

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

**“GENERACIÓN DE INDICADORES DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL
DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE”**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA APLICADA
PRESENTA:

Ing. Amb. Cristian Hugo Rodríguez Gómez

Matrícula: 2202802473

COMITÉ TUTORAL

Director

Dr. Luis Amado Ayala Pérez

Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco

Asesor

M. en C. Alfonso Esquivel Herrera

Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco

Asesor

Dr. Daniel G. Pech Pool

Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche



Ciudad de México, 2025

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Metropolitana

A la Maestría en Ecología Aplicada

A mi Comité Tutorial

A CONACYT por la beca proporcionada con número de CVU 1076171, con la finalidad de realizar dicho posgrado

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se habría podido realizar sin la colaboración de muchas personas que emplearon y aportaron parte de sus conocimientos para poder desarrollar dicho proyecto, así que agradezco a todas ellas que formaron parte de él.

Quisiera expresar mi agradecimiento al Dr. Jorge Castro Mejía, por ser la primera ventana hacia el posgrado dándome la oportunidad de compartir su tiempo y espacio para conversar y proporcionarme la confianza de postularme como aspirante al posgrado.

Quedo especialmente agradecido al Dr. Luis Amado Ayala Pérez, un director ejemplar, con una calidad científica magnífica, me dirigió de la mejor manera y que a pesar de la situación vivida a través de la temporada del posgrado y ser tan compleja, me proporcionó su apoyo en todo momento y que aún sin conocerme me dio la gran oportunidad de dirigirme confiando en mí, dándome la pauta para aportar ideas y parte de mis conocimientos adquiridos para obtener este resultado.

Estoy muy agradecido con el M en C. Alfonso Esquivel Herrera por todo el apoyo y el aporte de sus conocimientos mediante las lecturas, los comentarios y ese tiempo en donde me asesoró, principalmente en la parte socioeconómica, dedicando esa paciencia dejándome una enseñanza invaluable.

Agradezco al Dr. Daniel G. Pech Pool por sus grandes aportes al proyecto, además de ser ese vínculo entre la Universidad Autónoma Metropolitana y Ciudad del Carmen, así como agradecer el apoyo que me brindo en la estancia en Ciudad del Carmen, compartiéndome parte de sus múltiples conocimientos.

A la Universidad Autónoma del Carmen por abrirme las puertas de su casa de estudio en conjunto con el Dr. Rolando Gelabert Fernández, vínculo importante y guía para presenciar la Reunión del Consejo Asesor que se llevó a cabo a través de La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

También agradezco a la Dra. Brenda Iliana Vega Rodríguez, que me alentó y apoyó en momentos complicados para continuar avanzando en el proyecto.

Agradezco a todos mis profesores del posgrado en Ecología Aplicada, los cuales, día con día me aportaron sus diversos conocimientos dando paso a mi crecimiento académico e intelectual, haciéndome una persona integral.

Por último y no menos importante agradezco y reconozco a la persona que ha sido mi pilar en los últimos meses de mi vida y posteriormente en la recta final de este proyecto, Guillermo Salvador Gómez, que me otorgó su apoyo incondicional y una motivación constante para concluir este ciclo académico de la mejor manera posible.

DEDICATORIA

Este proyecto sin duda alguna lo dedico a mi completamente, por el simple hecho de salir de la zona de confort y haber experimentado nuevos retos, que aparentemente se dice fácil, sin embargo, realizar una investigación en medio de un caos total, no fue nada sencillo, por ende, el concluir este ciclo académico, me llena de orgullo y satisfacción; siendo ejemplo de entrega, dedicación y resiliencia.

*“La confianza en uno mismo es el primer peldaño para
ascender a la escalera del éxito”*

Ralph Waldo Emerson

PREFACIO

En la actualidad, los ecosistemas costeros se encuentran bajo diversas presiones ambientales y antrópicas, lo que genera una disminución significativa en las funciones y servicios ambientales que ofrecen. El Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) mantiene una gran biodiversidad de flora y fauna marina y terrestre que proveen diversos servicios ecosistémicos.

El APFFLT integra por cuatro sistemas fluvio-lagunares Candelaria-Panlau, Chumpan-Balchacah, Pom-Atasta y Palizada-del Este, donde se conservan algunos de los ecosistemas más vulnerables de esta región. Su degradación se ha generado a partir diversas actividades de desarrollo, como el cambio de uso de suelo, la explotación pesquera, la explotación petrolera dentro de la Sonda Campeche, la contaminación acuática, las actividades agrícolas como el cultivo de arroz, la ganadería extensiva, la deforestación, etc.

Por lo anterior la presente investigación, da un acercamiento de las condiciones socioambientales y sus interacciones con el componente antrópico, con lo cual permite la generación de propuestas de vigilancia, monitoreo, manejo, restauración y/o conservación de los ecosistemas asociados a estos sistemas fluvio-lagunares.

Se comienza con una breve introducción que contempla el marco teórico y conceptual sobre los sistemas estuarinos, la Laguna de Términos, los diferentes componentes ambientales, para determinar la importancia de calcular y obtener índices de vulnerabilidad socioambiental que nos permiten conocer las condiciones actuales de la zona.

El capítulo uno comprende la identificación de indicadores de vulnerabilidad de las principales actividades asociadas al uso de recursos del Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche, en donde se abordó la metodología para evaluar condiciones socioeconómicas y socioambientales a través de los años por medio de los indicadores de importancia: Índice de Desarrollo Humano (IDH) e Índice de Huella Humana (IHH), los cuales nos permiten determinar presiones antropogénicas y con ello un diagnóstico.

El capítulo dos se enfoca en el análisis de la información recabada en la aplicación de los indicadores de respuesta que permiten evaluar las diversas presiones antropogénicas, sobre la evaluación del Índice de Huella Humana, en el que se observan las presiones ejercidas por los cambios de uso de suelo a partir de un marco histórico de las diferentes actividades que se desarrollan en las zonas que confluyen en ambos sistemas. Por último, se evalúan las condiciones de Desarrollo Humano, el cual, determina la relación de las presiones antrópicas que se ejercen en los municipios aledaños al Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche.

En el tercer capítulo, se describe la realización de la transferencia de conocimiento, la cual consiste en la integración de información, su intercambio y discusión con investigadores y estudiantes del Programa Educativo Licenciatura en Biología Marina en el marco del foro por el Día Mundial del Medio Ambiente, llevado a cabo en la Universidad Autónoma del Carmen.

Con esta investigación se espera que, a partir de los datos generados, se tenga un marco de las condiciones ambientales, sociales, y económicas actuales que prevalecen en el Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche y permita a los tomadores de decisiones integrar esta información en los planes y programas de vigilancia, monitoreo, restauración y conservación.

Cristian Hugo Rodríguez Gómez

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar, construir y discutir indicadores socioambientales para la cabecera estuarina Pom-Atasta en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar e interpretar las distintas características socioambientales asociados al sistema Pom-Atasta.
2. Construir una base de datos con registros estadísticos de las principales actividades socioeconómicas asociadas al uso de recursos del sistema Pom-Atasta.
3. Construir una base de datos con registros socioambientales que influyen en las variables de estado del sistema Pom-Atasta para identificar tendencias de cambio.
4. Transferir los resultados a los principales actores sociales involucrados con la toma de decisiones sobre el uso y conservación de recursos naturales del área de estudio.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
Identificación y caracterización de indicadores de vulnerabilidad de las principales actividades socioeconómicas y socioambientales asociadas al uso de recursos en el Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche.....	1
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
Laguna de Términos, una región natural socio-ambientalmente vulnerable	4
Planificación demográfica y ordenamiento territorial en laguna de Términos	5
Área de estudio.....	6
OBJETIVO	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
Metodologías descriptivas: características y aplicaciones.....	8
Metodologías explicativas: comprendiendo causas y efectos	8
Metodologías correlacionales: análisis de relaciones.....	8
RESULTADOS	8
Situación ambiental en la región	9
Actividades productivas del APFFLT	10
Actividad Petrolera.....	10
Actividad Pesquera.....	11
Actividad Agrícola y Pecuaria	12
Asentamientos Humanos.....	13
Turismo	13
DISCUSIÓN	14
CONCLUSIÓN	16
LITERATURA CITADA.....	17
 CAPÍTULO 2	 21
Identificación de las principales fuentes de impactos antropogénicos asociados al municipio del Carmen y Palizada para la determinación del Índice de Desarrollo Humano e Índice de Huella Humana.	21
RESUMEN	21
INTRODUCCIÓN	23

Caracterización de las actividades económicas	24
Relevancia de los indicadores	25
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	26
Índice de Huella Humana (IHH)	28
OBJETIVOS.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	29
Índice de Huella Humana (IHH)	34
RESULTADOS	37
Índice de Desarrollo Humano.....	37
Índice de Huella Humana.....	40
DISCUSIÓN	49
Índice de Desarrollo Humano.....	49
Índice de Huella Humana.....	51
CONCLUSIÓN	55
LITERATURA CITADA	57
 CAPÍTULO 3	 62
Transferencia de tecnología para el desarrollo del Área Natural Protegida laguna de Términos, Campeche, mediante propuestas de mejora en los diversos sectores ...	62
RESUMEN	62
INTRODUCCIÓN	64
OBJETIVO	65
MATERIAL Y MÉTODOS	65
RESULTADOS	67
Componentes del programa de manejo	70
DISCUSIÓN	77
CONCLUSIÓN	77
LITERATURA CITADA	78
ANEXOS.....	80

CAPÍTULO 1

Identificación y caracterización de indicadores de vulnerabilidad de las principales actividades socioeconómicas y socioambientales asociadas al uso de recursos en el Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche

RESUMEN

A lo largo de la historia, los municipios de Carmen y Palizada han sufrido alteraciones por las diferentes actividades humanas. Estos impactos se han acumulado reduciendo la capacidad de recuperación de los ecosistemas y la provisión de bienes y servicios ambientales. En los últimos años, se ha propiciado un desarrollo en el ámbito de los indicadores, esto con el fin de llevar a cabo una toma de decisiones, particularmente por las dependencias gubernamentales, que en su mayoría son las encargadas de mantener y conservar gran parte de nuestros recursos **socioeconómicos y socioambientales**. En el presente capítulo se aborda la metodología para evaluar condiciones **socioeconómicas y socioambientales** a través de los años, los cuales nos permitieron determinar las presiones antropogénicas y con ello realizar un diagnóstico previo del sitio.

Palabras Clave: Antropogénicas, Municipio de Carmen, Metodología, Palizada, Presiones, Socioambiental, Socioeconómico.

ABSTRACT

Throughout history, the municipalities of Carmen and Palizada have suffered alterations due to different human activities. These impacts have accumulated, reducing the recovery capacity of ecosystems and the provision of environmental goods and services. In recent years, development has been promoted in the field of indicators, this in order to carry out decision making, particularly by government agencies, which for the most part are in charge of maintaining and conserving a large part of our socioeconomic and socioenvironmental resources. This chapter addresses the methodology to evaluate socioeconomic and socioenvironmental conditions over the years, which allowed us to determine anthropogenic pressures and thus a prior diagnosis of the site.

Keywords: Anthropogenic, Carmen, Methodology, Palizada, Pressures, Socio-Environmental, Socio-Economic.

INTRODUCCIÓN

La percepción de la población ante los fenómenos del cambio climático (lluvias, huracanes e inundaciones) en la región Laguna de Términos, sugiere que esta zona ha estado sometida a condiciones de precariedad socioeconómica, como lo muestra el estudio que se ha dado en el Área Natural Protegida (ANP) denominada Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT), la cual se encuentra localizada en el estado de Campeche y abarca los municipios de Carmen y Palizada.

Esta importante área ecológica es el hábitat de muchas de las especies nativas y migratorias y ha sido afectada por actividades industriales y por descargas de aguas residuales, deforestación de manglares y la descontrolada actividad de agricultura que han degradado la calidad del agua en ambas lagunas y comprometen su condición en el futuro (Ruiz-Marín et al., 2009).

El APFFLT, es una denominación que recibió la región como resultado de la presión social ejercida por actores locales, con la cual este territorio fue declarado una de las áreas de protección más importante del país. (Universidad Autónoma de Campeche , 2015). La región es una de las zonas hidrológicas más importantes en el estado de Campeche, se ubica en la zona costera, entre el Río San Pedro y San Pablo al occidente y se identifica una importante área acuática y otra continental que albergan a las localidades que se han asentado para el aprovechamiento de los recursos naturales que en ésta existen. La pesca es una de las actividades mas representativas ya que en las riberas de los diversos cuerpos de agua se asientan comunidades que han hecho de la pesca su forma de vida, coexistiendo con otras actividades productivas como la ganadería y la agricultura como parte complementaria y otras de mayor importancia, como lo es la actividad petrolera, aunque ésta impacta mayormente en Ciudad del Carmen.

