRESION
Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Sin Registro	Sin Registro	Pesquerías	
Medio	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Sin Registro	Sin Registro	Densidad Poblacional	
Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto	Medio	Sin Registro	Sin Registro	Puertos	
Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Sin Registro	Sin Registro	Turismo	
Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo		Presión TOTAL
Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Lobo Marino	ESTADO
Medio	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Bajo	Medio	Sin Registros	Áreas Prioritarias para la Conservación	
Medio	Alto	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Área Sitios Marinos Prioritarios	
Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Sin Registro	Sin Registro	Índice de Marginación	
Alto	Alto	Alto	Medio	Alto	Alto	Bajo	Medio	Bajo		Estado TOTAL
Alto	Sin Registro	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto	Sin Registro	Sin Registro	Respuesta Institucional	RESPUESTA
Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Instrumentos de Conservación	
Bajo	Medio	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Sin Registro	Sin Registro	Plantas de tratamiento de agua	
Alto	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo		Respuesta TOTAL

Tabla XVIII. Modelo PER para cada una de las zonas marinas.

Color	Grado
	Alto
	Medio
	Bajo
	Sin Registro

A pesar de que la C-1 y C-6 son de las zonas que mayor índice de presión presentan, también tienen un buen índice de respuesta lo que refleja que están atendiendo a las problemáticas que están generando sus actividades económicas.

Notas finales

De acuerdo a las características ambientales de las regiones que se abordaron en el presente estudio podemos darnos cuenta que se trata de una región de importancia económica, social y ambiental a nivel nacional, por tanto las características ambientales dan origen a una diversidad de especies y de recursos, muchas de ellas endémicas, ya que dentro de esta región se encuentran una gran cantidad de islas, en las que principalmente se dan este tipo de especiaciones (CONANP, 2000). Esta región sostiene gracias a sus sistemas de surgencias grandes poblaciones de importancia comercial y ambiental, muchas de ellas migratorias, lo cual hace a esta región productiva, dando la oportunidad de importantes actividades económicas como son la pesca y la acuicultura (Morgan *et al.* 2005).

Las zonas costero-marinas del Pacífico Norte poseen características singulares asociadas a la geodiversidad del fondo marino y costero, al predominio de la corriente de California que determinan turbulencias y surgencias estacionales para juntos generar zonas de alta productividad y

una relativamente alta biodiversidad marina y costera (Wilkinson *et al.* 2009, Morgan *et al.* 2005, Lara-Lara *et al.* 2008).

El Golfo de California, es el único mar exclusivo de México que se caracteriza por profundas cuencas, pendientes abruptas y plataformas continentales tanto estrechas como anchas con numerosas islas y lagunas costeras, ambientes que generan condiciones de turbulencias y una alta productividad y diversidad biológica con altos grados de endemismos como resultado de la gran cantidad de ambientes lagunares (INE, 2000).

En la región del Pacífico Norte y Golfo de California, se evidencia la dependencia entre las pesquerías litorales y los hábitats costeros altamente productivos.

En cuanto a la evaluación de la presión se identificaron 42 especies susceptibles a la explotación pesquera en la región, entre ellas la sardina es la principal especie capturada con cerca de 700 mil ton/año, representando aproximadamente el 67% de la producción total de la región. El Estado que reporta mayor peso desembarcado de esta especie es Sonora, teniendo el mayor volumen en el año 2009. En cuanto a la especie más importante por su valor económico es el camarón, seguido del atún.

El volumen total de la región representa aproximadamente el 80% del total nacional costero y el 55% del valor económico, de acuerdo a los registros de CONAPESCA que se utilizaron del período 2005-2010. Así mismo CONAPESCA en sus cifras estimadas en el 2006 muestra también que tres entidades federativas producen cerca del 60% del volumen de pesca (Baja California Sur 10%, Sonora 35% y Sinaloa 14%).

A nivel nacional, los estados de Sonora, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California son los estados con mayor producción pesquera, mientras que Nayarit se encuentra en la posición decimo-tercera (Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California-Characterización). Sonora reporta mayor producción (50%), seguido de Sinaloa con 23%. En cuanto al valor económico Sinaloa es el que mayor aporte tiene con el 19.71%, seguido de Sonora con el 19.19%.

Los estados con mayor producción acuícola son Sonora y Sinaloa.

En la región el estado con mayor infraestructura portuaria es Baja California Sur con un total de 15 infraestructuras: 10 puertos y 5 terminales, mientras que Baja California y Sinaloa son los estados con menor infraestructura, con 6 puertos cada uno.

En cuanto al turismo, el destino con mayor número de turistas es Mazatlán en el estado de Sinaloa, seguido de Tijuana en Baja California.

8. CONCLUSIONES

- Caracterización

La región marina del Pacífico Norte constituye uno de los macroecosistemas marinos y lagunares de gran complejidad, singularidad y diversidad ecológica en México, en la región se presentan varias corrientes y surgencias a lo largo del año, lo que favorece la productividad biológica a lo largo de la costa (SEMARNAT, 2010), lo que favorece el desarrollo de actividades económicas importantes a nivel nacional como es la pesca.

La plataforma continental de la costa Pacífico en la Península de Baja California cubre cerca del 17% de la superficie analizada, en ella se encuentran los sitios de alta productividad los cuales sostienen poblaciones de importancia pesquera, algunas de ellas con alto valor comercial (langosta, abulón).

Las costas insular y continental del Golfo de California (C-3, C-4, C-5 y C-6), comprenden el 14.36% de la zona de estudio, se caracterizan por condiciones oceanográficas y tectónicas complejas, alta diversidad y grado de endemismo. En las zonas continentales costeras se ubican los humedales más extensos de México.

La planicie abisal (zona A en este estudio) representó el 45.34% de la superficie estudiada, delimitada por la zona económica exclusiva en donde se realizan la pesquerías de túnidos una de las más importantes en México y el mundo. Zona de rutas migratorias del tiburón blanco, especie vulnerable y residente de la Isla Guadalupe.

En el litoral del Pacífico y del Golfo de California se encuentran alrededor de 900 islas en buen estado de conservación. De ellas casi el 42% de las islas se ubican en el Golfo de California, caracterizadas por sus endemismos y servicios ambientales como sitios de anidación de diversas aves marinas.

- **Principales Actividades Económicas.**

En las zonas marinas del Pacífico Norte y Golfo de California se concentran las pesquerías más importantes del país. En ellas se captura al 65% de la pesca nacional de pelágicos menores (sardina, calamar).

Este trabajo registró la captura de cerca de 47 especies comerciales para el período 2005-2010, el 68.08% son peces, 12.76% moluscos y 6.38% crustáceos. El Estado que mayor diversidad de especies capturadas reporta es Baja California con 41, seguido de Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y por último Nayarit con 34.

De las 24 principales especies comerciales identificadas para el período 2005-2011, la sardina es la principal con cerca de 700 mil ton/año, representando el 67% de la producción total de la región. Le sigue la producción de atún en cuanto al volumen y su valor comercial siendo el estado de Sinaloa quien reporta la mayor producción capturándose principalmente en la costa occidental de Baja California Sur, en la Boca y parte sur del Golfo de California y cerca de las Islas Revillagigedo

Se estima que entre el 2005 y 2010, el Golfo de California aportó aproximadamente el 80% del total nacional (peso desembarcado) y el 55% del valor económico de los recursos marinos. Sonora reporta la mayor

producción pesquera con cerca del 50% y Sinaloa con un 23% durante los seis años de registro. El valor comercial de la producción Sinaloa supera ligeramente a Sonora (19.71% y 19.19% respectivamente).

Durante el mismo período el camarón ocupa el primer lugar, casi cuadruplicando el valor con respecto al atún y la sardina. El valor de la producción total por entidad federativa, Sinaloa reporta la mayor extracción, particularmente para el año 2007 su valor superó los 2,700 millones de pesos. Sin embargo la producción ha disminuido en los últimos cuatro años de estudio.

En el Pacífico Norte y Golfo de California se desarrolla la actividad acuícola de ocho especies principales en las que se encuentran el abulón, almeja, túnidos, camarón, lenguado, entre otras, todas ellas de alto valor comercial.

La mayor producción acuícola en México se ubica en el Golfo de California; particularmente la camaronicultura representa más del 95% de la producción en los estados de Sonora y Sinaloa entre 2005 y 2009, descendiendo considerablemente a partir del 2010 esencialmente en Sonora.

En la región del Pacífico Norte de México y Golfo de California se cuenta con 32 puertos y siete terminales. El estado de Baja California Sur es el que cuenta con el mayor número (31% de los puertos y el 71.4% de las terminales). Los estados de Baja California, Sonora y Sinaloa, cuentan con seis puertos cada uno.

La principal carga de cabotaje es el petróleo y sus derivados, seguido de carga a granel de minerales (sal en un 65% y caliza y rocas fosfóricas) y por último la carga general y perecederos y es en el los puertos del Golfo de California en donde se mueve el 90% de ellos.

La actividad turística en la región del Pacífico Norte y Golfo de California se basa en los destinos del “sol y playa” concentrándose principalmente en Sinaloa (Mazatlán), Nayarit (Nuevo Vallarta), Baja California Sur (los Cabos, La Paz y San José del Cabo) y Baja California (Ensenada y San Felipe) respectivamente.

Para el 2010, el mayor número de turistas por destino turístico de la región es Mazatlán, Sinaloa (1.6 millones de turistas), seguido de Tijuana (poco más de 810,000) en Baja California y por último Loreto y San José del Cabo, BCS.

- Índices e Indicadores de Presión, Estado y Respuesta

Se generaron un total de 11 indicadores, cinco que describen en forma general la presión sobre los ecosistemas, tres la condición de estado y tres de respuesta.

El desarrollo de los índices PER permitió identificar aquellos sitios en donde las relaciones entre la sociedad y la naturaleza son de mayor intensidad, pero también identificar aquellas sitios donde se carece de información y/o investigaciones para establecerla.

El índice de Presión evidencia que las zonas con mayor presión antropogénica son las costas de la Península de Baja California (litoral del

Pacífico de Baja California), y los litorales de los estados de Sonora y Sinaloa, regiones donde se concentra la mayor producción pesquera y acuícola, por ende mayor transporte y actividad portuaria.

En el Golfo de California, el estado de Sinaloa presenta una presión alta relativa a la densidad poblacional y a la actividad turística, asimismo un nivel medio asociada a la explotación pesquera, acuícola, y portuaria. Caso contrario a Sonora, con nivel alto de presión por las pesquerías y la acuicultura, con niveles de medio a bajo relativos a la densidad de población y el turismo.

En la costa Pacífico de la Península de Baja California, resalta Baja California, con presión alta relativa la densidad poblacional, a la actividad portuaria y al turismo principalmente. Con niveles bajos comparativamente con el resto de los estados en cuanto a presión por pesquerías y acuicultura.

El índice de "Estado" (grado de conservación) presentan que las regiones Costa noroccidental de la Península de Baja California (C-1 y C-2), y la región del Alto Golfo de California (costa oriental de Baja California), la costa de Sonora y Costa de Nayarit (C-7) muestran un nivel "alto".

Se identificaron 10 áreas prioritarias de conservación en la región del Pacífico Norte y Golfo de California, en el 90% de ellas se reporta una baja intensidad en la extracción de recursos no renovables, en la contaminación en las costas o mares y las alteraciones físicas de la línea costera de intensidad baja y tendencia de cambios hacia un deterioro del ambiente.

La región de Bahía San Quintín y el Rosario resalta la problemática de conservación, ya que en ella se identifica como un sitio con Intensidad Alta la explotación de los recursos renovables y no renovables, los cambios de uso del suelo y las alteraciones físicas de la línea de costa con tendencias a decaer; situación muy similar en los humedales de Sonora, Sinaloa y Nayarit, así como en la región de Bahía Magdalena.

En este estudio, resalta la falta de información disponible para describir las zonas de mar profundo (zona A y B) o quizás a la falta de investigaciones en éstas zonas oceánicas, lo que conlleva a presentar un estado de conservación de medio a bajo respectivamente.

La parte alta del Golfo de California (zonas C-4 y C-5) son regiones que presentan la mayor superficie de áreas prioritarias, correspondientes a las costas de litoral este de Baja California y el litoral de Sonora, sitio donde se alberga a la vaquita marina endémica de Norteamérica.

El índice de "Respuesta" compuesto por tres índices compuestos describen en su conjunto que las zonas marinas con mayor respuesta institucional son la costa oriental de Baja California (C-4) y la costa de Sinaloa (C-6).

Los estados de Baja California y Nayarit se ubican como los de mayor índice capacidad institucional ambiental estatal y los programas estatales de fortalecimiento institucional entre 2007-2012 y 2008 descrito en términos de la inspección y vigilancia de los instrumentos de política ambientales (tales como los ordenamientos ecológicos, licencias ambientales, áreas naturales protegidas, impacto ambiental, y manejo de vida silvestre) y la evolución de la institucionalización de las autoridades ambientales .

Se identificaron un total de 20 áreas naturales protegidas en la región del Pacífico Norte y Golfo de California. Los estados con mayor número y mayor superficie son Baja California y Baja California Sur

El estado de Baja California posee el mayor número (6) y la mayor superficie marina protegida en la región de estudio, compartiendo cuatro de ellas.

De acuerdo a las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales para el 2009, los estados de Sinaloa y Nayarit poseen el mayor número y en cuanto al mayor volumen tratado Baja California (Tijuana, Ensenada y Mexicali) se encuentra en primer lugar, seguido de Sinaloa (Mazatlán), Sonora (Guaymas) y Baja California Sur (La Paz).

- **Recomendaciones**

Las recomendaciones para futuros estudios se dividen en dos: Bases de datos y Análisis geográfico regional.

Bases de datos:

Durante la realización de este trabajo nos encontramos con diferentes problemáticas, una de ellas fue conseguir la información a nivel nacional por parte de las secretarías, en algunos casos se encuentra disponible información que no está actualizada y en otros casos no existe la información en especial sobre las zonas costeras y marinas del país, o alguna es muy específica, sobre un lugar en particular.

Otro problema son las inconsistencias en la información que proporcionan las dependencias de gobierno, como es el caso de la información de pesca por parte de CONAPESCA, pudimos encontrar datos inconsistentes, así como errores en la clasificación de su procedencia.

- **Análisis Geográfico Regional:**

A continuación se hacen algunas recomendaciones para la realización de planes de manejo:

- Realizar más estudios sobre la zona costera y marina del país.
- Actualizar cada dos años la información que se proporciona.
- Construir una plataforma especial para las zonas costeras y marinas, en donde se tenga disponible información sobre estas zonas y en donde se pueda compartir información y de esta manera contribuir a esta base de datos.
- Implementar los anuarios de pesca con información como: esfuerzo pesquero y litoral en donde se captura ya que para el caso de la península de Baja California se tienen dos litorales distintos.
- Implementar en los futuros censos nacionales un rubro específicamente para las zonas costeras, que permita más análisis sobre las zonas costeras del país.

- **Principales indicadores de Presión-Estado-Respuesta**

Índice de Presión total

Las nueve zonas marinas que se delimitaron se ven afectadas por distintas actividades en diferente medida, sin embargo las áreas que mayor

influencia tienen por parte de las actividades antropogénicas es la zona C, pues esta es la que se encuentra en contacto directo con la zona costera y en donde se desarrollan la mayoría de las actividades económicas.

Las zonas con mayor presión son C-1, C-5 y C-6, regiones que corresponden a los estados con mayor producción pesquera y acuícola, y por ende mayor transporte y actividad portuaria. Podemos decir que estas zonas están presentando un impacto negativo principalmente por la actividad pesquera y acuícola por lo que es importante generar planes de manejo para pesquerías pues es uno de los más importantes a nivel nacional.

Índice de Estado Total

Las regiones que mejor estado del ambiente presentan son C-1, C-2, C-4, C-5 y C-7 seguidos con un estado medio la región A y C-3, mientras que las regiones con un estado bajo son B y C-6, esta última correspondiente a uno de los estados con mayor producción pesquera y acuícola de la región. Es importante mencionar que las zonas A y B presentan un estado medio y bajo respectivamente por la falta de información sobre estas áreas, pues para la zona C se relacionaron datos terrestres como es el caso del índice de marginación. Es necesario que se generen más datos para las regiones marinas de México que nos permitan describir y evaluar su estado actual para tomar medidas sobre su manejo.

Las zonas C-4 y C-5 son las zonas con mayor superficie que se considera prioritaria, para el caso de C-5 también es una de las zonas que mayor presión presenta, por lo que se deberían generar más estudios sobre el

estado actual del ambiente marino de esta zona, así como de sus pesquerías pues corresponde al estado con mayor producción pesquera.

Índice de Respuesta Total

Las zonas marinas que mayor índice de respuesta presentan son la zona C-4 y C-6. Las zonas que presentar menor índice de respuesta son la zona C-2 y C-5, la zona C-5 corresponde a la parte marina de Sonora y esto se debe a que no cuenta con algunos registros en el trabajo de Capacidad Institucional, sin embargo es la zona que mayor índice de presión presenta.

A pesar de que C-1 y C-6 son de las zonas que mayor índice de presión presentan, también tienen un buen índice de respuesta lo que refleja que están atendiendo a las problemáticas que están generando sus actividades económicas.

9. Literatura citada

- Álvarez, S., 1983. "The Gulf of California", en *Estuaries and enclosed seas*, B.H. Ketchum, comp. Amsterdam: Elsevier Publishing. 427–449p.
- Arriaga, L., Aguilar, V. y Espinoza, J.M., 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, 433-457p.
- Auriolles, D., Godínez, C., Hernández, C., Santos, K., 2011. Red de monitoreo, investigación y conservación de los pinnípedos de México. *Taller de análisis del estado de la población de lobo marino de California Zalophus californianus en México*. CICIMAR, CONANP, INE. La Paz, B.C.S., México. 25 y 26 de noviembre de 2010. 78 p.
- Azuz-Adeath, I., Espejel, I., Rivera-Arriaga, J. L., Ferman, A. y Seingier, G., 2010. Referentes internacionales sobre indicadores e índices. Historia y estado del arte, p. 845-858. En: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche Gual y G.J. Villalobos- Zapata (eds.). *Cambio Climático en México un Enfoque Costero-Marino*. Universidad Autónoma de Campeche, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche. 944 p.
- Barbier, E., Acrema y Knowler, D., 1997. Valoración económica de los humedales: Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Biopesca. 2002. *Estudio multidisciplinario de la bahía Santa Rosalita B.C. en el marco del proyecto Escalera Náutica: informe preliminar de resultados*. Long Beach, CA: Algalita Marine Research Foundation. 26 p
- BirdLife International. 2000. *Threatened birds of the world*. Barcelona, España y Cambridge, Reino Unido: Lynx edicions y BirdLife International.
- Buschmann, A. 2001. Impacto Ambiental de la Acuicultura, Un análisis bibliográfico de los avances y restricciones para una producción sustentable en los sistemas acuático. Departamento de Acuicultura, Universidad de Los Lagos, Osomo, Chile. 67p.
- Bustamante, M.A y Maldonado, H. 2002. Revista de información y análisis núm. 19: Delimitación de espacios marítimos. 37-44 p.
- Bustamante, R. & Grez, A.A. 1995. Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*, 58-63. Disponible en: http://www.cipma.cl/web/200.75.6.169/RAD/1995/2_Bustamante.pdf
- Caraveo, L.M. 2001. ¿Cómo sabemos si tenemos avances hacia el desarrollo sostenible?. Artículo de divulgación Publicado en Pulso, Diario de San Luis, Sección Ideas, San Luis Potosí, México. 2001

- Carricart, J.P. y Horta, G. 1993. "Arrecifes de coral de México", en *Biodiversidad marina y costera*, S.I. Salazar Vallejo y N.E. González, comp., 81–92. Chetumal, México: CIQRO-Conabio.
- Carter, H.R., Whitworth, D., McIver, W.R., Bulger, J.B. y McChesney, G. 1995. *Survey of Xantus' murrelets (Synthliboramphus hypoleucus) and other marine birds at Islas Los Coronados, Baja California Norte, Mexico, on 23–25 April 1995*. Informe final inédito. Dixon, CA: National Biological Service, California Science Center.
- CIMARES, 2011. Comisión intersecretarial para el manejo sustentable de mares y costas (CIMARES). Política Nacional de Mares y Costas de México, Gestión Integral de las regiones más dinámicas del territorio nacional.
- CONABIO, 1990. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Geomorfología Marina en formato shapefile, disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO, 2008. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). Manglares de México. 38 p.
- CONABIO, 2012. Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> consultada febrero 2013.
- CONAGUA, 2011. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Estadísticas del agua en México, edición 2011. México, 185 p.
- CONANP, 2000. Programa de Manejo Área de Protección de flora y fauna islas del Golfo de California, México.
- CONAPESCA, 2003. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). Anuario Estadístico de Pesca.
- CONAPO, 2010. Consejo Nacional de Población (CONAPO). Página Web en donde se descargaron datos. <http://www.conapo.gob.mx/>
- Contreras y Castañeda, 2004. La biodiversidad de las lagunas costeras. Ciencias, octubre-diciembre, número 076. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 46-56p.
- CONVEMAR, 2005. Convención sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR). El derecho del Mar, Obligaciones de los Estados Partes conforme a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar e Instrumentos complementarios.
- De La Lanza-Espino, G. 2004. Gran Escenario de la zona costera y oceánica de México, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciencias. Octubre-diciembre. 4-13 p.