La costa sur de Campeche es una región prioritaria para realizar evaluaciones ambientales y ecológicas precisas con fines de caracterizar y conservar hábitats prioritarios de diversas especies vegetales y animales.

La importancia del APFFLT radica en que es un espacio geo-histórico, social, cultural y geoestratégico para el presente y futuro de la región sureste de México, razón por la cual el Estado de Campeche ha instrumentado procesos de planeación territorial, que al menos desde finales de la década de los 80 a la fecha, ha buscado regular sus usos y actividades económicas desarrolladas como la, ganadería, la pesca y la petrolera, entre otras (Solano Palacios *et al.*, 2018).

La caracterización biológica y ambiental del sistema lagunar, ayuda a establecer las bases teóricas y metodológicas sobre el manejo sustentable de los recursos naturales locales aprovechables de manera directa e indirecta; y al mismo tiempo sirven para generar un nuevo conocimiento teórico sobre los procesos ecológicos locales. Así mismo, la caracterización ambiental es importante para la evaluación de los indicadores que nos presenta la zona y su relación con las actividades humanas.

Laguna de Términos, una región natural socio-ambientalmente vulnerable

Desde la perspectiva teórica, se entiende por vulnerabilidad socioambiental al proceso complejo que incluye aspectos sociopolíticos y ecológicos, el cual mide riesgo y daño que los procesos biofísicos y sociales pueden ocasionar a la población y los ecosistemas, por tanto, la vulnerabilidad constituye la interfase de la exposición a amenazas al bienestar humano y la capacidad de las personas y comunidades para enfrentarla. Así, en la vulnerabilidad humana se integran muchos más problemas ambientales que tienen una dimensión social, económica y ecológica.

La región conforma un conjunto de hábitats críticos para especies de importancia comercial, así como para especies amenazadas, es una región rica en recursos naturales lo que ha propiciado que se genere un esquema de aprovechamiento por comunidades que, por el número de habitantes y las actividades que desempeñan, predominantemente pueden caracterizarse como comunidades rurales; por otra parte, localidades como Ciudad del Carmen, San Antonio Cárdenas, Nuevo Progreso, Atasta, Isla Aguada y Palizada se consideran urbanas, pues éstas funcionan como áreas comerciales y de servicio. En esta amplia región, destacan en su mayoría las zonas rurales con altos grados de marginación en donde las

condiciones de los habitantes son precarias y está ausente la planificación urbana y de servicios públicos.

En síntesis, la región en estudio debe su dinamismo económico a la actividad extractiva de hidrocarburos y no precisamente a un modelo de modernización de su estructura productiva. En clara continuidad con una historia económica caracterizada por el predominio de actividades orientadas al exterior y poco articuladas con el resto de la estructura productiva de la zona, el crecimiento económico experimentado durante las tres últimas décadas ha sido un subproducto de la actividad petrolera. Este sector, con escasos eslabonamientos productivos con el resto de la economía del municipio, ha sido durante 30 años el principal motor del crecimiento económico de la región (Solano y Frutos, 2013).

En este capítulo abordaremos la concepción de la percepción del riesgo por parte de la población como la asociación de valores, actitudes y conocimientos relacionados con el riesgo en zonas de alta marginación. Se coincide en la necesidad de buscar un nivel más profundo y detallado a escala regional a fin de entender cada una de las dimensiones que están asociadas al problema del cambio climático tal y como lo señala Álvarez Gordillo *et al.*, (2016).

Planificación demográfica y ordenamiento territorial en laguna de Términos

El suelo en términos de su naturaleza espacial es considerado una entidad física; pero si se mira desde una perspectiva más amplia, abarca ciertos recursos naturales como el agua (recurso en abundancia dentro de la región). Estos componentes están organizados en ecosistemas que permiten una variedad de servicios indispensables para mantener la integridad de los sistemas sustentadores de la vida y la capacidad productiva del ambiente. Las crecientes necesidades humanas y el aumento de las actividades económicas ejercen una presión cada vez mayor sobre los recursos que se encuentran en Laguna de Términos, debido a que ocasionan conflictos, que conllevan a un uso impropio del mismo y sus recursos.

Los recursos terrestres se utilizan con una diversidad de fines interrelacionados que pueden competir entre sí, en consecuencia, conviene planear y ordenar todos los usos en forma integral. La integración debe considerar todos los factores ambientales, sociales y económicos (como, por ejemplo, las repercusiones de los diversos sectores económicos y sociales sobre el medio ambiente y los recursos naturales).

La combinación del crecimiento de la población mundial y la producción con modalidades de consumo no sostenibles causa presiones cada vez más graves sobre la capacidad del ecosistema. Esos procesos interactivos afectan el uso del agua, el aire, la energía y otros recursos, hay ocasiones que la gestión no se ejecuta correctamente, las ciudades que crecen rápidamente tropiezan con grandes problemas ambientales. El aumento del número de habitantes y el tamaño de las ciudades exigen que se preste mayor atención a cuestiones de gobierno local y/o municipal. Los factores humanos han sido elementos fundamentales para el examen de red de relaciones, que deberían tenerse en cuenta adecuadamente al formular políticas amplias para el desarrollo sostenible. En esas políticas se debería prestar atención a las relaciones entre las tendencias y los factores demográficos, la utilización de los recursos, la difusión adecuada de la tecnología y el desarrollo (CEPAL,2007)

En las políticas de población debería reconocerse también la influencia de los seres humanos sobre el ambiente y el desarrollo.

Área de estudio

La Laguna de Términos, Campeche, se localiza en la zona costera del estado de Campeche en México, entre el río San Pedro y el San Pablo al occidente y se ubica en los municipios del Carmen, Palizada y Champotón. Es el sistema lagunar estuarino de mayor volumen de descarga de agua dulce, sedimentos terrígenos y el más extenso en el país.

La laguna de Términos está incluida en la provincia fisiográfica de la llanura costera del Golfo y la península de Yucatán (Gutiérrez-Estrada y Castro del Río, 1988; Ortega, 1995). Se ubica entre los meridianos 91° 10' y 92° 00' de longitud oeste y los paralelos 18° 20' y 19° 00' de latitud norte; en el estado de Campeche, al sur del Golfo de México (Fig. 1). Es una de las lagunas costeras más grandes de México, presenta una longitud de 70 km de largo y 28 km de ancho, con un área aproximada de 1662 km² y una profundidad media de 4 m (Ayala-Pérez et al., 2015).

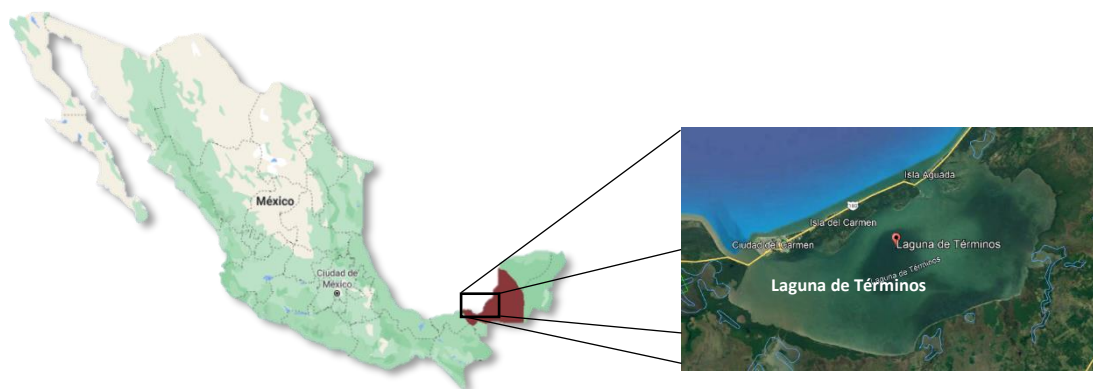


Figura 1. Ubicación Laguna de Términos, Campeche

OBJETIVO

1. Identificar e interpretar las distintas características socioambientales asociados al sistema Pom-Atasta.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación representa un estudio descriptivo, bajo un enfoque metodológico que combina procedimientos cualitativos y cuantitativos para poder analizar e interpretar la información obtenida. En este tipo de investigación se describen las características importantes de Laguna de Términos Pom-Atasta.

Para la ejecución de este proyecto se requirió de diversos métodos de investigación haciendo uso de las distintas fuentes de información como páginas web, libros, documentos de investigación de diferentes casas de estudio, artículos relacionados

al sitio del área de estudio y la participación directa de la Universidad Autónoma de Ciudad del Carmen (UNACAR).

Metodologías descriptivas: características y aplicaciones

Las metodologías descriptivas tuvieron como meta principal observar y describir fenómenos sin intervenir. A través de esta metodología, se pudo presentar una realidad más aproximada de la situación actual en La Laguna de Términos, Campeche, hablando sobre características, comportamientos y actitudes de un grupo o fenómeno particular ocurridos en torno al área.

Metodologías explicativas: comprendiendo causas y efectos

Las metodologías explicativas nos ayudaron a establecer relaciones de causa y efecto, permitiéndonos responder preguntas del tipo «¿por qué ocurre esto?». Esta metodología fue de suma importancia debido a que es una metodología prevalente ya que, nuestro estudio cuenta con características de estudios aplicativo, experimental, donde se manipularon variables para observar el impacto que tienen unas con otras.

Metodologías correlacionales: análisis de relaciones

Estas metodologías se aplicaron para estudiar la relación entre dos o más variables sin manipularlas. A través de esta aproximación, logramos identificar patrones y correlaciones que podrían no ser obvios a simple vista. Es importante recordar que la correlación no implica causalidad, lo que significa que, aunque dos variables puedan estar relacionadas, no necesariamente una causa la otra.

RESULTADOS

Desde la época prehispánica (siglo XVI), la Laguna de Términos tuvo una importancia para el aprovechamiento de recursos naturales y de comunicación para las poblaciones tanto en el sistema lagunar principal como por sus vías fluviales de los ríos Palizada, Candelaria, Chumpán, San Pedro y San Pablo y el estero de Sabancuy. Posteriormente fue considerada una zona importante de explotación de palo de tinte y maderas preciosas (Lerciche Guzmán, 2001).

Situación ambiental en la región

Como parte integral del proceso histórico de la conservación en México, en el APFFLT, al cumplir 21 años de su declaratoria se busca evaluar y actualizar el conocimiento sobre: los procesos de manejo y conservación, sus inventarios de flora y fauna, realizar un seguimiento de las mismas, conocer el cambio de uso de suelo y vegetación, el impacto y programas de crecimiento, las actividades productivas, los asentamientos humanos, y los programas de desarrollo de los tres órdenes de gobierno dentro de la misma y en su zona de influencia.

El sector académico a través de las diferentes instituciones (UNACAR, EPOMEX-UAC, UNAM, UAM, UJAT, entre otras), sigue aportando conocimiento sobre la región, tanto en proyectos que abonan al manejo integrado de la región, como estudios sobre especies amenazadas (jaguar, mangle y especies invasoras), cada vez con mejor coordinación con la CONANP para atender también lo señalado en el Programa de Manejo (INE/SEMARNAP, 1997).

En este contexto, los indicadores ambientales constituyen una herramienta básica de información ambiental. Son útiles para comunicar información científica y técnica a los tomadores de decisiones y al público en general para que les permita tener una participación más activa y sustentada sobre la problemática ambiental. Asimismo, son una herramienta importante para identificar las fuerzas motrices que contribuyen tanto al mejoramiento o la degradación de las condiciones ambientales, como a la evaluación de los alcances de las metas establecidas en los programas encaminados a la protección y al uso sostenible del ambiente (CEPAL, 2007)

El tema de indicadores ambientales ha sido abordado por diversas instituciones, con diferentes conceptos, objetivos y alcances, lo que ha producido confusión, sobre todo en los nuevos desarrolladores. La intención de este documento no es abrir una discusión profunda y detallada acerca de los planteamientos teóricos y prácticos referentes a los indicadores, más bien pretende mostrar en esta sección las herramientas básicas que deben considerarse para desarrollar un sistema homogéneo, armónico y útil (Sustentarse, 2020).

Actividades productivas del APFFLT

En la APFFLT existen diversas actividades humanas derivadas de la industria petrolera, pesquera y agropecuaria, las cuales han tenido un desarrollo sólido a través de los años, gracias a Ciudad del Carmen, ya que es el principal centro de población del área protegida y de hecho una de las dos localidades económicamente más importantes del Estado de Campeche, sin embargo estas actividades han ocasionado deterioros ambientales que han afectado a algunas poblaciones naturales de flora y fauna dominantes en la laguna a través de artes de pesca dañinas al ambiente como el arrastre, la explotación de hidrocarburos y actividades forestales, que han perjudicado la estructura de los ecosistemas, el reto fundamental de cumplir con la misión del concepto de Área Natural Protegida, es poder equilibrar el crecimiento de asentamientos, la diversificación de actividades productivas y sus efectos asociados, con el mantenimiento de los ecosistemas y que conforman el APFFLT.