- Diario Oficial de la Federación. 2007. Decreto del 5 de Junio. Declara Área Natural Protegida, con la categoría de Reserva de la Biosfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, ubicada frente al Municipio de Ensenada, en el Estado de Baja California, México, D.F.
- Dickerson, T. 1990. Review of some California fisheries for 1989. *CalCOFI Reports* 31: 9–21. MacCall, A.D. 1986. Changes in the biomass of the California Current ecosystem. In *Variability and management of large marine ecosystems*, K. Sherman y L.M. Alexander, comp., 33–54. Boulder, CO: Westview-AAAS Selected Symposium 99.
- Eckert, K.L. 1993. *The biology and population state of marine turtles in the north Pacific Ocean*. US Department of Commerce, NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-186.
- EEA (European Environment Agency), 1999: Environmental indicators: Typology and overview Technical report, No 25, 19 p, Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>
- Eschmeyer, W.N. 1983. *A field guide to Pacific coast fishes*. Boston: Houghton Mifflin.
- Escobar, E., M. Masss. 2008. Diversidad de procesos funcionales en los ecosistemas, en *Capital natural de México*, vol, 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, 161-189 p.
- Escofet, A., Espejel, I. 2004. Geographic indicators of coastal orientation and large marine ecosystems: alternative basis for management-oriented cross-national comparisons. *Coastal Management* 32:117-128 p.
- Espejel, I. y Bermúdez, R. 2006. Propuesta metodológica para la regionalización de los mares mexicanos. UABC, CICESE.
- Espejel, I., C. Arredondo, A. García, A. Espinoza y G. Montaña. 2007. Esquema de Monitorización del desarrollo sustentable en la zona costera del noroeste de México. En: I. Azuz (Ed.). *Infraestructura y Desarrollo Sustentable*. CETyS. 161-174 p.
- Espinosa H., Fuentes-Mata, P., Gaspa-Dillanes, M.A y Arenas, V. 1993. Notes on mexican ichtyofauna. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.
- Espinosa, H. 2004. El Pacífico Mexicano. *Revista Ciencias de la UNAM*. No 76. Accesible en internet: http://www.revistaciencias.unam.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=63%3A76-octubre-diciembre-2004&catid=34&Itemid=48

- Flores-Verdugo, F.J.; C.M. Agraz-Hernández, D. Benitez-Pardo. 2007. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología. 297 p.
- GEO México, INE (Instituto Nacional de Ecología), PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2004. Estado del medio ambiente: zonas marinas y costeras.
- Gómez B. A., Saldaña F. P., Martínez G. A., Gaitán N. J.F., Athala M. J., Lerdo de Tejada B. A., Gutiérrez L.E., Sandoval V. A., Ruíz L. A. y Salcedo S. E. 2002. Valuación económica del impacto ambiental de las descargas de aguas residuales municipales.
- Gómez, M. y Barrendo, J.I., 2005. Sistema de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio, 2º edición, México.
- González-Ocampo, H.A. 2010. Efectos ambientales producidos por la camaronicultura en el norte de Sinaloa, México. Ra Ximhai Vol. 6. Número 1, enero-abril 2010. 9-16 p.
- Haaren, C. y Bathke, M. 2008. *Integrated landscape planning and remuneration of agrienvironmental service Result of a case study in the Fuhrberg region of Germany.* Journal of environmental Management. 89. 209-221 p.
- Harrison, P. 1983. *Seabirds: An identification guide.* Boston: Houghton Mifflin.
- INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca), 2006. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo. México. 544 p.
- INE (Instituto Nacional de Ecología), 2010. Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México Propuesta, Retos para el desarrollo sustentable. México.
- INE (Instituto Nacional de Ecología)–SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 2000. Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México Propuesta, Retos para el desarrollo sustentable.
- INE, 2000. Medio ambiente y turismo. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1995-2000. México, 2000.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México), 2010. Censo de Población y vivienda 2010. Datos disponibles en: <http://www.censo2010.org.mx/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México), 2011. Anuario de estadísticas por entidad federativa 2011.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México), 2011. Anuario de estadísticas por entidad federativa 2011.

- INP (Instituto Nacional de Pesca)-SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999–2000.
- Instituto Mexicano del Transporte y la secretaria de Comunicaciones y transportes. 1997. Apertura Comercial e integración modal de los Puertos del Pacífico Mexicano ISSN 01887297 Publicación Técnica no. 93. P 45. Accesible en internet: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt93.pdf>
- Jaramillo Legorreta, A.M., Rojas-Bracho, L., Gerrodette, T. 1999. A new abundance estimate for vaquitas: First step for recovery. *Marine Mammal Science* 15(4): 957–73 p.
- Lara-Lara, J.R., Arenas, V., Bazán, C., Díaz, V., Escobar, E., Cruz, M., Gaxiola, G., Robles, G., Sosa, R., Soto, L., Tapia, M., Valdez, J.E. 2008. Los ecosistemas marino, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México.135-159 p.
- León de la Luz, J.L., Rebman, J., Domínguez, M. y Domínguez, R. 2008. Vegetation of the lowlands of the Cape region of Baja California Sur: A transitional xerophytic tropical plant community. *Journal of Vegetative Science* 11: 547–555 p.
- Lepley, L.K., Vonder, S.P., Hendrickson, J.R. y Calderón, G. 1975. Circulation in the northern Gulf of California from orbital photographs and ship investigations. *Ciencias Marinas* 2: 86–93p.
- Lluch Cota, S.E. 2000. Coastal upwelling in the eastern Gulf of California. *Oceanologica Acta* 23: 731–40 p.
- Lugo Hubp, José., Córdova, Carlos-Fernández, Arteaga. Metadatos geograficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad 1990: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/> consultada diciembre 2012
- Lugo, J. 1996. La superficie de la Tierra. Un vistazo a un mundo cambiante.
- Marco Geoestadístico Nacional, INEGI, 2010. En: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx
- Márquez, M.R. 1990. *FAO species catalogue. Vol 11. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of the sea turtle species known to date.* FAO Fisheries Synopsis, núm. 125, vol. 11. Roma: FAO.
- Martínez-Cortes, Publicado por CNN, el 20 de Octubre del 2010. Disponible en internet: <http://www.cnnexpansion.com/manufactura/2010/10/20/logisitica-carreteras-manufactura>

- Medrano Gonzáles, L., Peters Recagno, E., Vázquez Cuevas, M. J., & Rosale Nanduca, H. (2007). Los Mamíferos Marinos ante el Cambio Ambiental en el Pacífico Tropical Mexicano. CONABIO, Biodiversitas, (75) 1-8 p.
- Morgan, L., Maxwell, s., Tsao, F., Wilkinson, T. y Etnoyer, P. 2005. *Áreas prioritarias marinas para la conservación: Baja California al mar de Bering*. Comisión para la Cooperación Ambiental y Marine Conservation Biology Institute. Montreal, febrero de 2005.
- Nebel, B.J. y Wright, R.T., 1999. Ciencias Ambientales Ecología y desarrollo sostenible. Prentice Hall, 6ª edición. México
- Nijkamp, P., Rietveld, P., Voogd, H., 1990. Multicriteria evaluation in physical planing. Elsevier Science LTD. The Netherlands, p. 219
- OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development). Core set of insicators for environmental performance reviews. A Synthesis report by the Group on the state of the Environment Monographs No. 83. Paris. 1993.
- Páez-Osuna F. y Osuna, C. 2011. Biomonitores de la contaminación costera con referencia a las costas mexicanas: una revisión sobre los organismos.
- Pattison, C.A. 2001. "Pismo clam", en *California's living marine resources: a status report*, W.S. Leet et al., comp., 135–137. Sacramento, CA: California Department of Fish and Game.
- Ramírez, O., González, J.M., Figueroa, E. y Ortiz, M.A. 2011. Evaluación Económica de la Producción de mojarra castarrica en Palizada, Campeche, México. 28. Enero-junio del 2011. Accesible en: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/99471/2/8.Campeche-ORSOHE-final.pdf>
- Rivera-Arriaga, E. y G. Villalobos. 2001. The coast of Mexico: approaches for its management. *Ocean and Coastal Management* 44:729-756 p.
- Rodríguez-Valencia. J.A, Cisneros-Mata. M.A. 2006. Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico mexicano. Comisión de cooperación ambiental de América del norte. Programa Golfo de California de WWF-México. 127p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación), 2004. Carta Nacional Pesquera. 112 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación)-CONAPESCA, 2003. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca, 2003. 252pp. Disponible en: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2009_capitulo_i_preliminar

- Sala, E. Aburto-Oropeza, O., Paredes, G., Parra, I., Barrera, J.C. y Dayton, P.K.I. 2002. A general model for designing marine reserves. *Science* 298: 1991–1993. Bergen, D.R. y L.C. Jacobson. 2001. "Northern anchovy", en *California's living marine resources: a status report*, W.S. Leet *et al.*, comp., 303–305. Sacramento, CA: California Department of Fish and Game.
- Santamaría del Ángel E. y Álvarez Borrego, S. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research*.
- Schiff, K.C. *et al.* 2000. "Southern California Bight", en *Seas at the millennium: An environmental evaluation*, R.C. Shepherd, comp. Oxford: Pergamon Press.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), 2006. Anuario estadístico, 2006. 214pp
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), Pagina Web en donde se descargaron dato. <http://www.sct.gob.mx/>
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes)-IMT (Instituto Mexicano del Transporte), 1997. Apertura comercial e integración modal de los puertos del Pacífico mexicano. Publicación Técnica No. 93. Sanfandila, Qro.
- SECTUR (Secretaria de Turismo). Página Web en donde se descargaron datos: <http://www.sectur.gob.mx/>
- Seingier G., Espejel I., Ferman J.L., Aramburo G., Montano C., Azuz, I. 2011. Mexico's coasts: half-way to sustainability. *Ocean and Coastal Management*. 54: 123-128 p.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 2000. Estrategia ambiental para la gestión integrada de la zona costera de México: propuesta, retos para el desarrollo sustentable. INE.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), INE (Instituto Nacional de Ecología), 1999. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 2000. Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental: Reporte, México.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2005. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México: 2005. México 2005. 348 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2006. Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. 142 p.

- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2006. Política ambiental nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas de México. Estrategias para su conservación y uso sustentable. México, 2006, 90 p. Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20integracion/oceanos_costas_semarnat.pdf
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2006. Situación ambiental de la zona costera y marina, en particular humedales costeros y manglares. México, p 362.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2007. Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas, 2007.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2000. Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2010, Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte, Caracterización Componente Sectorial Pesca.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2010: http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet7a95b.html
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2011, Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte. Disponible en: http://web2.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/bitacora/Paginas/pacifico_norte.aspx
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), Dirección General de Políticas Ambiental e Integración Regional y Sectorial, 2012. Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Norte. Acceso en internet: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/OrdPacificoNorte.aspx>. Última Modificación: 21/09/2012 01:02 p.m.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)-CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2013. Programa de Manejo. Reserva de la biosfera Isla Guadalupe. Impreso en México. 1º edición: enero 2013.
- Spotila, J.R. et al. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 405(1): 529–530.
- Torres, M. A., Barros, S., Campos, E., Pinto, S., Rajamani, R. T y Colepicolo, P. 2008. Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 71: 1-15.

- Tudela Abad, F. 2006. Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México. Estrategias para su conservación y uso sustentable. Prefacio. SEMARNAT. México, D. F. 8 de Junio del 2006. Accesible en : www.semarnat.gob.mx/temas/.../oceanos_costas_semarnat.pdf
- UAM (Universidad Autónoma Metropolitana), 2008. Análisis de las capacidades institucionales de las dependencias ambientales estatales y los programas estatales de fortalecimiento institucional (PEFIS) 2007-2012. p141.
- Ulloa, R., J. Torre, L. Bourillón, A. Gondor y N. Alcantar. 2006. Planeación ecorregional para la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur. Informe final a The Nature Conservancy. Guaymas (México): Comunidad y Biodiversidad, A.C.
- Unzueta ML 2009, La Acuicultura frente al reto de la globalización alimenticia" *Ciencia Pesquera*, vol. 17, no. 2, p. 3.
- Vergara-Sánchez, M.A. 2007. Desarrollo integral y sustentable de lagunas costeras mexicanas. México, D.F. Accesible en internet: <http://academiadeingenieriademexico.mx/archivos/coloquios/3/Desarrollo%20Integral%20y%20Sustentable%20de%20Lagunas%20Costeras%20Mexicanas.pdf>
- Wilkinson T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla, 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 2009, 200 p.
- Wolf, P. *et al.* 2001. "Pacific sardine", en California's living marine resources: A status report, W.S. Leet *et al.*, comp., 299-302. Sacramento, CA: California Department of Fish and Game.

ANEXO A

Delimitación de la zona de interés:

Para este trabajo se retomó la clasificación de la CONVEMAR.

La CONVEMAR (Convención de las Naciones Unidas Sobre el Derecho del Mar) es un instrumento jurídico internacional que regula las actividades en los espacios marítimos y oceánicos que busca un equilibrio de intereses entre todos los países. Los mares y sus recursos son extensiones que no se pueden delimitar de manera física, por lo que los países ribereños deben proceder para resolver sus conflictos al amparo de los derechos y obligaciones que reconoce la Convención de las Naciones Unidas Sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), cuya estructura está compuesta por los siguientes órganos (Bustamante M. y Maldonado H, 2002):

- Autoridad Internacional de los Fondos Marinos. Organización por medio de la cual las naciones que integran la Convención organizan, fiscalizan y administran las actividades en la zona.
- Tribunal Internacional del Derecho del Mar. Entidad encargada de resolver cualquier controversia relativa a la interpretación y aplicación de los derechos y obligaciones de los miembros de la Convención.
- Comisión de Límites de la Plataforma Continental. Su función consiste en examinar los datos y cualquier otro material presentado por los países ribereños relacionado con los límites exteriores de la plataforma continental.

Una forma simplificada de enumerar los espacios marítimos es la siguiente (Bustamante y Maldonado, 2002):

Tabla 2. Espacios marítimos

Aguas interiores	Están situadas en el interior de la línea de base del mar territorial.
Mar territorial	Faja de agua situada entre las costas del territorio nacional, sean continentales o insulares, y alta mar; su anchura es de 12 millas náuticas, medidas a partir de las líneas de base rectas, líneas de base normales o una combinación de las mismas.
Zona contigua	Es el área adyacente al mar territorial del Estado ribereño, y su límite no podrá exceder las 24 millas náuticas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial; tiene propósitos de fiscalización, aduaneros, de inmigración o sanitarios.
Zona Económica Exclusiva	Es una zona situada más allá del mar territorial y adyacente a éste; su anchura no se extenderá más allá de 200 millas náuticas contadas desde las líneas de base a partir de las cuales se mide la anchura del mar territorial en las que el Estado ribereño tiene: <ul style="list-style-type: none"> • Derechos de soberanía para los fines de exploración y explotación de todos los recursos existentes. • Jurisdicción con respecto a la instalación y utilización de estructuras hechas por el hombre y expediciones de investigación. • Otros derechos y deberes.
Plataforma continental	Comprende el lecho y el subsuelo de las áreas submarinas que se extienden más allá del mar territorial de un Estado ribereño y a todo lo largo de la prolongación natural de su territorio hasta el borde exterior del margen continental.

La CONVEMAR establece un marco completo para la reglamentación de todos los espacios oceánicos, el acceso a los mares, la navegación, la protección y preservación del medio marino, etc.

Para este trabajo se tomó como referencia en la parte marina la Zona Económica Exclusiva, pues esta como lo define la CONVEMAR es una zona en donde el País tiene derechos sobre la exploración y explotación de todos los recursos existentes; jurisdicción en cuanto a la instalación y utilización de estructuras hechas por el hombre y expediciones de investigación, lo que nos permite describir el área marina en donde el país realiza actividades económicas.

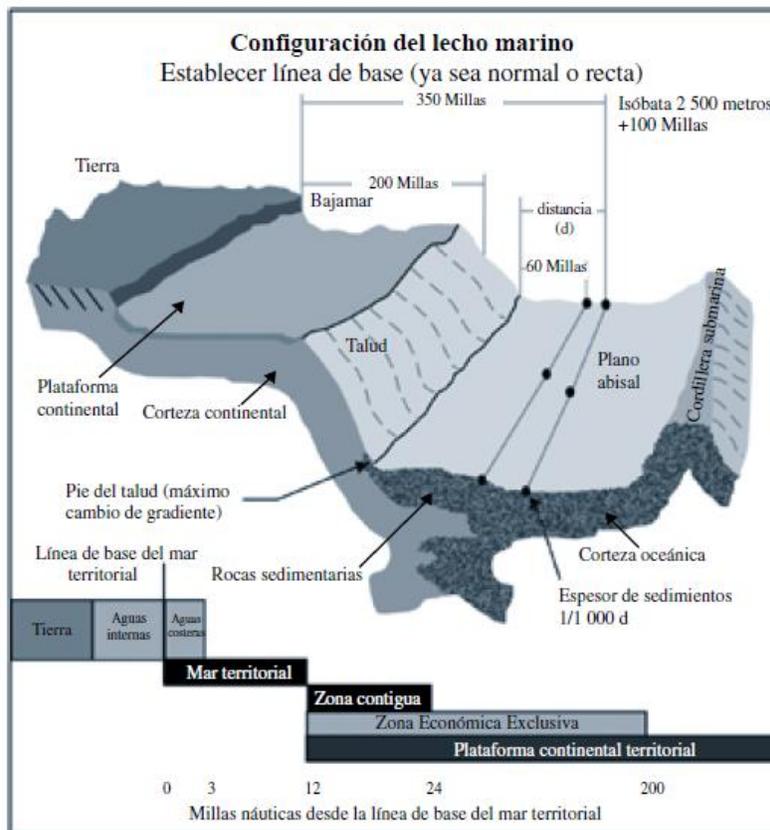


Figura 1. Configuración del lecho marino (tomado de Bustamante y Maldonado, 2002).

De acuerdo a la zonificación marina por parte de Conabio define las siguientes zonas: (Lugo *et al.* 1990):

Tabla 1. Zonificación marina.

Planicie abisal	Zona plana en el fondo de la cuenca oceánica profunda donde no llega la luz. En el Pacífico Norte, es la geofoma más grande que, junto con la geofoma dorsal (abarca las dos terceras partes de territorio marino). En el Pacífico Norte alcanza más de 5 km de profundidad.
Plataforma continental	Zona que queda cubierta por el mar durante los periodos interglaciares como el actual.
Talud continental	Cambio abrupto en la pendiente que divide a la plataforma continental y la planicie abisal.
Borderland	Corresponde a una estructura tectónica entre la planicie costera y el talud continental que se caracteriza por contener una serie de crestas, montañas, islas, cañones y cuencas submarinas

ANEXO B

Región I: Pacífico Norte

Ubicación

Comprende la Zona Económica Exclusiva de México a partir de la costa occidental de la Península de Baja California.

Características Físicas

La plataforma es angosta y los afloramientos dominan la parte norte de Baja California. Más al sur la plataforma se amplía nuevamente hasta 120 km desde la bahía Sebastián Vizcaíno hasta el norte de Bahía Magdalena. En el corte de la plataforma, la profundidad del lecho marino disminuye con rapidez hasta niveles de 1,000 y 3,000 metros (Wilkinson *et al.* 2009).

Hacia el mar respecto de la plataforma, pero con dirección a tierra en relación con la llanura abisal, se encuentran los cañones submarinos de Baja California —región montañosa a profundidades de entre 800 y 1,000 metros— que incluyen islas, bancos y cuencas profundas (Wilkinson *et al.* 2009). En zona de aguas más profundas de la región hay también islas oceánicas (isla Guadalupe) y montañas submarinas. Dentro de esta región se encuentran muchas islas, entre ellas, las Coronado y Rocas Alijos. La costa se caracteriza por lagunas costeras, praderas de pasto marino, litoral escarpado, playas arenosas y grandes bosques de kelp gigante (Morgan *et al.* 2005, Wilkinson *et al.* 2009).

Clima

El clima va de árido a semiárido con una limitada entrada de agua dulce a la costa. La región está dominada en términos oceanográficos por el flujo del norte al sur de la corriente de California, aunque el afloramiento local y la contracorriente de California, así como una extensión de la contracorriente ecuatorial, ejercen también influencia (Morgan *et al.* 2005).

Hay afloramientos estacionales cerca de importantes cabos: Cabo Colonett, Punta Baja, Cabo San Quintín, Punta Eugenia, Punta Abreojos y Cabo Falso. Debido a la curvatura de la costa en Punta Concepción (Estados Unidos), la corriente de California se mueve hacia el exterior de la

costa, lo que permite que las cercanías costeras reciban influencia de la contracorriente sur de California, de más alta temperatura (que tiene un flujo discontinuo hacia el norte con inicio estacional entre agosto y octubre, y se fortalece en el invierno) (Morgan *et al.* 2005). Un sistema similar se desarrolla estacionalmente en la bahía Sebastián Vizcaíno (Morgan *et al.* 2005).