Actividad Petrolera

En el caso de PEMEX, y sus servicios asociados, han tenido tanto impacto directo productivo por la extracción de hidrocarburos, como ambiental, económico y social de la región, situación que debe ser revalorada y estudiada con la participación no solo de especialistas sino también de la sociedad y la CONANP, para mantener el equilibrio entre conservación y desarrollo de los ecosistemas presentes, el mantenimiento de los servicios ambientales, y los programas de actividades productivas que se nutren de los propios recursos naturales y deben de impactar lo menos posible en la calidad de vida de los asentamientos presentes en la región de laguna de Términos, con visión de largo plazo.

En donde si ha ocurrido impacto indirecto creciente por cambio de suelo, es en el aumento en los asentamientos de empresas y servicios asociados a la actividad petrolera, ya que se tiene en la sonda de Campeche a las plataformas petroleras, ocurriendo una expansión tanto en la parte urbanizada antigua de occidente de la Isla de Carmen, con proyectos habitacionales, libramiento carretero, rellenos, así

como, incendios forestales en su zona continental en los municipios del Carmen y Palizada.

Esto también de forma indirecta ha incluido la presión del cambio de uso de suelo en la isla para uso habitacional y de servicios. Como muestra de la dinámica poblacional, los datos de INEGI, señalan que en 2010 había 221 094 habitantes en el municipio del Carmen (169 466 en la isla del Carmen 77% de la población municipal y 472 hab/ km²) (INEGI, 2011). mientras que en 1990 había 136 000 en el municipio. Esto está implicando una presión importante sobre la isla, un fuerte cambio en el uso del suelo, asentamientos y servicios con aumento de su vulnerabilidad ante los impactos de eventos hidrometeorológicos y a mediano y largo plazo a los efectos de cambio climático por elevación del nivel del mar.

Por otra parte, tomado en consideración el análisis con respecto a la conservación y manejo sustentable del APFFLT, es importante que PEMEX mantenga sólo una actividad de mantenimiento y seguridad en su infraestructura localizada dentro del APFFLT, sin realizar extracción de hidrocarburos, y que por otro lado pueda apoyar programas de monitoreo ambiental de mediano y largo plazo en una zona de influencia de su infraestructura, bajo los términos de referencia que la CONANP genere, para dar seguimiento y evaluación de posibles impactos directos e indirectos de contaminantes asociados a actividades dentro y en la zona de influencia del APFFLT y que pueden ayudar a tomar acciones preventivas y/o correctivas para el bienestar socioambiental y socioeconómico.

Actividad Pesquera

Tradicionalmente las actividades pesqueras han sido una de las bases económicas de las comunidades asentadas en los alrededores de la Laguna de Términos, y alcanzaron su pleno auge en la década de los cuarenta. La actividad pesquera de mayor presión a la biota y sedimentos de la Laguna de Términos es el arrastre para la captura de camarón, por otra parte, la Dirección del APFFLT pone atención en las comunidades de los ríos de Palizada, Candelaria y Mamantel, ya que promueven vigilancia para evitar atraviesen artes de pesca a lo ancho de estos ríos. Espacialmente la actividad pesquera tiene su incidencia en la subzona de

preservación acuática, tanto en los ecosistemas fluviales como estuarinos y marinos del APFFLT y su zona de influencia, principalmente para camarón con la problemática de la captura de juveniles.

Actualmente esta actividad se encuentra en una crisis cuyos orígenes son de carácter económico y ecológico. Por ejemplo, recientemente la comercialización del ostión y camarón ha disminuido en forma considerable debido al problema del cólera, causando desequilibrios en las organizaciones que se dedicaban a la explotación de ese recurso. Entre los principales problemas detectados en el diagnóstico de esta actividad productiva se encuentran la pesca ilegal, el deficiente manejo y administración del recurso pesquero y la influencia negativa que ejercen sobre ella las actividades urbanas y de la industria petrolera. Otros problemas son la inadecuada organización del sector, la falta de conocimiento científico y técnico de los recursos, la introducción de especies exóticas y la deforestación del manglar.

Actividad Agrícola y Pecuaria

Históricamente esta actividad agregada a la ganadera ha sido el principal agente detonador de cambio de uso de suelo, no solo en Campeche sino en todo el país. Para el caso del APFFLT la actividad arrocerá en los municipios de Palizada y Carmen, principalmente en la zona continental sur de influencia es una fuente potencial de riesgo de contaminación a la columna de agua, sedimentos y organismos de los ecosistemas acuáticos del APFFLT, principalmente en el río Palizada, su sistema fluvio lagunar Palizada-del Este-San Francisco y la propia Laguna de Términos. También se realiza actividad ganadera en el resto de las microrregiones de Nuevo Campechito-San Antonio Cárdenas-Atasta-Puerto Rico; isla Aguada-Sabancuy; Mamantel-Aguacatal; y Palizada. Se recomienda que la actividad ganadera realice un estudio integral, el cual pueda generar, conforme a expertos en el tema, propuestas e iniciativas de proyectos que permiten desarrollar una actividad agrícola y pecuaria sustentable asentadas en un humedal costero con el reconocimiento de su convivencia dentro de un área natural protegida, para disminuir de forma sostenida, el cambio de uso de suelo y posteriormente el impacto de erosión eólica y erosión hidráulica (CONANP, 2010).

Asentamientos Humanos

La principal presión por asentamientos humanos, la conforma Ciudad del Carmen, que es la cabecera municipal. Es el segundo asentamiento de mayor densidad en el Estado de Campeche con 221 094 habitantes, (INEGI 2011). Este núcleo poblacional totalmente urbano de alta densidad, localizado en el extremo occidente de la isla de barrera de la laguna de Términos, por la demanda de servicios y la generación de desechos (sólidos y líquidos), es el principal factor de presión para el APFFLT. La generación de desechos sólidos en un relleno sanitario que no funciona de forma óptima, y la no disponibilidad de un sistema de drenaje, alcantarillado y sistema de tratamiento y disposición final, hace que, en la columna de agua de litoral interno de la isla del Carmen, se registre los valores rebasados de la calidad del agua, particularmente en lo referente a coliformes fecales. Si bien, el programa de manejo del APFFLT, desde 1995, dejó establecido que no se debería autorizar ningún asentamiento más en la isla del Carmen y que toda obra de infraestructura a desarrollar se consultara con la Dirección del APFFLT, esto desafortunadamente no se cumplió y ha sido un factor para incrementar la insustentabilidad y vulnerabilidad de la isla del Carmen (Villalobos Zapata et al., 2002 y Posada Vanegas et al., 2013), si a esto se agrega el peligro por incremento del nivel medio del mar, la intensidad del nivel de precipitaciones y los efectos del paso de un evento meteorológico extremo (precipitaciones pluviales cortas pero intensas, tormenta tropical, huracanes), queda acentuado ese incremento en el riesgo y la vulnerabilidad a la población y a su patrimonio, quedando solo los bordes de la isla donde se localiza mangle, como el ecosistema a conservar y proteger en cuanto a su sistema hidrológico de agua dulce que le proporciona su existencia.

Turismo

Los diversos ecosistemas tanto terrestres como acuáticos existentes en el APFFLT, tienen diferentes atractivos de naturaleza y playa que han sido y están siendo utilizados, pero es importante se adecue y desarrolle un programa propio de turismo conforme a la normatividad de la CONANP y de acuerdo con los usuarios interesados en promover el turismo, que principalmente debe ser de naturaleza (CONANP, 2007). A continuación, se describe el turismo que se promueve por

microrregión: Micro-región Carmen. Turismo de negocio y de playa de media densidad (Playa Norte) y baja densidad (litoral externo de isla del Carmen desde su zona central hasta extremo oriental de la isla del Carmen, conocido como Puerto Real), con construcciones tipo palafito. Micro-región Isla Aguada. Turismo de naturaleza para avistamiento de delfines y aves en el corredor isla Aguada- boca de Pargos (oriente de laguna de Términos en desembocadura de los ríos Candelaria y Mamantel), turismo de playa de baja densidad tanto en isla Aguada como frente a la entrada del poblado de Sabancuy. Aquí es importante salvaguardar todo el litoral en sus primeros 100 m desde la zona de máxima marea, debido a que es una importante zona de desove de la tortuga carey. Por parte del gobierno municipal, se busca impulsar conjuntamente con la ciudadanía y la CONANP, un programa de protección de delfines en la laguna de Términos y estructura un programa para construcción de capacidades humanas y de infraestructura para turismo de naturaleza y particularmente delfines y avistamiento de aves (Chuich, 2011; Bazúa y Delgado, 2014). Micro-región Palizada. Turismo de naturaleza combinando la categoría de “Pueblo Mágico”, promoviendo el uso sustentable de la vía fluvial, junto con pesca deportiva bajo el esquema de torneo de pesca deportiva de programación anual y en el mediano o largo plazo el esquema de turismo rural.

DISCUSIÓN

En el siglo XX, entre los años de 1920 y 1930 se registraron las primeras actividades económicas importantes en la Isla del Carmen, constituida por el auge y consolidación del cultivo de coco, se presentó su mayor éxito durante la época de los sesenta, durante esta actividad productiva se registró una densidad de cultivo de 143 palmeras de coco/hectárea, lo que provocó con esta transformación una pérdida directa de la vegetación de duna, mangle, etc. (Cabrera, 2011).

Durante los años 40's se inició una de las más significativas actividades pesqueras, la extracción de camarón en la sonda Campeche, esta actividad fue una de las más relevantes a nivel nacional e internacional, permitió marcar un crecimiento considerable en las actividades económicas de la región, ya que la Laguna de Términos se consideró como una de las zonas de mayor importancia para la cría de juveniles de camarón (Hernández y Gutiérrez, 2015). La Ciudad del Carmen fue un

sitio de gran aprovechamiento de camarón, el cual contribuyó con el 7% de la producción de camarón del Golfo de México, con lo cual la transformación se incrementó paulatinamente. Durante este periodo la densidad de desarrollo de asentamientos humanos mantuvo un incremento considerable en el occidente de la Isla, así como en la rivera de río Palizada y en las localidades de Puerto Rico, Atasta, Pom, San Antonio Cárdenas y Nuevo Campechito, (Vadillo-López, 2008; Villalobos, 2015).

En la década de los 70's en Ciudad del Carmen se comenzó la explotación de hidrocarburos en la sonda Campeche, pasó de una economía pesquera a una economía petrolera (Vadillo-López, 2008). Esta actividad generó una gran cantidad de empleos, sin embargo, estos empleos los obtenían en su mayoría trabajadores de lugares ajenos a la zona, lo que provocó la inmigración de una gran cantidad de personas hacia estos sitios. Este proceso de desarrollo económico y de inmigración a la Ciudad del Carmen y sus alrededores generó una acelerada transformación local, lo que indujo a cambios en la vida de la población y en el ambiente circundante (Cabrera, 2011; Hernández y Gutiérrez, 2017; Pérez *et al.*, 2018).

Otras actividades importantes, aunque en menor proporción son las actividades agrícolas y pecuarias. La actividad ganadera a lo largo de la historia detonó el cambio de uso de suelo en la región. Las principales zonas que presentaron esta actividad fueron: Nuevo Campechito, San Antonio Cárdenas, Atasta, Puerto Rico; Isla Aguada, Sabancuy, Mamantel, Aguacatal y Palizada (Mendoza *et al.*, 2015).

En los municipios de Palizada y El Carmen mantienen entre sus principales actividades el cultivo extensivo de arroz, el cual induce de manera indirecta la eutrofización y contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos y en los organismos de los sistemas acuáticos durante la fertilización de este cultivo. Estos cultivos se presentan en la zona sur del sistema fluvio lagunar Palizada-Del Este, San Francisco y la propia Laguna de Términos (Villalobos, 2015).

CONCLUSIÓN

El APFFLT es un “estandarte” en materia de ANP costeras, la sociedad organizada, el ciudadano independiente, la gobernanza y los sectores productivos, deben seguir siendo la base para la construcción, evaluación, seguimiento y difusión de los resultados del proceso de su manejo en coexistencia con el área estratégica, para lograr contribuir a mitigar y adaptar estos ecosistemas y sus comunidades humanas presentes ante los impactos de cambio socioambiental y socioeconómico, con la finalidad de disminuir su vulnerabilidad y trabajar colectivamente para generar oportunidades emergentes que combinen conservación, responsabilidad corporativa o sectorial y sustentabilidad.

Es claro que, el cambio ambiental que impacta la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas está forzando cambios sociales, donde la tasa de urbanización, nuevas actividades productivas y cambio de uso de suelo, impactan al APFFLT. Por otro lado es importante señalar que trabajar conjuntamente para lograr que la mayoría de las personas que habitan el APFFLT, logren un consentimiento libre, previo e informado con relación a proyectos de manera responsable para el sector de sus múltiples actividades socioambientales y socioeconómicas, debido, a que es una influencia para lograr una equilibrio equitativo, justo e imparcial, que permita cumplir el objetivo de conservación y las aspiraciones humanas de un desarrollo dentro del área.

LITERATURA CITADA

- Agraz-Hernández C., Osti J., Chan C., Arriaga V., Martínez J., Acosta J., Castillo S., Gómez D., Reyes J., Conde P. y Martínez J. K. 2015. Grado de Conservación del Ecosistema de Mangle en la Laguna de Términos, Campeche: Propuesta de Políticas ambientales y acciones de restauración.117-132pp. En: Ramos Miranda J., y Villalobos Z. G.J. 2015. Aspectos socio ambientales de la región de la laguna de Términos, Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 210p.
- Aguirre-León A., y Díaz-Ruiz S. 2006. Estructura de tallas, madurez gonádica y alimentación del pez *Diapterus Rhombeus* (Gerreidae) en el sistema fluviodeltáico Pom-Atasta, Campeche, México. *Revista de biología tropical*. 54(2), 599-611.
- Aguirre-León A., Díaz-Ruiz S., y Ramírez-Huerta, A. B. 2010. Ecología de peces dominantes costeros tropicales. Estudio para el sistema fluvio-deltáico PomAtasta, Campeche. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, 210p.
- Asociación Española de Ecología Terrestre , 2006. Uso de Indicadores de Presión-Estado-Respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa, SE, España. *Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiental*, pp. 107-114.
- Ayala-Pérez L.A., Ramos-Miranda J. Flores Hernández D., Sosa López A., y E. Martínez Romero G. 2015. Ictiofauna marina y costera de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco. 502p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2012[Consultado el 5 de febrero de 2024]. Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/10848/078007024_es.pdf
- Díaz Mancheno, P. A., 2015. Desarrollo de un sistema de indicadores de desarrollo ambiental para la conservación del páramo de la comunidad de San José de Tambo Tablón, Provincia del Napo. Quito, Ecuador : Universidad Internacional SEK.

- Economipedia, 2020. Índice de Desarrollo Humano. [En línea]
Available at: <https://economipedia.com/definiciones/indice-desarrollo-humano.html>
[Último acceso: enero 2022].
- Enviroment, Cánada, 1993. Modelo Presión - Estado - Respuesta. [En línea]
Available at: http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana4/Generalidades_PER.pdf
[Último acceso: 15 Agosto 2020].
- Geografía (Colombia), C. d., (2016). Eventos. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía [en línea]. 25 (2), 299. [Consultado el 16 de abril de 2024]. Disponible en: doi: 10.15446/rcdg.v25n2.58802
- Gutiérrez E., M. y A. Castro R., 1988. Origen y desarrollo geológico de la laguna de Términos. 89-110pp.En: Yañez-Arancibia A., DAY J. W. JR. (EDS.). Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Sureste del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos. UNAM-OEA. 518p.
- Guttman Sterimberg, E., Zorro Sánchez, C., Cuervo de Forero, A. & Ramírez, J. C., 2004.[En línea]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c0df97fc-43da-4671-a61f-96b5d36d7a88/content> [Consultado el 5 de febrero de 2024]
- Huella Humana - IDEAM [en línea], (sin fecha). INICIO - IDEAM. [Consultado el 5 de febrero de 2024]. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/huellahumana1text=Implementar%20el%20Índice%20de%20huella,si%20requieren%20de%20esfuerzos%20adicionales>.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato , 2012. Sistema de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad. [En línea]
Available at: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/micro/siasseg/modeloper.php>
[Último acceso: 15 Agosto 2020].
- Instituto de Geografía , 2017. Aportes Teóricos metodológicos para un Sistema de Alerta Temprana de conflictos socio ambientales. Experiencias en torno al Proyecto Mirador, Ecuador. Investigaciones Geográficas , Issue 93, pp. 61-75.
- Kingsley Davis, M. B., 2020. Resources, Environment and Population. European Journal of Population / Revue Européenne de Démographie, pp. 389-391.

- López Blanco, J. & Rodríguez Gamiño, M. d. L., 2009. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales . En: Desarrollo de Indicadores Ambientales y de Sustentabilidad en México . México: Instituto de Geografía (UNAM), pp. 15-26.
- Miranda J. y G. J. Villalobos Zapata (Eds.). Aspectos Socioambientales de la Región de la Laguna de Términos Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 210p.
- Naciones Unidas (UNDP), 2007. Indicadores Ambientales de Desarrollo , Santiago, Chile : Naciones Unidas (CEPAL).
- Naciones Unidas , 2004. Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el distrito Capital de Bogotá., Bogotá, Colombia : Nacione Unidas (CEPAL).
- OCDE, 2020. How's Life?, 2020: MeasuringWell-Being. [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1787/9870c393-en>. [Último acceso: 30 Septiembre 2020].
- Ruiz-Marín, A., Campos-Garcia, S., Zavala-Loría, J. & Canedo-López, Y., 2009. Hydrological aspects of the lagoons of atasta and pom, Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, X(1), pp. 63-74.
- Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales , 2016. Conjunto Básico del Desempeño Ambiental. [En línea] Available at: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores19/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual2.html [Último acceso: 30 09 2020].
- Solano Palacios, E. & Frutos Córtez, M., 2013. Pobreza y escolaridad en colonias marginadas de Ciudad del Carmen Campeche.. [En línea] Available at: <s/kryzt/Downloads/PobrezayescolaridadencoloniasmarginadasdeCiudaddelCarmen.pdf> [Último acceso: 26 10 2020].
- Solano Palacios, E., Martínez Beberaje, R. J. & Frutos Cortés, M., 2018. Vulnerabilidad socioambiental en laguna de términos. En: J. G. Zamora, ed. Impacto Socio-Ambiental, territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo.. Ciudad de México : UNAM, pp. 323-337.

- Universidad Autónoma de Campeche, Ramos Miranda, J., & Villalobos-Zapata, G. J. (2015). *Aspectos socioambientales de la región de la Laguna de Términos, Campeche* (Primera edición.). Campeche, Campeche: Universidad Autónoma de Campeche.
- UNDP (Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas), 2007. Indicadores Ambientales de Desarrollo , Santiago, Chile : Naciones Unidas (CEPAL).
- Villalobos-Zapata G. J. 2015. Conservación y manejo del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos” (1994-2015). 1-20pp. En: Ramos-Miranda J., y Villalobos Z.G.J. Aspectos Socioambientales de la Región de la Laguna de Términos, Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 210.

CAPÍTULO 2

Identificación de las principales fuentes de impactos antropogénicos asociados al municipio del Carmen y Palizada para la determinación del Índice de Desarrollo Humano e Índice de Huella Humana.

RESUMEN

Los municipios aledaños al Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche, se han visto alterados por las diferentes actividades humanas a lo largo de su historia. Al evaluar las condiciones actuales de dos de los sistemas que integran esta área, distintos indicadores permiten determinar las presiones antropogénicas actuales. En el presente capítulo se evaluaron las condiciones socioeconómicas y socioambientales considerando las principales presiones e impactos antropogénicos en ambas zonas a partir del Índice de Desarrollo Humano (IDH) e índice de Huella Humana (IHH). El análisis de IDH registró una amplia brecha de desigualdad social, económica, de educación y salud entre los municipios de Carmen y Palizada. Se determinó que en ambos municipios mantienen decrementos significativos en los últimos años de IDH entre 0.68 y 0.78 respectivamente, esta relación implica una relación intrínseca entre la desigualdad social, la degradación ambiental y el aumento demográfico. El incremento del IDH a partir de la mejora de las condiciones socioambientales locales permitirá minimizar las presiones ambientales. El análisis del IHH demostró que las zonas adyacentes presentan un grado de transformación entre media, alta y muy alta, la mayor transformación se registró en la zona externa del ANP que influye directamente en la cobertura de manglar del SPE, Por otra parte, se observó que el municipio del Carmen cuenta actualmente con un 67.42 % de presión antropogénica debido a las transformaciones sucedidas a través del tiempo. Para el municipio de Palizada se puede concluir que cuenta con un mayor impacto antrópico dado por un 96 % de la superficie total del área.

Palabras Clave: Económica, Educación, Pom-Atasta, Palizada Del Este, Presiones, Salud, Transformación.

ABSTRACT

The Pom-Atasta (SPA) and Palizada-Del Este (SPE) systems have been altered by different human activities throughout their history. By evaluating the current conditions of both systems, different indicators allow us to determine the current anthropogenic pressures. In this chapter, the socioeconomic and socioenvironmental conditions were evaluated considering the main anthropogenic pressures and impacts in both zones based on the Human Development Index (HDI) and the Human Footprint Index (HFI). The HDI analysis registered a wide gap social, economic, education and health inequality between the municipalities of Carmen and Palizada. It was determined that both municipalities maintain significant decreases in the last years of HDI between 0.68 and 0.78 respectively, this relationship implies an intrinsic relation between social inequality, environmental degradation and demographic increase. The increase in HDI from the improvement of local socio-environmental conditions will allow environmental pressures to be minimized. The analysis of the HDI showed that the adjacent zones present a degree of transformation between medium, high and very high, the greatest transformation was registered in the external zone of the PNA that directly influences the mangrove coverage of the SPE, On the other hand, it was observed that the municipality of Carmen currently has 67.42 % of anthropogenic pressure due to the transformations that have occurred over time. For the municipality of Palizada, it can be concluded that it has a greater anthropogenic impact given by 96 % of the total surface of the area.

Keywords: Economic, Education, Pom-Atasta, Palizada Del Este, Pressures, Health, Transformation.

INTRODUCCIÓN

El área de protección de flora y fauna Laguna de Términos (APFFLT) en el estado de Campeche, al igual que otras muchas áreas naturales protegidas posee un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, las diversas actividades antropogénicas como la pesca, la agricultura y la explotación petrolera, ejercen una fuerte presión sobre los ecosistemas que se encuentran en esta zona (Rivera-Arriaga, 2015).

Los diversos estudios realizados en la Laguna de Términos para su conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales indican que esta presenta una gran presión antropogénica, lo que provoca desequilibrios en los procesos ecosistémicos presentes en esta laguna (Yáñez-Arancibia et al., 2009).

En la actualidad la actividad pesquera es uno de los factores que generan mayor presión a la biota y a los sedimentos de la Laguna de Términos y sus cabeceras aledañas a los ríos Palizada, Candelaria. La principal especie por la que se ha destacado la pesquería de la Laguna de Términos es la extracción de camarón, siendo esta laguna el sitio de desarrollo de juveniles de diversas especies (Villalobos, 2015).

Otra de las principales actividades que determina la vulnerabilidad de estas cabeceras estuarinas es la actividad petrolera, la cual surge en los años setenta, y se desarrolló la explotación petrolera en la zona de Campeche, ya que es la zona considerada como la más importante en explotación de petróleo y de gas natural (Ramos-Miranda et al., 2006). Esto propicia impactos indirectos por cambio de uso de suelo, principalmente por los nuevos asentamientos de empresas y servicios asociados a la actividad petrolera, lo cual genera la expansión poblacional principalmente en Isla del Carmen, donde se desarrollan grandes proyectos habitacionales, e infraestructura de caminos, rellenos sanitarios, desechos sólidos y líquidos. Consecuentemente, esto genera la contaminación del APFFLT y sus alrededores como son los municipios del Carmen y Palizada (Bach et al., 2005; Villalobos, 2015).

Aunado a esta actividad se encuentran los diferentes daños ambientales históricos provenientes de los derrames petroleros, los cuales impactaron a la dinámica ecológica de la región, en particular las costas de la Laguna de Términos, y provocaron impactos ambientales, económicos y sociales desde el año 1979 (García-Cuéllar et al., 2004; Kuc-Castilla et al., 2015).

Así mismo, la Laguna de Términos presenta una gran problemática relacionada con el calentamiento global. La vulnerabilidad de esta laguna costera está relacionada con la elevación del nivel medio del mar (Torres-Rodríguez et al., 2011). Los estados de Quintana Roo y Tabasco son sitios vulnerables por el incremento del nivel del mar, al afectar entre un 6.58 y 9.47% de su superficie (Ramos et al., 2016), las zonas de costa de Campeche se verían más impactadas en un escenario con una elevación del mar de entre 8 y 13 cm, lo que provocaría afectaciones en la península de Atasta, e Isla del Carmen. Sin embargo, si el nivel medio del mar se eleva 33 cm la región comprendida por la Laguna de Términos sería declarada bahía para el año 2100, se reducirían las áreas que comprenden a los sistemas Pom-Atasta (Torres-Rodríguez et al., 2011).

Caracterización de las actividades económicas

El municipio de Carmen en Campeche se localiza en la parte suroeste del estado, y es uno de los municipios más importantes del estado y del país, debido a que se considera como un municipio básico que favorece la economía de México, y esto gracias a su actividad principal, pertenece a la producción del petróleo.