Actividades humanas

En esta región se ubican grandes concentraciones urbanas en áreas costeras como Tijuana, al igual que costas con escasa población en Baja California Sur. A pesar del rápido crecimiento demográfico, las descargas de la mayoría de los contaminantes en el agua han disminuido entre 50 y 99 por ciento desde los años 1970, con mejorías en las comunidades bentónica y de kelp así como disminuciones en los niveles de contaminantes en peces y mamíferos marinos (Morgan *et al.* 2005, Schiff *et al.* 2000).

Características Biológicas

La región es rica en diversos recursos pesqueros. Las anchoas y las sardinias (*Sardinops sagax*) son enlaces clave en el sistema trófico local (Dickerson, 1990; Bakun, 1993). Otras especies comerciales incluyen el estornino (*Scomber japonicus*), el bonito del Pacífico (*Sarda chiliensis*), el charrito o jurel (*Trachurus symmetricus*), la merluza del Pacífico (*Merluccius productus*) y más de 60 especies de pez roca (*Sebastes spp.*) (MacCall, 1986). Las poblaciones de varias especies, entre otras, peces roca, salmón (*Oncorhynchus spp.*), pez sable (*Anoplopoma fimbria*) y abulón (*Haliotis spp.*), han disminuido debido a la presión de la pesca comercial y recreativa. Muchas especies pelágicas como el atún, el pez espada (*Xiphias gladius*) y el marlín también han disminuido (Morgan *et al.* 2005).

Las zonas costeras de la región varían significativamente en cuanto a grado de alteración humana: desde sitios inalterados hasta otros muy modificados. Entre las modificaciones figuran importantes centros de transporte marino, actividades recreativas y derrames de petróleo a cierta distancia de la costa (Morgan *et al.* 2005). Los principales problemas ambientales que afectan la región incluyen los desarrollos de petróleo y gas, las intensas rutas de transporte marítimo en las aguas cercanas, las fuentes no puntuales de contaminación y la pesca comercial y recreativa

(Morgan *et al.* 2005). La explotación excesiva de los recursos en esta zona norte de México es notoria en algunos casos, pero no está en crecimiento. Las centrales eléctricas, puertos y proyectos náuticos, desarrollo urbano, drenaje y aguas residuales amenazan de manera creciente el litoral. Aunque se dispone ya de información científica, el apoyo local es mínimo y se carece también de protección legal suficiente (Morgan *et al.* 2005).

Esta región se caracteriza por mezcla de aguas, floras y faunas de norte y sur, lo que conduce a una relativamente alta diversidad de especies. El punto terminal austral del área de distribución de muchos peces e invertebrados de alta latitud, lo mismo que el punto terminal septentrional de muchas especies ecuatoriales, ocurre en torno de Punta Concepción (Eschmeyer *et al.* 1983, Morgan *et al.* 2005).

Gracias a los sistemas de afloramiento costeros que aportan nutrientes a las aguas superficiales cercanas a la costa, la productividad es relativamente alta. Las condiciones de oscilación sureña de El Niño y la Oscilación Decadal del Pacífico, que conduce aguas ecuatoriales de mayor temperatura más hacia el norte, dan lugar a variaciones en la productividad, los procesos de reclutamiento exitoso de muchas especies y la dinámica de las comunidades de la región (Morgan *et al.* 2005).

Esta región incluye la extensión del extremo norte de hábitat de manglar en el Pacífico oriental (de 28°N a 29°N, cerca de la bahía Sebastián Vizcaíno) y la extensión más al sur de bosques de kelp (cerca de Bahía Magdalena). Las playas arenosas y dunas están cubiertas de especies de plantas como *Abronia maritime* y oruga marítima (*Cakile maritime*), especie invasora que sustituye a la nativa *Cakile edentula* (Moreno Casasola *et al.* 1998; Espejel *et al.* 2001).

Los bosques de kelp en profundidades de seis a 30 metros figuran entre los más productivos hábitats marinos y proporcionan alimento y refugio a numerosos invertebrados, peces, aves marinas y mamíferos marinos. El bocaccio (*Sebastes paucispinis*) pez roca en peligro crítico (Lista Roja de la UICN), otros peces roca y abulones están en peligro en toda su área de distribución (Morgan *et al.* 2005).

La caguama (*Caretta caretta*) y la prieta (*Chelonia mydas agassizii*), ambas tortugas marinas consideradas en peligro por la UICN, utilizan el área como hábitat clave de alimentación (Morgan *et al.* 2005).

Es posible que la llegada de la caguama a éstos y otros terrenos de alimentación de América del Norte sea la culminación de un viaje transoceánico desde tan lejos como Japón (Eckert. 1993, Morgan *et al.* 2005).

La región sostiene grandes poblaciones de aves y mamíferos marinos. La pardela pata rosada (*Puffinus creatopus*), considerada vulnerable por la UICN, el albatros de cola corta (*Phoebastria albatrus*) y el mérgulo de Xantus (*Synthlibiramphus hypoleucus*) —aves marinas altamente migratorias en riesgo de extinción— utilizan las productivas aguas de la región para alimentarse. Las colonias en reproducción de mérgulo de Xantus se ubican entre las islas San Benito y Guadalupe (Baja California Sur) y en las islas Channel al norte, en California (Estados Unidos) (Morgan *et al.* 2005).

Una zona importante de cría del león marino de California (*Zalophus californianus*) se ubica en la bahía Sebastián Vizcaíno, en tanto que en las islas San Benito y Guadalupe se encuentran áreas importantes de cría del elefante marino del norte (*Mirounga anugustirostris*). El lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) —especie transfronteriza en riesgo y con un área de distribución muy limitada— habita estas aguas, entre la isla Guadalupe, cerca de la península de Baja California, y la isla San Nicolás, cerca del sur de California (Estados Unidos). La reproducción y primera crianza de la especie se dan en la isla Guadalupe, al igual que en isla Benito del Este. A pesar del crecimiento reciente en su población, el lobo fino de Guadalupe, todavía está considerado como especie vulnerable por la UICN y como amenazada en términos de la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción de Estados Unidos (Morgan *et al.* 2005).

Las lagunas Guerrero Negro, Ojo de Liebre y San Ignacio, el canal Santo Domingo y Bahía Magdalena se consideran las más importantes áreas de reproducción de la ballena gris, especie que tiene la más larga ruta migratoria de todos los mamíferos: 22,000 km cada año, desde el mar de Bering hasta Baja California (Morgan *et al.* 2005).

Por su parte, la ballena azul puede ser vista todo el año a lo largo de la costa oeste de la península de Baja California, y más hacia el suroeste de la plataforma de la península, aunque algunas alcanzan en su viaje al norte hasta el golfo de Alaska, para alimentarse durante el verano. La ballena azul está considerada en peligro de extinción tanto por la UICN

como por la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción de EU (Morgan *et al.* 2005).

Bahías de San Quintín y El Rosario

La mayor parte de las comunidades vegetales de playa y duna están bien conservadas, pero enfrentan la amenaza que presentan los vehículos que circulan a campo traviesa (Morgan *et al.* 2005).

El floreciente estado del ecosistema único de esta área se debe al intenso afloramiento en Cabo San Quintín y Punta Baja, además de la escorrentía rica en nutrientes de los terrenos aledaños y los remolinos que circulan en el área. El resultado es una zona de alta productividad y pesquerías abundantes, entre las que destacan las de erizos rojo (*Strongylocentrotus franciscanus*) y púrpura (*S. purpuratus*), abulón negro (*Haliotis cracherodii*) y pepinos de mar que se capturan por buceo, además de la pesca de langosta roja con trampas (*Panulirus interruptus*). Los bosques de kelp, que bordean la costa, también ayudan al sostén de las pesquerías, además de otras formas de vida marina, por ejemplo, los caracoles de mar y el pez roca doble hocico (*Sebastes diploproa*). La almeja pismo (*Tivela stultorum*), residente del área, es quizá la especie de mayor importancia comercial tanto para Estados Unidos como para México, en tanto que más de 1,500 ton de almejas se importan anualmente a Estados Unidos desde la península de Baja California (Morgan *et al.* 2005) (Pattison, 2001). Los peces roca entre ellos, el bocaccio (*Sebastes paucispinis*) y el flioma (*S. pinniger*), que desovan hacia el norte de Baja California están en declinación. La bahía de San Quintín es de aguas poco profundas, está cubierta de pastos marinos (*Zostera spp.*) y da soporte a abundantes operaciones de acuacultura de especies como la ostra gigante del Pacífico (*Crassostrea gigas*), nativa de Japón. La tortuga caguama se alimenta en el área durante la primavera y el verano (Márquez. 1990, Morgan *et al.* 2005). Grandes cantidades de aves marinas visitan el área. El pelícano café, la alcuela oscura (*Ptychoramphus aleuticus*), cormorán orejudo (*Phalacrocorax auritus*) y mérgulo de Xantus son especies que antes se alimentaban en San Martín, pero que se han extinguido localmente (Carter *et al.* 1996; BirdLife International, 2000; Morgan *et al.* 2005).

La extracción de piedra para trabajos de paisajismo es la principal amenaza para los recursos naturales no renovables, en tanto que el desarrollo urbano continúa en crecimiento. Con todo, el apoyo local a la

conservación y la información científica disponible son sustanciales, y, comenzando justo al norte de la bahía El Rosario, el área protegida terrestre Valle de los Cirios (Área de Protección de Flora y Fauna) ofrece la oportunidad de protección legal para los hábitats costeros. No obstante, la Escalera Náutica proyecto de megadesarrollo podría amenazar este ecosistema marino y costero en un futuro (Morgan *et al.* 2005).

La isla Guadalupe

Es una de las muchas islas volcánicas de la costa del Pacífico. Las cuevas y bloques de lava a lo largo del litoral develan sus orígenes. La isla se ubica al oeste de Punta Baja y tiene aproximadamente 157 km², con profundidades costa afuera que descienden hasta 3.5 km (Morgan *et al.* 2005).

Está rodeada por estratos bajos de kelp y pasto marino (*Phyllospadix spp.*); Abundan los endemismos en la isla, ya que está a 257 km de distancia de la península de Baja California. El gran tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), considerado vulnerable por la UICN (BirdLife International, 2000), puede hallarse en el área alimentándose de focas, y el marrajo salmón (*Lamna ditropis*) pasa por ahí en su ruta migratoria desde Alaska hacia el sur (Morgan *et al.* 2005).