La extensión territorial total que tiene el municipio de Carmen es de 9,720.09 Km². Ciudad del Carmen es un lugar que ha destacado por la buena economía que ha logrado desarrollar con el tiempo, gracias a la participación de sus habitantes, los cuales, han sido activos y han sabido aprovechar los recursos que tienen en su región, además del clima y de las características del suelo (Cabrera, 2011)

Su economía también ha contribuido a la mejora de todo el estado; de acuerdo con el **sector primario** se denomina actividades productivas a la extracción como hidrocarburos fósiles y obtención de materias primas (Agricultura, ganadería,

silvicultura y pesca), sus recursos naturales son los que figuran en primer lugar, en donde hace mucho tiempo se inició con la bonanza derivada de la explotación del palo de tinte y del chicle, después se dio la pesca del camarón (SEMARNAP, 1997).

Debido a ciertas actividades se han detectado diversos problemas relacionados al ambiente, el manejo de los recursos naturales, así como la problemática existente en las actividades productivas primarias (agrícolas, pecuarias, pesca) que se realizan en la zona. Los productores destacaron las afectaciones que, por un lado, los fenómenos climáticos como sequías e inundaciones o biológicos como plagas e introducción de especies exóticas y por otro lado los de origen antrópico, como la contaminación urbana, la deforestación e incendios tienen sobre los recursos naturales y sobre los sistemas agropecuarios. Finalmente, se hace hincapié sobre la carencia de servicios adecuados en la comunidad, lo cual está relacionado con el acceso al agua potable o con las afectaciones de las vías de comunicación debido a tormentas e inundaciones (CEPAL, 2012)

En la actualidad. Ciudad del Carmen es considerada como uno de los lugares de mayor importancia en el estado, debido a que cuenta con una excelente posición geográfica, lo que contribuye a continuar mejorando económicamente.

Por otra parte, el municipio de Palizada se caracteriza por tener varios sectores desarrollados uno de los más importantes es la agricultura, ya que, en dicho lugar la tierra se encuentra distribuida de manera adecuada, haciendo que sus características permitan el cultivo de arroz considerada como la actividad principal de la zona. Palizada forma parte de una región atípica por sus condiciones climatológicas, geográficas e hidrológicas, lo que permite por temporadas que la producción ganadera repunte en todos los sentidos.

Relevancia de los indicadores

Los indicadores de desarrollo socioeconómicos y socioambientales pueden interpretarse como un sistema de señales que facilitan evaluar el progreso de zonas específicas. Los indicadores son herramientas concretas que apoyan el trabajo de diseño y evaluación de política pública, fortaleciendo decisiones informadas, así

como la participación ciudadana, para impulsar hacia mejoras continuas de cuidado y preservación de nuestros recursos (Economipedia, 2020).

Es importante mantener presente los indicadores, ya que constituyen un tema que aún se encuentra en proceso de desarrollo en vías tecnológicas, con la finalidad de obtener resultados más certeros.

Al ejecutar ciertos **índices**, lo primero que se debe **señalar**, es que algunas zonas aún no cuentan con un sistema de **indicadores**, por lo tanto, es importante implementarlos y desarrollarlos, ya que, los de carácter ambiental cuentan con mayor relevancia, debido que desde hace varios años se han utilizado como un conjunto de información base para realizar evaluaciones periódicas de desempeño ambiental de los diferentes países que integran la organización, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), mientras que otros, que por lo general se han integrado posteriormente al trabajo de desarrollo , lo están haciendo desde el enfoque de desarrollo sostenible, esto es, incorporando (pero no necesariamente vinculando) las dimensiones económica, social, ambiental e institucional del desarrollo. Se constata una profusión en el desarrollo de **indicadores** de escala o cobertura nacional, en general a cargo de los gobiernos centrales (agencias de medio ambiente o de desarrollo sostenible). Por otra parte, organizaciones de la sociedad civil y agencias gubernamentales sectoriales o territoriales, han desarrollado **indicadores** de sostenibilidad que dan cuenta de fenómenos locales (ciudades), territoriales (cuenca, bahías), temáticos (biodiversidad, aguas) o bien sectoriales (energía, transporte, agricultura) (Cepal, 2012).

Índice de Desarrollo Humano (IDH)

El IDH es un indicador creado por el PNUD que, desde hace tres décadas, da a conocer el grado de progreso de cada país. Este índice se utiliza para seguir la evolución de un país y/o estado a lo largo del tiempo y, por otro, comparar su situación con la del resto de los demás. Así se puede comprender mejor sus opciones de crecimiento y las ayudas que se pueden adjudicar con criterio.

A grandes rasgos, este índice busca aportar luz al nivel de vida que experimenta cada lugar del mundo para así poder enfocar futuros programas de ayuda en diferentes ámbitos, como infraestructuras, proyectos educativos e institucionales.

El IDH constituye un paradigma para la observación del progreso o regresión del desarrollo humano de un área geográfica determinada. Implica una forma de examinar el avance de una comunidad y, por consiguiente, evaluar los resultados de la política públicas implementadas.

El índice está compuesto por tres dimensiones: salud, educación y economía. Tradicionalmente, la dimensión de salud se calcula a partir de la esperanza de vida; la dimensión de la educación a partir de tasa de alfabetización de los adultos y la tasa bruta de matriculación combinada de educación primaria, secundaria y terciaria; finalmente, la dimensión de economía utiliza como insumo el Producto Interno Bruto (PBI).

El IDH que mide el nivel de desarrollo de cada país atendiendo a variables como la esperanza de vida, la educación o el ingreso per cápita, es un indicador nacido de la mano del Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD).

A través de sus mediciones el IDH se encarga de mostrar las posibilidades de crecimiento económico de las sociedades del mundo el modo en que sus estados les facilitan un entorno adecuado o no para dicho objetivo y sus condiciones de vida en general (PNUD, 2020)

A grandes rasgos, este índice busca aportar información sobre el nivel de vida que experimenta cada lugar del mundo para así poder enfocar futuros programas de ayuda en diferentes ámbitos, como infraestructuras, proyectos educativos e institucionales. El indicador fue desarrollado por la ONU en los 90's, para sustituir los análisis de crecimiento previos, que se centraban especialmente en el punto de vista económico (PNUD, 2020).

La ONU mantiene el uso de este índice en continuo trabajo persiguiendo valorar la sostenibilidad y la reducción de los niveles de desigualdad. De este modo, no

solamente se tiene en cuenta el nivel de ingresos y renta de los individuos, sino que también mide temas de educación y condiciones de vida en que se desenvuelven las personas.

Índice de Huella Humana (IHH)

Los diferentes procesos ecológicos en los paisajes y ecosistemas han sido afectados a través del tiempo por las acciones antrópicas. Este impacto se ha acumulado desde hace bastantes años reduciendo la capacidad de recuperación de los ecosistemas y la provisión de bienes y servicios ambientales. En muchos casos ha ocasionado efectos irreversibles sobre la biodiversidad en diferentes escalas como la extinción local. Este impacto se expresa espacialmente sobre el territorio y puede ser cuantificado por medio del IHH.

El IHH permite representar la intensidad del impacto antrópico acumulado sobre los ecosistemas terrestres, indicando en orden ascendente y grado de contribución a la huella humana. Esto significa que la medida en que el IHH se incrementa, mayor es la presión humana sobre los ecosistemas. Este índice puede llegar a incluir la agrupación de tres dimensiones relacionadas con el nivel de disturbio de la intensidad de uso de suelo, tiempo de intervención sobre los ecosistemas y vulnerabilidad (SIAC,2020).

La identificación de tendencias en los patrones espaciales del IHH es una herramienta sólida para encontrar sinergias entre la planificación del uso de la tierra y la conservación de la biodiversidad. La evaluación espacio-temporal de la huella humana permite conocer cambios relevantes en el grado de impacto antrópico y con el paso del tiempo, su monitoreo se puede convertir en una herramienta con un alto potencial para facilitar la toma de decisiones regionales, además de tener el potencial de contribuir a la priorización de las zonas claves a ser restauradas, el ordenamiento frente a tendencias de urbanización, el seguimiento de las estrategias complementarias de conservación y el papel de las áreas naturales protegidas para contener presiones humanas (SIAC, 2020).

OBJETIVOS

1. Construir una base de datos con registros estadísticos de las principales actividades socioeconómicas asociadas al uso de recursos del sistema Pom-Atasta.
2. Construir una base de datos con registros socioambientales que influyen en las variables de estado del sistema Pom-Atasta para identificar tendencias de cambio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Índice de Desarrollo Humano (IDH)

En la actual investigación se presenta la construcción del IDH el cual ayudó a sintetizar el avance promedio de tres aspectos básicos del desarrollo humano, medido en un rango de cero a uno, en el que los valores más cercanos a uno significan un mayor desarrollo humano.

El IDH, nos permitió monitorear el progreso de los municipios que se encuentran aledaños al Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche, ya que, es un instrumento que conjuga la longevidad de las personas, su educación y el nivel de ingreso necesario para una vida digna.

De acuerdo con algunos autores, el PNUD ha tenido éxito en lograr un replanteamiento de la discusión sobre Desarrollo Humano. Esto no sólo es notorio en la serie de artículos publicados a través de estudios, donde se ha aplicado dicho método, sino también en el creciente interés público que han suscitado las distintas versiones de éste, y en la rápida proliferación de Informes de Desarrollo Humano específicos para cada país.

Respecto a este último punto, son más de 120 países que han publicado al menos un Informe propio; alguno de ellos dispone, inclusive, de informes específicos por regiones. También cabe destacar que varias oficinas estadísticas de diversos países publican periódicamente los resultados sobre la evolución del “Desarrollo Humano” (CEPAL, 2012).

Para llevar a cabo el cálculo de IDH, fue necesario extraer previamente la base de datos con registros estadísticos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como del Banco Mundial de México en un intervalo de 25 años (1995-20020) (INEGI, 2020).

Para el cálculo del IDH fue necesario, realizar las mediciones particulares de los índices de dimensión, en donde, se requirió de apoyo de las plataformas de INEGI y Banco Mundial, con la finalidad de recabar y completar datos requeridos para la obtención de datos precisos. Para elaborar los índices (esperanza de vida, educación y PIB), se eligieron los valores mínimos y máximos (límites) para cada uno de los indicadores básicos de acuerdo con los valores establecidos (Fig.1) (PNUD, 2020).

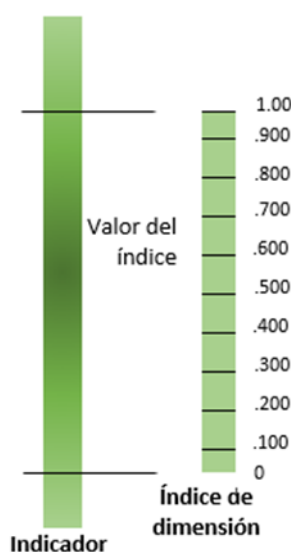


Figura 1. Medidor general para índices de dimensión

El desempeño en cada dimensión se expresó como un valor entre cero y uno, para cuyo efecto se aplicó la siguiente fórmula general:

$$\text{índice de dimensión} = \frac{\text{valor real} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Por otra parte, la medición de los índices de dimensión requiere valores límites, los cuales, el PNUD los proporciona de forma estandarizada. (Tabla 1). Por último, se calculó el IDH como simple promedio de los índices de los componentes.

Tabla 1. Promedios simples de los indicadores (PNUD, 2020)

INDICADOR	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO
Esperanza de vida al nacer (en años)	85	25
Tasa de alfabetización de adultos (%)	100	0
Tasa bruta combinada de matriculación (%)	100	0
PIB per cápita (PPA en US\$)	40.000	100

Índice de Esperanza de Vida

Para obtener el valor real, en este caso no se encontró directamente la esperanza de vida en la base de datos, por lo tanto, se realizó una tabla de vida para la obtención de los valores de la tasa de mortalidad y natalidad; esto con el fin de permitirnos calcular los valores reales de los 25 años en ambos municipios.

Para el cálculo del índice de esperanza se utilizó la formula estandarizada tal y como lo delega el PNUD, el cual, nos permitió medir el logro relativo de la esperanza de vida de ambos municipios.

$$\text{Índice de esperanza de vida} = \frac{\text{valor real} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Donde:

Valor real: Se obtiene directamente de la base de datos de INEGI.

Valor mínimo: Se obtiene de la tabla de promedios simples de los indicadores de dimensión.

Valor Máximo: Se obtiene de la tabla de promedios simples de los indicadores de dimensión.

Índice de Educación

En primer lugar, se calculó el **índice de alfabetización (IA)**, el cual representa el porcentaje de la población que sabe leer o escribir después de determinada edad y el **índice de matriculación bruta combinada (IMBC)**, que indica la cantidad de alumnos matriculados en ese nivel de educación expresada como porcentaje del total de la población del grupo de edades correspondiente a ese nivel.