Aves marinas, como el mérgulo de Xantus, la pardela mexicana (*Puffinus opisthomelas*), el pelícano café y la gaviota ploma (*Larus heermanni*), utilizan la isla para anidación. Los entre 2,400 y 3,500 mérgulos de Xantus, para los que la isla es hábitat clave de reproducción, además de las 2,500 parejas de pardelas mexicanas en reproducción en la isla Guadalupe, están considerados como vulnerables por la UICN. Es posible que en la isla se encuentren las últimas parejas en reproducción restantes del paño rabihorcado de Guadalupe (*Oceanodroma macrodactyla*), en peligro crítico (BirdLife International, 2000; Morgan *et al.* 2005). La isla Guadalupe alberga una gran variedad de vida marina. El león marino de California se reproduce en ella; el elefante marino se reproduce y muda pelaje ahí, en tanto que el lobo fino de Guadalupe se reproduce y pare en la isla que lleva su nombre, hábitat clave de reproducción. El elefante marino y el lobo fino de Guadalupe casi se extinguieron durante el siglo pasado debido a la explotación excesiva, pero los últimos ejemplares restantes se protegieron de los cazadores en la isla Guadalupe, lo que permitió el mantenimiento de las especies e, incluso, que el león marino de California y el elefante marino con el tiempo volvieran a prosperar (Reeves *et al.*

2002; Morgan *et al.* 2005). Las amenazas a la isla son reducidas, aunque las especies introducidas han contribuido a extirpar especies endémicas y esta amenaza continúa (Morgan *et al.* 2005).

El Vizcaíno/Isla Cedros

Ubicada en la parte central de la península de Baja California, el área es reconocida como zona de transición entre los climas templado y árido, lo que resulta en un ecosistema único y diverso. El Vizcaíno es una gran bahía abierta asentada detrás de Punta Falsa y ubicada en la mitad de la costa de la costa del Pacífico de Baja California. El sitio es un santuario de ballenas con reconocimiento internacional. Las lagunas costeras de Ojo de Liebre y San Ignacio son sitios importantes de reproducción e invernación para la ballena gris, la foca común, el león marino de California, el elefante marino del norte y la ballena azul. Asimismo, son hogar de tortugas marinas en peligro de extinción. El área comprende también la isla Cedros y la isla San Benito, islas volcánicas (como la mayoría en el área) situadas al norte de Punta Falsa. La bahía y las islas volcánicas hacen que en la zona costera puedan encontrarse tanto puntas escarpadas como humedales, playas y planicies terrestres. Ello y el poderoso afloramiento costero en Punta Abreojos, aunado a remolinos y patrones de corrientes únicos, como los sistemas de giro ciclónico, crean un área de gran productividad. Los bosques de kelp dan sostén a diversas formas de vida, incluidos el abulón negro, los erizos rojos y púrpura y la langosta roja, especies para las que se practica la pesca con trampa y manual. También se da la pesca de atún con palangres, aunque la sobreexplotación ha causado baja en las existencias. Recientemente se estudiaron la flora y la fauna de la bahía de Vizcaíno por primera ocasión, y se obtuvieron cientos de nuevos registros e incluso se identificaron algunas especies nuevas para la ciencia, incluidos 20 gusanos marinos y tres géneros de moluscos (Biopesca, 2002; Morgan *et al.* 2005). Las tortugas marinas prieta y golfina (*Lepidochelys olivacea*) se encuentran a lo largo del litoral y en la isla Cedros. La tortuga golfina tiene una migración adicional hacia otra zona de alimentación en costas de Ecuador (Eckert, 1993; Morgan *et al.* 2005).

Un conjunto diverso de aves marinas, entre otras, el ganso negro, el pelícano café y la gaviota ploma, utiliza la región para anidación o invernación. En la isla San Benito, alrededor de 500 parejas de mérgulo de Xantus y varios miles de pardela mexicana (BirdLife International, 2000;

Morgan *et al.* 2005) se reproducen cada verano; ambas especies son consideradas vulnerables por la UICN. El mérgulo de Craveri (*Synthliboramphus wumizusume*), especie endémica de México considerada vulnerable por la UICN, se reproduce también en San Benito. Los elefantes marinos se reproducen en la isla Cedros y la isla San Benito. Una importante área de crianza de león marino de California se ubica en la bahía de la región. Esta área forma parte de la ruta migratoria de las ballenas gris y azul. La ballena gris llega durante el invierno para reproducirse y parir en las lagunas Guerrero Negro y Ojo de Liebre, luego de un viaje de 22,000 km desde sus zonas de alimentación en Alaska. De igual manera, la ballena azul viaja desde su zona de alimentación en el ártico para reproducirse y aquí (Morgan *et al.* 2005).

La laguna San Ignacio

Está ubicada en la mitad de la costa del Pacífico de Baja California Sur, entre Punta Falsa y Cabo San Lázaro, justo al oriente de Punta Abrejos, alcanza profundidades de entre dos y cuatro metros y tiene alrededor de seis kilómetros de ancho con 35 km de largo (Morgan *et al.* 2005).

Representa el límite de los manglares de la Costa del Pacífico, y los nutrientes que estos bosques proporcionan, así como los altos niveles de afloramiento costero, contribuyen a incrementar la productividad, los bosques de kelp dan sostén a la pesca de abulón y otras especies, como la almeja pismo y la langosta roja (Morgan *et al.* 2005).

Alberga varias tortugas marinas, como la prieta, la caguama y la golfina, y ocasionalmente la escasa tortuga Carey. La caguama llega al área luego de su migración desde aguas asiáticas (Morgan *et al.* 2005).

Aves marinas, por ejemplo, el colimbo del Pacífico (*Gavia arctica pacifica*) y el bobo pata azul (*Sula nebouxii*), utilizan la zona. El pelícano café migra desde distancias tan lejanas al norte como el río Columbia para reproducirse en el área de la laguna San Ignacio (Morgan *et al.* 2005). Las lagunas de esta área son importantes sitios de invernación para las ballenas gris y azul: son su punto de llegada luego de la migración desde sus campos de alimentación en Alaska y el Ártico; aquí se reproducen y paren, por lo que el lugar es considerado hábitat clave de reproducción y parto de la ballena gris. El delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) es también común, al igual que la foca común y el león marino de California,

los cuales se alimentan en las frías aguas del afloramiento (Morgan *et al.* 2005).

Bahía Magdalena

Está ubicada en la línea costera del Pacífico de Baja California Sur. Con más de 50 km de largo, esta gran bahía es el mayor ecosistema de humedales en la costa oeste de Baja California. Está rodeada por islas que sirven de barrera para el fuerte oleaje del Pacífico. Por su figura, una de estas islas, la isla Magdalena, forma el Cabo San Lázaro. Gran cantidad de lagunas y humedales recubren Bahía Magdalena y pueden encontrarse también bosques de kelp en el extremo sur. El área es considerada parte de la zona biogeográfica de transición del clima templado al tropical y es, por tanto, el área de manglares ubicada más al norte a lo largo de la costa del Pacífico. El afloramiento costero fortalece la zona de retención que ofrecen las islas y las corrientes, lo que ha llevado a la alta productividad y diversidad de la zona. Los intentos gubernamentales de implantar acuicultura de camarón, peces y ostiones gigantes del Pacífico no han sido exitosos debido a problemas ambientales y también estructurales. Están ahora en curso intentos de cultivo de ostras de perlas nativas (*Pteria sterna*). La mayor parte de la población humana de los alrededores de Bahía Magdalena depende de la pesca de especies como sardina, camarón, calamar (*Loligo spp.*), langostino pelágico rojo (*Pleuroncodes planipes*) y abulón. A pesar de que las comunidades dependen de la pesca, muchas poblaciones marinas están en declive, incluso aquellas de larga vida como el pez roca, el pez espada y el atún. La tortuga prieta y caguama están entre las especies que se alimentan en Bahía Magdalena, uno de sus hábitats clave. Una parte de la población de tortuga prieta es residente, y ejemplares juveniles de caguama migran a esta área para alimentarse del cangrejo rojo, abundante por estación. La tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) es vista también ocasionalmente durante el otoño y el invierno. La gaviota ploma migra a esta área para reproducirse durante el invierno y la pardela pata rosada pasa los veranos aprovechando la productividad del área luego de haber emigrado desde Chile (Harrison, 1983; Morgan *et al.* 2005). Los humedales son refugio de la población más septentrional de fragata magnífica (*Fregata magnificens*) en reproducción, y marcan el extremo sur del hábitat de reproducción del águila calva (*Haliaeetus leucocephalus*). El pelícano café, que migra al norte hacia California, también se reproduce aquí (Morgan *et al.* 2005).

Bahía Magdalena es uno de los destinos más importantes para las ballenas azul y gris, al terminar su migración desde los sitios de alimentación en Alaska y el Ártico. En las cálidas aguas de la bahía y del canal Santo Domingo se reproducen y dan a luz durante los meses del invierno, lo que ha hecho de la región un punto de atracción turística creciente. Tanto Bahía Magdalena como el canal Santo Domingo son hábitats clave de reproducción y parto para la ballena gris (Morgan *et al.* 2005).

Algunas de las amenazas en Bahía Magdalena empeoran con el tiempo, incluidas la explotación de recursos naturales y la contaminación costera. Las prácticas de uso recreativo dañinas y el ecoturismo, un ejemplo de ello es la observación de aves y ballenas que continúan creciendo (Morgan *et al.* 2005).

Región II: Golfo de California

Ubicación

Está limitado por los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit al este, la península de Baja California al oeste y el delta del río Colorado al norte. El Golfo de California también es conocido como mar de Cortés.

Características Físicas

Es un mar largo y estrecho, de aproximadamente 1,000 km de largo y 150 km de ancho, se distingue por su alta productividad y diversidad biológica (Wilkinson *et al.* 2009).

La región se caracteriza por profundas cuencas, pendientes agudas, plataformas continentales estrechas y anchas, numerosas islas y lagunas costeras. La Fosa de Guaymas tiene fuentes volcánicas e hidrotermales y da sostén a comunidades bióticas basadas en el sulfuro de hidrógeno como fuente de energía, en lugar de la luz solar. Los principales tipos de comunidades en las áreas costeras incluyen lagunas, el delta del río Colorado, manglares, praderas de pastos marinos, litorales escarpados, playas arenosas y arrecifes de coral. La región incluye además numerosas islas, pendientes pronunciadas, montañas submarinas y profundas cuencas (Wilkinson *et al.* 2009).