En donde el valor real se obtuvo de la base de datos del INEGI, para los cuales solo había registros estadísticos quinquenales, por lo tanto, se realizó una extrapolación con el fin de hallar los datos correspondientes del intervalo de años a estudiar, arrojándonos una confiabilidad en un intervalo de entre 1-0.99 con una línea de tendencia lineal.

En este cálculo se midió el logro relativo del área interesada en la alfabetización de adultos y la matriculación bruta combinada en escuela primarias, secundarias y terciarias.

$$\text{Índice de dimensión} = \frac{\text{valor real} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Una vez obtenido el IA e IMBC, se combinaron para crear el índice de educación, con una ponderación de dos tercios para la alfabetización de adultos y de un tercio para la matriculación bruta combinada tal y como se muestra en la siguiente formula dada por el PNUD:

$$IE = \frac{2}{3}(\text{Índice de alfabetización de adultos}) + \frac{1}{3}(\text{Índice de matriculación bruta})$$

Índice Producto Interno Bruto (PIB)

Para obtener el valor real de este índice se extrajeron datos estadísticos del Banco Mundial de México e INEGI, posteriormente se realizó un análisis de varianza, en la cual se tomaron como referencia tres variables que a continuación se describen:

1. La sumatoria de los valores de todos los bienes y servicios finales producidos en los municipios aledaños a la laguna de términos.
2. Se tomó en cuenta el valor a precio de mercado de todas las compras realizadas de bienes y servicios finales.
3. Se incluyó el consumo de hogares, la inversión de las empresas, el gasto del sector público y el valor de las exportaciones netas

Una vez obteniendo los valores correspondientes se logró determinar la existencia de los diferentes comportamientos económicos de una forma más exacta.

Para calcular el índice PIB se utilizó el valor ajustado del PIB per cápita (Paridad del Poder Adquisitivo [PPA] en US\$). En el IDH, los ingresos sirven como sustituto de todas las dimensiones de desarrollo humano reflejadas en una vida larga y saludable y en el conocimiento. Los ingresos se ajustan porque, para lograr un nivel respetable de desarrollo humano, no son necesarios los ingresos ilimitados; por lo tanto, se debe utilizar el logaritmo de los ingresos como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de PIB} = \frac{\log(\text{valor real}) - \log(\text{valor mínimo})}{\log(\text{valor máximo}) - \log(\text{valor mínimo})}$$

Cálculo de IDH

Una vez calculados los índices de dimensión, se determinó el IDH; simplemente calculando el promedio de los tres índices de dimensión conforme a la siguiente ecuación:

$$\text{IDH} = 1/3(\text{índice de esperanza de vida}) + 1/3(\text{índice de educación}) \\ + 1/3(\text{índice de PIB})$$

Por último, el IDH se encarga de marcar los valores en cada uno de ellos entre cero y uno, de menor calificación a más alta, de modo que se clasifica cada lugar en un grupo correspondiente según su nivel de desarrollo (Tabla 2).

Tabla 2. Ponderación Índice de Desarrollo Humano (PNUD, 2020)

Índice de Desarrollo Humano
Desarrollo humano muy alto (“High Human Development”), aquellos con niveles superiores al 0,80.
Desarrollo humano alto (“Medium Human Development”), cuyos niveles rondan entre 0,70 y 0,80.
Desarrollo humano medio (“Medium Human Development”), cuyos niveles rondan entre 0,50 y 0,70.
Desarrollo humano bajo (“Low Human Development”), ya con una valoración inferior a 0,55.

Índice de Huella Humana (IHH)

Se evaluó el IHH para los municipios del Carmen y Palizada, esto permitió determinar la influencia de las actividades a través de la transformación de la tierra en infraestructura (asentamientos humanos regulares e irregulares, zonas productivas (agricultura, acuicultura, silvicultura, y ganadería) y de manera indirecta por los subproductos que podrían dispersarse, lo que nos indica los patrones de modificación del entorno del ser humano que se generan alrededor de los municipios (Wackernagel et al., 2006; González-Abraham et al., 2015).

Para ello se seleccionaron conjuntos de datos espaciales que representan, en la medida de lo posible, todas las diferentes fuentes de modificación humana directa de la superficie terrestre.

Selección de base de datos y resolución espacial

Para la evaluación de este índice se utilizaron los datos de mapas vectoriales digitales adquiridos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México, de uso de suelo de la CONABIO de la serie III (2002) y VII (2020) a escala 1: 250.000, seleccionando todas aquellas áreas identificadas como correspondientes a

asentamientos urbanos (>2500 personas). Los datos para asentamientos no urbanos más pequeños (<2500) se generaron a partir del censo de INEGI de los años requeridos, que muestran información como “ubicaciones” (puntos de datos habilitados por uno o más hogares) con la cantidad de personas que viven en ellos (INEGI,2021).

La modificación humana en cualquier lugar se define por dos factores: intensidad y extensión. La intensidad es el grado en que una actividad en un lugar ha transformado el ecosistema original. Incorporamos el factor de intensidad mediante la asignación de puntajes a las fuentes de modificación humana directa (Ruiz-Marín, et al., 2009; Economipedia, 2020; Colombia, 2020; CEPAL, 2012). La extensión mide la superficie de la actividad humana en un lugar específico. Incorporamos la extensión a través de una decisión de umbral, lo cual quiere decir que trabajamos con un nivel de resolución (500 m) y la dificultad de estimar la extensión areal de cada transformación humana dentro de cada celda, se utilizó un criterio de presencia/ausencia de cada píxel, considerando una actividad como presente en una celda si ocupa al menos la mitad de la celda.

Se realizó el procesamiento y análisis a partir del manejo de los sistemas de información geográfica, bajo una matriz, la cual se construyó con los elementos antes mencionados, con el fin de obtener los registros de los municipios del Carmen y Palizada, los cuales se clasificaron por cambio de uso de suelo y extensión (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de cambio de uso de suelo y extensión de los municipios del Carmen y Palizada.

Carmen	T2 S6 (2021)	Sel	Sab	Agr	Pas	ZU	Veg	CA	Tul	Bos	SVA
T1 S3 (2002)	CUS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sel	10	32205.002	712.387	291.677	2698.501	0.456	11480.229	3.617	171.249	N/A	N/A
Sab	20	50.659	42985.329	1255.951	4830.731	61.094	7178.884	146.251	3.926	N/A	N/A
Agr	30	68.537	53.666	24362.227	863.404	48.168	1731.506	17.549	31.305	88.266	N/A
Pas	40	983.350	897.858	4416.143	145192.597	527.002	34050.759	727.814	4758.473	7.667	N/A
Zu	50	N/A	N/A	27.323	13.170	3546.881	2.721	5.287	0.404	N/A	N/A
Veg	60	332.782	2645.089	4559.858	31062.314	657.629	114300.355	306.058	2170.307	940.560	N/A
CA	70	77.019	78.806	36.917	623.945	3.361	342.561	99142.354	1832.510	N/A	N/A
Tul	80	507.868	2.423	4.478	3602.534	26.464	706.835	1280.232	57212.536	N/A	N/A
Bos	90	N/A	N/A	50.038	101.159	N/A	542.283	N/A	N/A	1621.574	N/A
SVA	100	N/A	N/A	N/A	10.463	N/A	0.121	826.630	N/A	N/A	5937.058

Palizada	T2 S7 (2021)	Sel	Sab	Agr	Pas	ZU	Veg	CA	Tul	Bos
T1 S3 (2002)	CUS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sel	10	17027.334	118.320	835.378	1053.615	N/A	1738.919	1.857	1658.136	1399.088
Sab	20	240.434	7790.513	3942.534	568.083	27.445	2021.662	221.513	4.368	4.582
Agr	30	103.723	33.181	8893.804	81.381	27.989	866.751	N/A	32.624	N/A
Pas	40	459.358	416.243	3540.223	21550.728	111.702	4342.820	345.630	416.760	1097.636
Zu	50	N/A	N/A	N/A	N/A	37.592	N/A	N/A	N/A	N/A
Veg	60	263.168	1631.472	385.097	3712.465	N/A	11348.388	20.864	270.556	1830.687
CA	70	0.419	3.679	N/A	440.897	N/A	71.981	26798.045	1009.622	1090.193
Tul	80	324.273	7.573	44.794	731.853	5.017	1554.657	210.991	56348.527	1450.836
Bos	90	623.633	6.204	1.086	4589.392	N/A	1392.422	63.828	1508.931	17692.280

Se determinaron cinco categorías de IHH, las cuales representan el grado de transformación presente en cada zona, estas categorías fueron clasificadas en: sin transformación, transformación baja, media, alta y muy alta, de acuerdo con las tablas obtenidas anteriormente. Posteriormente se obtuvo el área de transformación de cada categoría, estas áreas fueron graficadas y comparadas para determinar las zonas con mayor transformación, correlacionándolas con las diferentes problemáticas que se presentan en la zona cercana en ambos municipios.

Para mapear un índice de transformaciones antrópicas en primera instancia se seleccionaron todas las categorías que existen en ambos municipios y se le otorgó un puntaje de entre uno y 10 puntos esto en relación con la extensión del área que contaba con una mayor modificación, los cuales se pueden ajustar en paralelo a la elaboración de los mapas, ya que los atributos nos permiten realizar este tipo de acción.

RESULTADOS

Índice de Desarrollo Humano

Se evaluó el Índice de Desarrollo Humano a partir de los datos generados por INEGI para los municipios de Carmen y Palizada, los cuales integran el APFFLT. Este Índice determina las capacidades del proceso de expansión de las libertades de los individuos que les permiten el disfrute de una vida prolongada y saludable, adquirir conocimiento y lograr un nivel de vida digno. El Índice de Desarrollo Humano permite la evaluación de los avances y retrocesos en las condiciones de vida de la población, combina elementos del PIB, la salud, y la educación. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) se evaluó para los años 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, el municipio de Carmen presentó una categoría de muy alto desarrollo humano con valores entre 0.80-0.86 para los años de 1995-2005, posteriormente se observó un índice alto con un intervalo de entre 0.77-0.78 en el periodo de 2010 al 2020; para el municipio de Palizada, se observó un decremento del índice de 0.68 para los años de 2010, 2015 y 2020, dándole una categoría de desarrollo humano medio, sin embargo, existe una categoría alta en los primeros años de estudio (1995-2005) que llegó a intervalos 0.71- 0.77 clasificándolo en una escala de desarrollo humano alto (Tabla 4).

Tabla 4. Índice de Desarrollo Humano de los municipios que integran al APFFLT.

Municipio	Año	Índice de Salud	Índice de educación	Índice producto interno bruto (PIB)	IDH	Ponderación
Carmen	1995	0.80	0.82	0.79	0.80	Muy Alto
	2000	0.83	0.82	0.78	0.81	Muy Alto
	2005	0.89	0.83	0.84	0.86	Muy Alto
	2010	0.90	0.90	0.81	0.78	Alto
	2015	0.90	0.90	0.81	0.78	Alto
	2020	0.91	0.91	0.84	0.77	Alto
Palizada	1995	0.80	0.76	0.66	0.70	Alto
	2000	0.77	0.77	0.64	0.71	Alto
	2005	0.84	0.81	0.70	0.76	Alto
	2010	0.84	0.53	0.70	0.68	Medio
	2015	0.84	0.53	0.70	0.68	Medio
	2020	0.82	0.66	0.68	0.68	Medio

La dinámica del índice representa el cambio del desarrollo que llegan a tener los habitantes de los diferentes municipios, se observa que el municipio de Palizada y llego a escalas medias, lo que implica que el desarrollo en estos municipios tuvo un retroceso, esto determina el cambio y el desarrollo mayor de las actividades primarias y generan una presión diferencial en los ecosistemas circundantes al APFFLT.

El cambio del Índice de Desarrollo Humano para el intervalo de tiempo al cabo de 25 años se representa en las siguientes figuras, donde se observa la influencia que tiene cada municipio y la categoría del IDH con relación a las zonas dentro del APFFLT (Figura 2).