Clima

Aunque se trata de una región de la costa oeste, el efecto moderador del océano Pacífico respecto del clima se reduce sustancialmente debido a una casi ininterrumpida cadena montañosa de 1,000 a 3,000 metros de altura a lo largo de la península de Baja California. El clima de la región es, por tanto, más continental que oceánico. En el extremo norte se dan condiciones climáticas desérticas una precipitación pluvial menor de 100 milímetros, mientras que en el sur se tienen condiciones de monzón: en el sureste la precipitación anual aumenta a alrededor de 1,000 milímetros. La región muestra características tropicales en el verano y templadas durante el invierno. La entrada de agua dulce de los ríos tiene sólo un efecto local, ya que la mayor parte de los caudales han sido extraídos para usos agrícolas o urbanos (Santamaría del Ángel y Álvarez Borrego, 1994; Morgan *et al.* 2005). El alto golfo es una cuenca de evaporación y el intercambio con el océano abierto (Pacífico) es muy reducido, aunque ocurre un flujo neto de agua hacia el golfo de California. El calentamiento y enfriamiento estacional de las aguas hipersalinas del delta del río Colorado, en la somera plataforma del norte del golfo de California, fuerzan un patrón superficial complejo de giros de turbidez; esta agua fría y densa da origen al caudal en las profundidades del Golfo (Lepley *et al.* 1975; Longhurst, 1998; Morgan *et al.* 2005). Se producen afloramientos generados por el viento, tanto en la costa este (invierno y primavera) como en la costa oeste (verano) del Golfo, pero a lo largo de la costa occidental están más desarrollados y se extienden por una distancia mayor que en la costa de Baja California (Lluch Cota, 2000; Morgan *et al.* 2005). Hay una fuerte mezcla de marea en el norte del Golfo, principalmente en la región de las Grandes Islas —Tiburón y Ángel de la Guarda— y en el alto golfo, donde el tamaño de las mareas de primavera puede ser de hasta nueve metros a lo largo de un área y tres km de ancho (Álvarez Borrego, 1983; Hernández Ayón *et al.* 1993; Morgan *et al.* 2005). Una concentración de oxígeno muy baja en profundidades intermedias —300 a 900 metros es característica de las aguas del Golfo (Santamaría del Ángel y Álvarez Borrego, 1994; Morgan *et al.* 2005).

Características Biológicas

Entre los mamíferos marinos que habitan en el golfo de California figuran grandes ballenas, como la minke o rorcual aliblanco (*Balaenoptera*

acutorostrata), el rorcual boreal o ballena boba (*Balaenoptera borealis*), la ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*), la ballena gris (*Eschrichtius robustus*), la ballena de aleta (*Balaenoptera physalus*), la ballena franca del Pacífico (*Eubalaena japonica*), la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*); marsopas; delfines, y la orca (*Orcinus orca*). La ballena azul (*Balaenoptera musculus*), considerada en peligro de extinción por la UICN, tiene en esta región su punto de llegada final luego del largo viaje desde sus zonas de alimentación en Alaska y el Ártico, y para la ballena jorobada la región es área clave de apareamiento, parto y crianza. Las principales zonas de cría para el león marino de California (*Zalophus californianus*) se encuentran en el Golfo. El lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), considerado vulnerable de acuerdo con la Lista Roja de la UICN y amenazada según la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción de EU, también habita el golfo de California (Morgan *et al.* 2005).

Actividades humanas

Aunque el golfo de California ha mostrado una gran capacidad de resistencia —en parte debida a sus cuencas hídricas costeras y a la topografía submarina que generan el afloramiento de nutrientes—, factores como la pesca, la desviación de agua, la sedimentación y la contaminación han venido alterando los ecosistemas de la región. La disminución de la descarga de agua dulce del río Colorado ha cambiado radicalmente las condiciones ecológicas de lo que solía ser un sistema estuarino importante para la reproducción de los peces, ya que es ahora un área de alta salinidad. Muchos de los problemas de la región se derivan de los agroquímicos y las escorrentías del río Colorado y su cuenca hídrica (Morgan *et al.* 2005).

Los plaguicidas empleados en las áreas agrícolas del Valle de Mexicali, además de los estados de Sonora y Sinaloa, afectan también la calidad del ecosistema (Morgan *et al.* 2005).

La pesca en el Golfo es de primera importancia para las comunidades vecinas y para México en general. Algunas de las especies de pesca comercial en el golfo de California incluyen camarón, garropa (*Mycteroperca jordani*), sardina (*Sardinops sagax*), anchoa, calamar, atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), papagayo (*Nematistius pectoralis*), peto (*Acanthocybium solandri*), dorado (*Coryphaena hippurus*), pez vela

(*Istiophorus platypterus*), marlín azul (*Makaira mazara*) y marlín rayado (*Tetrapturus audax*). Son abundantes y saludables los bancos de pargos, plumas y meros. Durante muchos años la pesca con anzuelo fue compatible con una pesquería sana, dependiente de largos ciclos de vida y décadas de producción de hueva en un ecosistema sujeto a una relativamente escasa fluctuación y perturbación ambiental (CONAPESCA, 2006).

Al reducirse las poblaciones de peces, los pescadores han cambiado a otro tipo de artes pesqueras. Las tasas más altas de mortalidad y la adopción de prácticas pesqueras con redes de malla, arrastre o líneas largas han traído consigo una mucho más rápida reducción en los cardúmenes, cambios en las especies dominantes y pérdida de los grupos de más edad entre los peces de mayor tamaño (Morgan *et al.* 2005).

La explotación está dejando huella en las poblaciones de peces del golfo de California. La pesca de totoaba prácticamente desapareció. Los depredadores superiores han declinado en población y los cardúmenes de especies altamente migratorias (por ejemplo, el marlín, el pez vela o el atún) también están disminuyendo. La pesca excesiva, el tipo de captura, la mortalidad incidental y la destrucción del hábitat en el fondo marino empeoran la situación. La persistencia de la alta mortalidad de los grandes depredadores pelágicos y el cambio a especies de plantívoros en el predominio de la biomasa podría tener efectos sustanciales e irreversibles en la estructura y el funcionamiento de la región, lo que desencadenaría una amplia expansión de ctenoforos, medusas, calamares y peces pelágicos menores (por ejemplo, sardinas y anchoas) (Morgan *et al.* 2005).

La península de Baja California es área de escasa población y pueblos pesqueros. Hasta ahora, el único problema relacionado con el desarrollo ha sido el de los residuos urbanos. El desarrollo urbano, en general, no ha sido una amenaza mayor en la región. Sin embargo, la Escalera Náutica proyecto de megadesarrollo cuyo objetivo es atraer millones de propietarios de barcos a lo largo de la península de Baja California, será cada vez más un problema para la conservación de la biodiversidad. Este gran sistema de puertos, malecones, hoteles, restaurantes, aeropuertos y pistas de aterrizaje, tocará ambas costas y el interior de la península, además de las costas de Sonora y Sinaloa, y, dependiendo de la forma en

que el proyecto se ponga en práctica, podría afectar gravemente la región (Morgan *et al.* 2005).

Corredor Los Cabos/Loreto

La costa del golfo del Corredor de Los Cabos a Loreto está formada por una serie de lagunas e islas, desde la isla Carmen en el mar de Cortés y la ciudad de Loreto en la península, hasta Cabo San Lucas en la punta sur de Baja California. Las profundidades en el litoral de esta área son mucho mayores que en la costa del Pacífico y que en otros lugares de la propia costa del mar de Cortés (Morgan *et al.* 2005).

Hay en el área varias montañas submarinas, por ejemplo, las de Roca Montaña y Gorda. Una de las montañas submarinas más productivas, Espíritu Santo, alcanza más de 890 metros de altura. El área está también flanqueada por fuertes corrientes de marea y vientos, ya que sirve de punto de división entre el mar de Cortés y el océano Pacífico abierto (Morgan *et al.* 2005).

Las especies costeras tienen alto grado de endemismo y la mayoría está amenazada por las actividades urbanas y de turismo (León de la Luz *et al.* 2008; Morgan *et al.* 2005). El arrecife de coral tropical más septentrional en el Pacífico oriental se encuentra en Cabo Palmo (Morgan *et al.* 2005).

La zona es también una de las de mayor endemismo en la región, con sostén para diversas especies, entre otras, el *Montipora fragosa*, coral endémico del área. Cerca del arrecife es posible encontrar grandes concentraciones de peces en reproducción. El área tiene una de las mayores riquezas en peces de arrecife en el golfo de California (Morgan *et al.* 2005) (Sala *et al.* 2002). Varias de las montañas submarinas, entre ellas Espíritu Santo y Gorda, atraen grandes cantidades de peces pelágicos, como el marlín rayado (*Tetrapturus audax*), el marlín o aguja negra (*Makaira indica*) y varias especies de tiburón, lo que la convierte en zona favorita de la pesca deportiva. Se da también la pesca comercial de especies como las anchoas y las sardinas. Durante los años noventa la captura mexicana de anchoetas promedió 3,600 ton anuales (Bergen y Jacobson, 2001; Morgan *et al.* 2005) y la de sardinas promedió 42,000 ton anuales (Wolf *et al.* 2001; Morgan *et al.* 2005). Algunas pesquerías, como la de tiburón y totoaba, se están desplomando a causa de la sobreexplotación (Morgan *et al.* 2005).

Pueden encontrarse en el área mamíferos marinos, entre otros, la ballena de Bryde, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), que reside aquí, y el león marino de California. Es también zona de reproducción y parto para las ballenas azul y gris, luego de su temporada de alimentación de verano en el Ártico, así como zona de cría para la ballena jorobada. Una pequeña colonia de lobos finos de Guadalupe se encuentra en Los Islotes. Ésta es una de las únicas tres colonias que existen de esta especie fuera de la isla Guadalupe (Morgan *et al.* 2005).

En el área se encuentran gran variedad de aves marinas, entre otras, el bobo pata azul (*Sula nebouxii*), el bobo café (*S. leucogaster*) y la gaviota ploma. Es zona de reproducción de varias especies, por ejemplo, el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), que arriba luego de un lejano viaje desde el río Columbia en la frontera entre los estados de Washington y Oregón. La tortuga golfinia anida en esta zona y también, ocasionalmente, la tortuga laúd; sin embargo, la población de esta última se halla en tan crítico peligro que está al borde de la extinción, en parte debido a la mortandad causada por las prácticas pesqueras, como el palangre y el entallamiento, a las que la tortuga se enfrenta durante su migración transoceánica, la de mayor longitud en el mundo para tortugas marinas (Spotila *et al.* 2000; Morgan *et al.* 2005).

Los arrecifes, la alta diversidad de cetáceos, tiburones y tortugas marinas han hecho del área un lugar turístico floreciente. Continúa en aumento la explotación excesiva de los recursos naturales renovables y el daño por usos recreativos, como la pesca deportiva y el turismo. La belleza natural del área es un atractivo para los turistas, pero las prácticas sustentables de las empresas y el apoyo local a la conservación no han logrado arraigo aún (Morgan *et al.* 2005).

Alto Golfo de California

La parte alta del golfo de California es una zona oceanográfica única. El área tiene una de las mareas de mayor longitud en el mundo, con desplazamiento vertical de entre 6 y 9 metros, mientras que la profundidad máxima de la región es de sólo 200 metros. Las temperaturas de la superficie registran grandes variaciones debido a los cambios estacionales, y las aguas son de alta salinidad, sobre todo en las costas poco profundas donde las tasas de evaporación son elevadas. Próxima a la desembocadura del río Colorado, donde el agua hipersalina de las

planicies de marea de la región se encuentra con el agua más fría y menos salina procedente del sur, el área está considerada un estuario inverso ya que la evaporación es mayor que la entrada por precipitación y debido a la mínima entrada de agua dulce del río Colorado (Morgan *et al.* 2005).