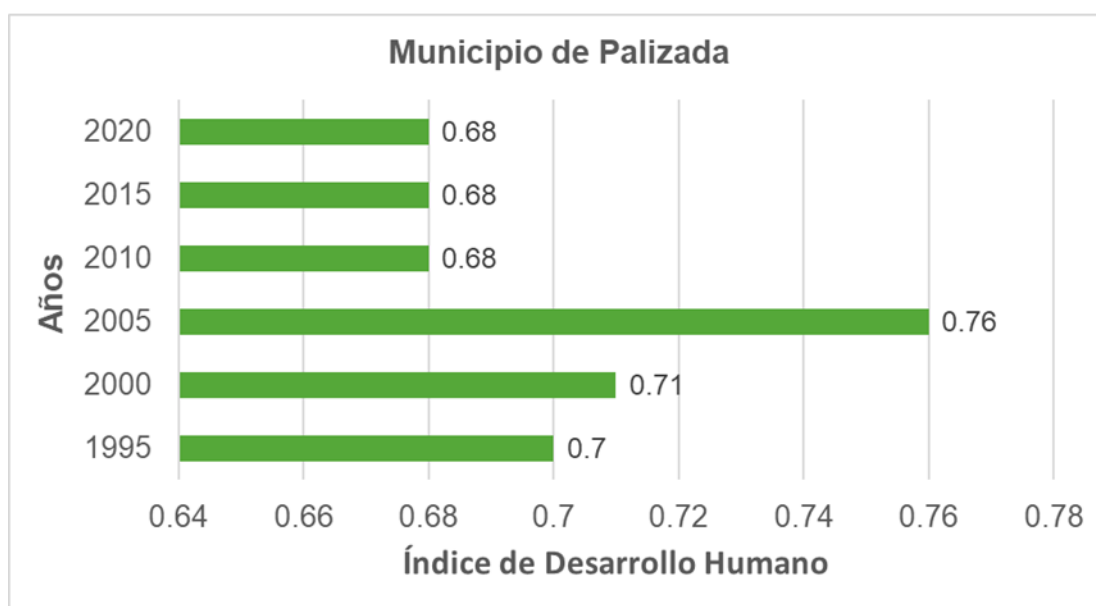
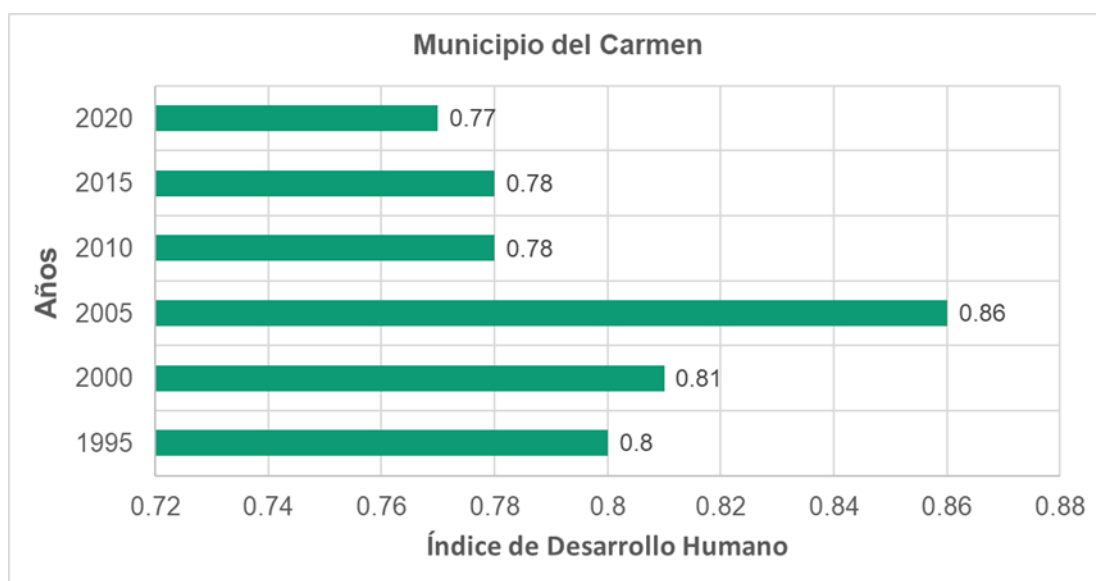


Figura 2. Dinámica del cambio de Índice de Desarrollo Humano de los municipios del Carmen y Palizada en un intervalo de 25 años.

Índice de Huella Humana

Los diferentes procesos ecológicos en los paisajes y ecosistemas han sido afectados a través del tiempo por acciones humanas. Este impacto se ha acumulado en cierta medida desde hace tiempo atrás, reduciendo la recuperación de los ecosistemas y provisión de bienes y servicios ambientales.

En muchas ocasiones el daño es irreversible en diferentes escalas, por lo tanto, el realizar el geoprocesamiento de datos en los Sistemas de Información Geográfica nos permite medir la intensidad de impacto antrópico generado mediante el cambio de uso de suelo.

Por lo anterior se generaron los mapas correspondientes al municipio del Carmen y Palizada en donde se puede observar las diferentes categorías de uso de suelo, así como, la evaluación de la tasa de cambio de ambos municipios, esto con la finalidad de lograr observar el grado de impacto antropogénico que ha ocurrido a través del tiempo y de tal modo obtener el índice de huella humana (Fig. 3 a, b, c, d).

Para el municipio del Carmen se obtuvo una tasa de cambio para las áreas de agricultura de riego, bosque y sabana de un 1%, debido a las presiones antropogénicas, así mismo las mayores transformaciones se presentan en el área de selva, el cual representa tan solo el 2%, por el contrario, se pudo definir que las áreas de cuerpos de agua, pastizal cultivado permanente, sin vegetación, vegetación aparente, tular y zona urbana presentan menos del 1% de transformación (Fig. 4 a, b).

Por otra parte, el municipio de Palizada nos arrojó una tasa de cambio de un 8% en zona urbana, porcentaje que nos indica que ha habido una transformación significativa en 19 años, posteriormente se observa un incremento del 2% en agricultura, así como un 1% en la cobertura de selva y sabana; por último y no menos importante hubo algunos cambios en los cuerpos de agua, pastizal, popal y tular por debajo del 1% (Fig. 4 c, d).

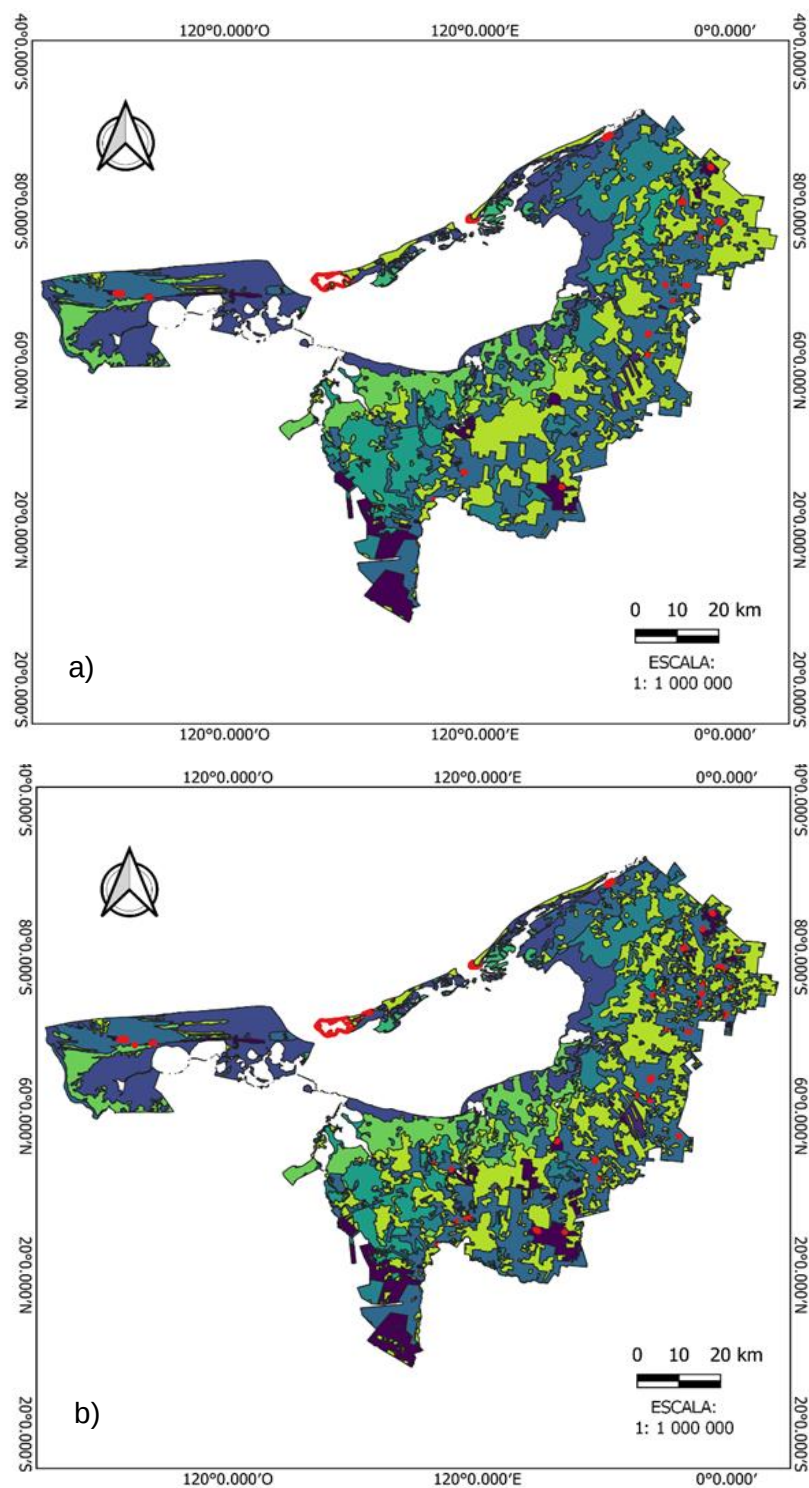


Figura 3 (a, b). Cobertura de uso de suelo del municipio del Carmen de los años 2002 y 2021.

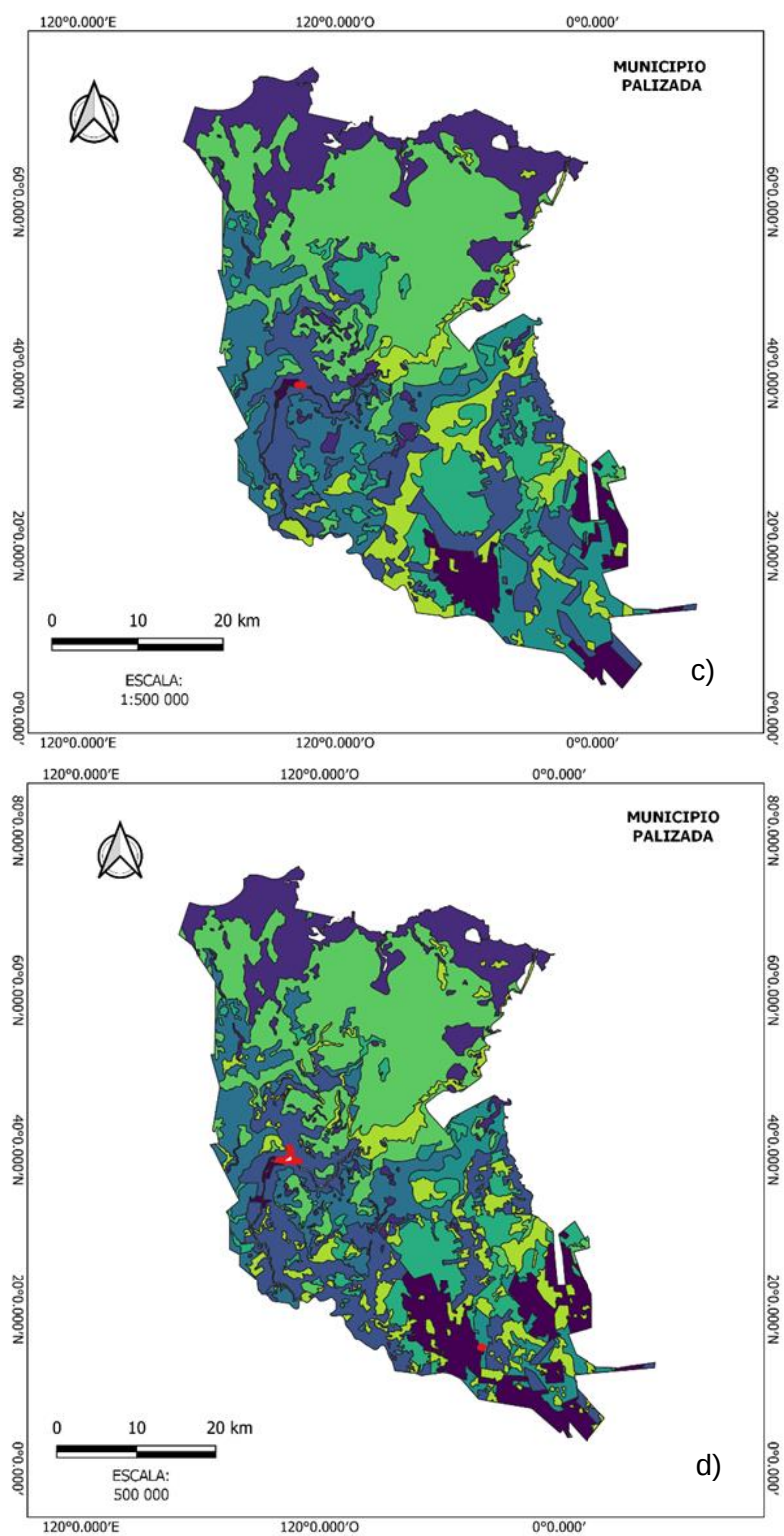


Figura 3 (c, d). Cobertura de uso de suelo del municipio de Palizada de los años 2002 y 2021.