Las especies de cordón litoral dominantes son la Atriplex y la Ambrosia, así como la endémica Suaeda puerto penasco que se encuentra únicamente en los estuarios de Sonora (Felger, 2000). Debido a las fosas y cuencas cercanas, esta área experimenta un intenso afloramiento, junto con la fuerte mezcla de marea, lo que genera una de las zonas más productivas del golfo de California. Se practica la pesca comercial, como la de arrastre de camarón y la captura manual por buceo de cangrejo azul (*Callinectes bellicosus*). El área se caracteriza por un alto endemismo, incluidas 22 especies de peces endémicos, entre los que figura la totoaba, en peligro crítico. Una gran variedad de aves marinas, por ejemplo, el bobo café, el rayador americano (*Rynchops niger*) y ocasionalmente la gaviota ploma, anidan en las islas de la zona. La isla Montague es uno de los cinco sitios conocidos de reproducción del charrán o gallito de mar elegante (*Sterna elegans*). La tortuga prieta usa los recursos de la zona para alimentarse, y de vez en cuando llegan a observarse ejemplares jóvenes de caguama en las aguas locales, quizá luego de rutas migratorias con orígenes tan lejanos como Japón (Morgan *et al.* 2005).

El único mamífero marino endémico del golfo de California es la vaquita, pequeña marsopa local. Un estudio reciente menciona que son menos de 600 los ejemplares que subsisten en la población, restringida a un área reducida de la parte alta del Golfo, al norte de Puertecitos (Jaramillo Legorreta *et al.* 1999; Morgan *et al.* 2005).

A pesar de que se ha contado con cierto apoyo local, financiamiento y disponibilidad de información para la gestión y conservación de los recursos, persisten los usos destructivos del suelo costero y los conflictos entre las pesquerías y la conservación. Ello es particularmente agudo en las zonas de pesca comercial donde se ubica la vaquita. El limitado ingreso de agua dulce del río Colorado, como consecuencia de su intensa utilización caudal arriba en Estados Unidos, es una amenaza de primer orden para la estabilidad del ecosistema (Morgan *et al.* 2005).

Grandes Islas del Golfo de California/Bahía de Los Ángeles

Esta región, denominada "las Galápagos de México" por John Steinbeck en El mar de Cortés, se ubica hacia el norte-centro del golfo de California. La zona está formada por un importante grupo de islas en el centro del Golfo, las Grandes Islas, con frecuencia también denominadas islas Midriff, y por Bahía de Los Ángeles, en la costa oriental de la península de Baja California. Bahía de Los Ángeles está formada por colinas y planicies de barro, en tanto que las Grandes Islas están bordeadas de arrecifes escarpados. Muchas de las islas se formaron al tiempo de su separación original de la península aunque algunas, como la isla Partida, son de origen volcánico (Morgan *et al.* 2005).

El fondo del océano del área está recubierto por fosas y cuencas. Las dos cuencas a lo largo de la isla Ángel de la Guarda y la isla San Lorenzo tienen 1,650 y 800 metros de profundidad, respectivamente (Morgan *et al.* 2005).

De estas formaciones en el piso del océano resulta un importante afloramiento; por ejemplo, la fosa que corre desde la isla Pelicano, en la parte alta del golfo de California, hasta el extremo norte de la cuenca Wagner, en las islas Midriff, es un afloramiento que genera ricas aportaciones de nutrientes (Morgan *et al.* 2005).

Están presentes también fuertes corrientes de marea y viento, lo que da por resultado una mayor productividad. Bahía de Los Ángeles experimenta corrientes costeras y ello, aunado a su forma, hace que sea una zona de retención. El área en su conjunto se caracteriza por una productividad de biomasa considerablemente elevada y por un alto grado de diversidad biológica y endemismos (Morgan *et al.* 2005).

Los bancos de peces en desove y la gran abundancia de peces pelágicos, por ejemplo, sardinas y anchovetas, que en conjunto representan miles de toneladas de la captura mexicana actual, son únicamente dos de las razones del éxito de las pesquerías locales. El mérgulo Craveri (*Endomychura craveri*), pez endémico de México que figura como vulnerable en la Lista Roja de la UICN, anida en la isla San Esteban y la isla Tiburón, entre otros sitios. La isla Rasa es hogar de 90 por ciento de la población mundial en reproducción de gaviota ploma (alrededor de 150,000 parejas) y hasta 95 por ciento de la población mundial en reproducción de charrán elegante (BirdLife International, 2000;

Morgan *et al.* 2005). Pueden encontrarse en el área más de 50 especies de aves, incluido el pelícano café que llega desde zonas tan al norte como el río Columbia en Estados Unidos (Morgan *et al.* 2005).

Las bahías y el área en torno de las islas son también zonas importantes de alimentación e invernación para tortugas marinas que pasan parte del año en el Golfo (prieta, caguama y golfina). En la Bahía de Los Ángeles pueden encontrarse tiburones ballena (Morgan *et al.* 2005).

En la zona se da una singular asociación biótica de mamíferos marinos, que incluye la ballena azul, el delfín común (*Tursiops truncatus*) —que busca alimento en el área— y una importante población de leones marinos que anida en territorio de Baja California Sur, al oeste de la isla Ángel de la Guarda (Morgan *et al.* 2005).

A lo largo del territorio continental, la sobreexplotación de recursos, la alteración y contaminación de la costa y el daño por uso recreativo son mínimos, pero crecientes, aunque en las grandes islas del golfo de California se espera que estas amenazas sigan siendo menores (Morgan *et al.* 2005).

Humedales de Sonora, Sinaloa y Nayarit/ Bahía de Banderas

Esta zona, a lo largo de las costas de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Jalisco, incorpora los remanentes de algunos de los más importantes humedales a lo largo del litoral mexicano, incluido el sistema Marismas Nacionales, humedal designado por la Convención de Ramsar. Estos humedales proporcionan valiosas funciones al ecosistema, incluida la estabilización de las costas y la captura de sedimentos, así como la fijación de nutrientes y la recarga de acuíferos. Altata-Ensenada Pabellón, Piuaxtla-Huiza, Marismas Nacionales y Bahía Banderas son cuatro de los más grandes sistemas de manglares en la región. Tanto Altata-Ensenada Pabellón como Bahía Santa María incorpora lagunas costeras que se extienden en planicies de marea y bosques de manglar. Bahía de Banderas contiene una gran diversidad de hábitats y su costa, al igual que la de Piuaxtla-Huiza, está flanqueada por un litoral escarpado y playas arenosas. Situado entre los ríos Mayo y Fuerte, la costa de Agiabampo se recubre de manglares. La alta productividad de dichos humedales resulta en una exportación de biomasa que nutre todo el golfo de California y hace que esta Área Prioritaria para la Conservación sea una importante zona de alimentación,

reproducción y crianza para numerosos peces comerciales, como las sardinas, y diversos invertebrados. La acuicultura de camarón, que está bien desarrollada, genera un sustento económico para los pobladores, pero también considerables amenazas ambientales para el área (Morgan *et al.* 2005).

Marismas Nacionales y las playas adyacentes en esta región son sitios de anidación para tortugas marinas, como la prieta y la golfina. Los pantanos de agua dulce de Marismas Nacionales son también lugar de residencia de varias especies de cocodrilos. Los humedales del área son un corredor importante de alimentación y reproducción para gran cantidad de aves migratorias marinas y acuáticas, como el ganso negro, la espátula rosada (*Ajaia ajaja*), el ostrero americano (*Haematopus palliatus*) y el chorlo nevado (*Charadrius alexandrinus*) (Morgan *et al.* 2005).

Al menos 30% de las aves costeras de la ruta migratoria del Pacífico que se reproducen en Alaska, el oeste de Canadá y Estados Unidos invernán a lo largo de la costa de Sinaloa. Los manglares de Nayarit y Sinaloa contienen altas concentraciones de aves migratorias, y el litoral sonoreño alberga más de 120 especies de aves, 73 por ciento acuáticas. Bahía de Banderas y Bahía Santa María son lugares de destino para varias especies de ballenas con largas migraciones, luego de sus viajes desde zonas de alimentación en el norte. Bahía de Banderas es sitio de reproducción de la ballena jorobada, y Bahía Santa María de crianza y reproducción de la ballena gris (Morgan *et al.* 2005).

La contaminación, explotación excesiva y degradación del uso del suelo, por ejemplo, la destrucción de los humedales para cultivo de camarón, son problemas crecientes en el área (Morgan *et al.* 2005).

Islas Marías

También denominadas islas Tres Marías y la cercana isla Isabel están ubicadas costa afuera, alrededor de 100 km al sur de Mazatlán y unos 70 km al oeste de San Blas en Nayarit. Las casi yermas islas son de origen volcánico, con elevaciones que alcanzan hasta 600 metros, y en ellas residen muchas especies endémicas, incluidos un coral de aguas poco profundas (*Porites baueri*) (Carricart y Horta, 1993), el conejo de Tres Marías (*Sylvilagus graysoni*), —en peligro de extinción (Lista Roja de la UICN)— y el murciélago café (*Myotis findleyi*). Más aún, varias de las especies de coral

de estas islas son endémicas. Las islas son parte de la Reserva de la Biosfera Islas Marías y la mayoría de los habitantes son presos federales que pueblan la de mayor tamaño, la María Madre (Morgan *et al.* 2005).

En el área se generan afloramientos ricos en nutrientes, de las aguas profundas que rodean los volcanes y de las profundidades de hasta dos kilómetros de la cercana Bahía de Banderas. Ello da origen a un área productiva que genera pesca deportiva de especies como el pez vela y el atún. También habitan la zona tortugas marinas, entre otras, la prieta, que se alimenta de las algas que se encuentran en las costas escarpadas de las Tres Marías. Las aves marinas abundan y la zona es un punto importante en la ruta migratoria de muchas de ellas (Morgan *et al.* 2005).

Son varias las aves marinas que anidan en la isla Isabel, por ejemplo, fregatas (*Fregata spp.*) y bobos café y pata azul. También habita las islas el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), considerado en peligro por la UICN. Son varios los mamíferos marinos que cruzan el área, pero los más notables son el delfín común de hocico corto (*Delphinus delphis*) y la ballena jorobada. Luego de su migración desde sus zonas norteñas de alimentación, ésta se aparea, reproduce y pare en las islas Marías y la isla Isabel, sus hábitats clave (Morgan *et al.* 2005).

Si bien las especies invasoras representan una amenaza para las especies endémicas de las islas, en general la amenaza antropogénica a las islas es baja, en la medida en que la población es escasa (Morgan *et al.* 2005).