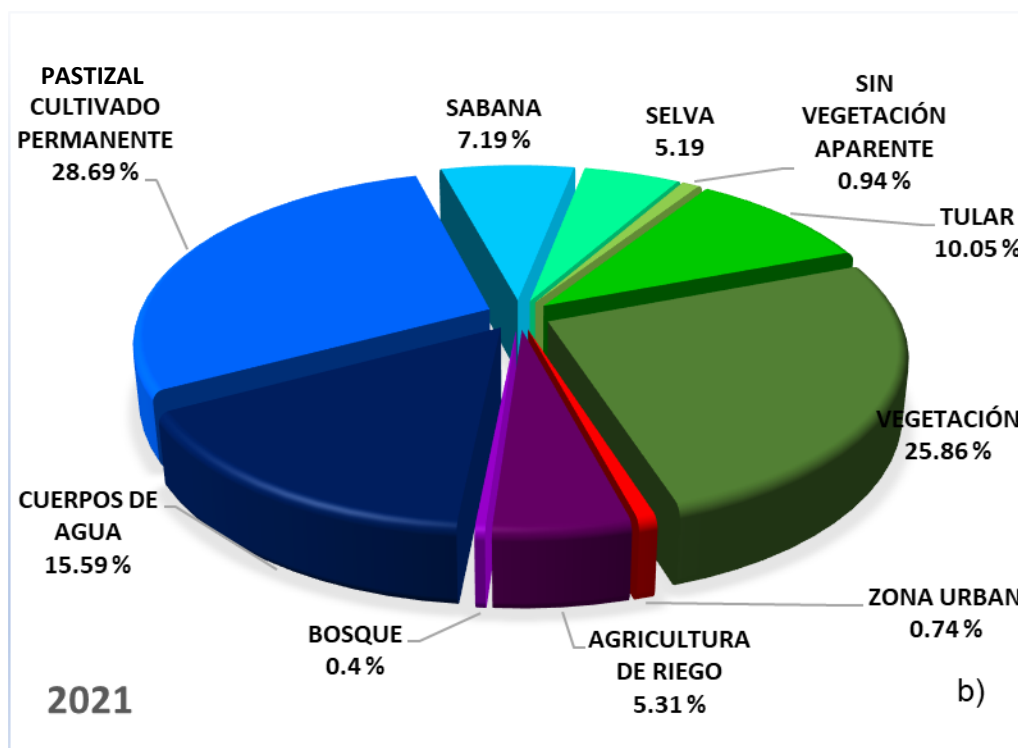
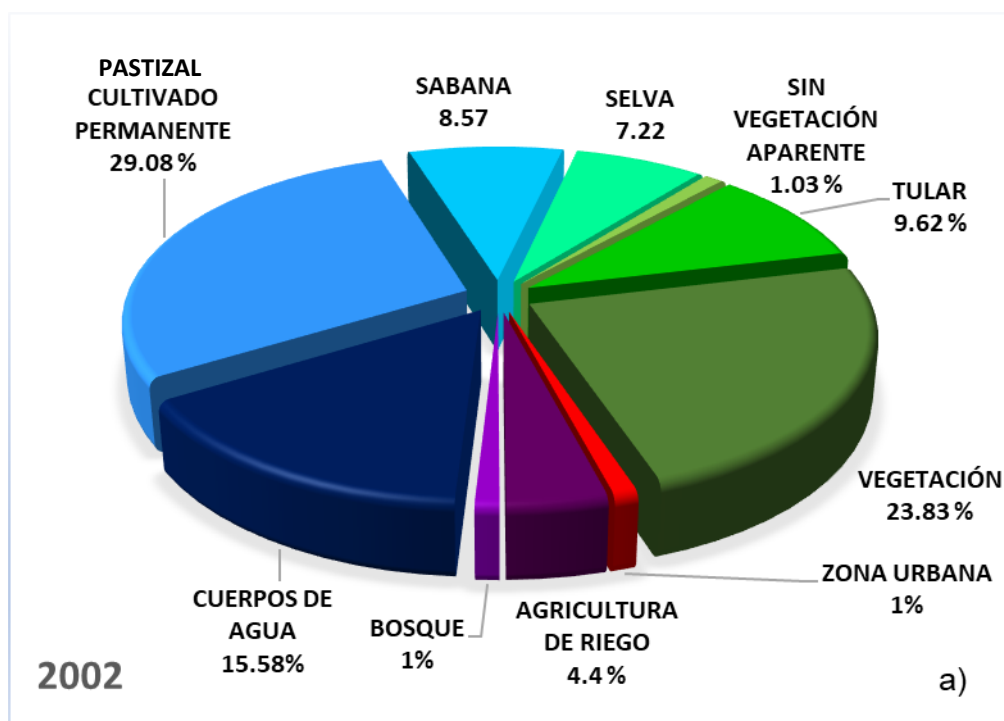


Figura 4. Proporción de cobertura de uso de suelo de municipio del Carmen (a, b) de los años 2002 y 2021.

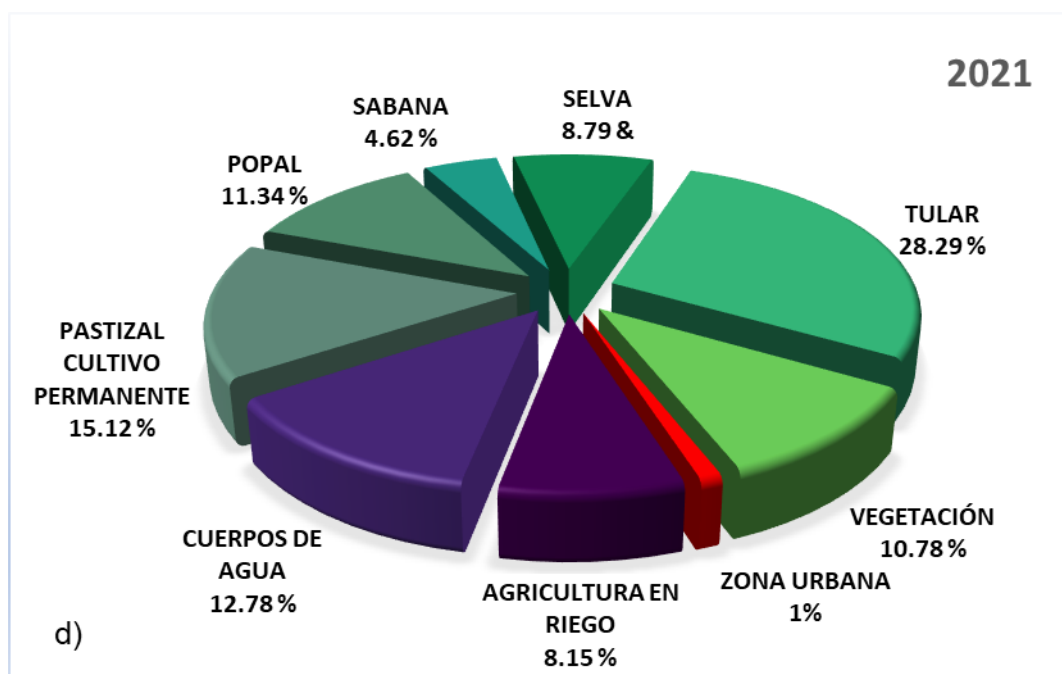
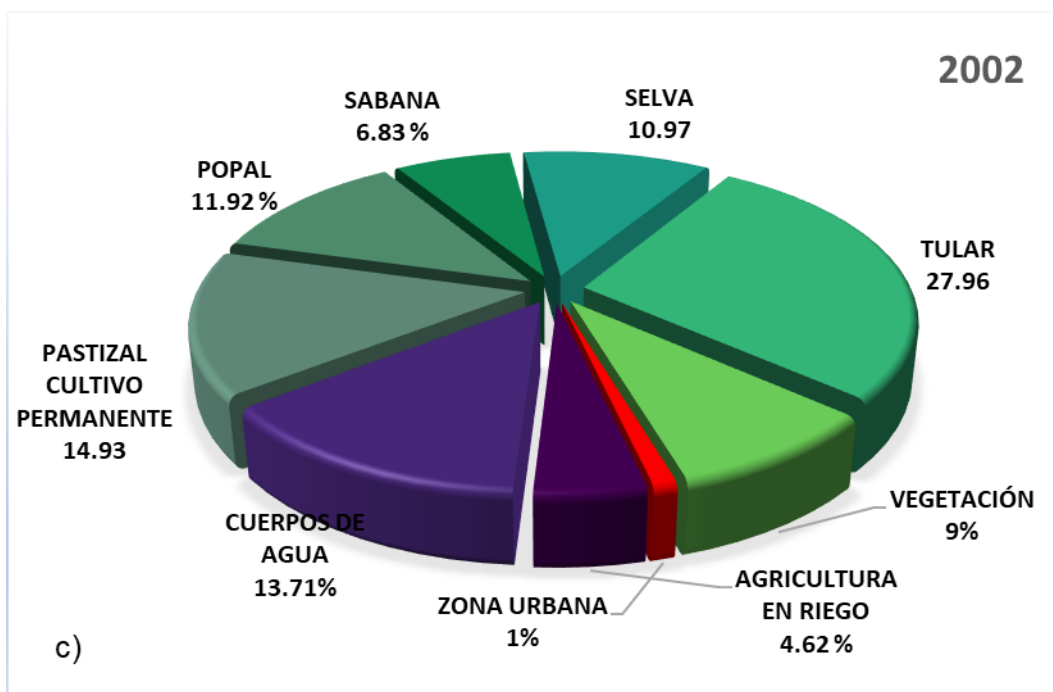


Figura.4 Proporción de cobertura de uso de suelo del municipio de Palizada (c, d) de los años 2002 y 2021.

El Índice de Huella Humana permite determinar la influencia de las actividades humanas a lo largo de su historia, a través de la transformación de la tierra en infraestructura (asentamientos humanos), zonas productivas (agricultura, acuicultura, silvicultura y ganadería) y, de manera indirecta, por los subproductos que podrían dispersarse, lo que nos indican los patrones de modificación del entorno del ser humano (Sanderson et al., 2002).

Por lo anterior se determinó el Índice de Huella Humana que se genera en los municipios del Carmen y Palizada. Se obtuvo un área que corresponde a la categoría sin transformación del IHH del 32.58% para el año 2002 y para el 2021 se observa un 32.23%, indicando un incremento respectivo del .35%, sin embargo, el 67.42 % restante se encuentra bajo alguna presión de transformación, el cual está constituido en la categoría de baja huella humana que constituye un área de 127.50 km² en el año 2002 y para el año 2021 un área de 137.45 km², seguida de una huella humana media con una área de 1040.99 km² con respecto del 2002, así mismo 816.25 km² para el 2021; en donde se puede apreciar una disminución en esta categoría del 2.31%, la categoría de huella alta para el año 2002 constituye una área 1900.15 km² y para el 2021 una área de 2039.87 km², y por último la mayor huella humana que se presenta en el municipio del Carmen constituye un área de 3485.17 km² para el 2002 y para el 2021 una área de 3594.02 km², obteniendo un incremento del 1.12% (Tabla 5).

Tabla 5. Categorías del índice de Huella Humana aplicadas al municipio del Carmen de los años 2002 y 2021.

Municipio del Carmen				
Categoría	2002		2021	
	Área (Km ²)	%	Área (Km ²)	%
Sin transformación	3167.00	32.58	3133.00	32.23
Bajo	127.50	1.31	137.45	1.41
Medio	1040.99	10.71	816.25	8.40
Alto	1900.15	19.55	2039.87	20.99
Muy Alto	3485.17	35.85	3594.02	36.97
Total	9720.81		9720.59	

Por otra parte, se determinó el Índice de Huella Humana para el municipio de Palizada, en donde se obtuvo un área que corresponde a la categoría sin transformación del IHH del 27% para el año 2002 y para el 2021 se observa un 82.51%, indicando un incremento bastante significativo del 55.55 %, sin embargo, el 98.76 % para el 2002 y el 96.20 % del 2021 se encuentra bajo alguna presión de transformación, el cual está constituido en la categoría de baja huella humana que constituye un área de 100.89 km² en el año 2002 y para el año 2021 un área de 102.17 km², seguida de una huella humana media con una área de 1115.85 km² con respecto del 2002, así mismo 1079.57 km² para el 2021; en donde se puede apreciar una disminución en esta categoría del 1.68 %, la categoría de huella alta para el año 2002 constituye una área 343.80 km² y para el 2021 una área de 333.46 km², y por último la mayor huella humana que se presenta en el municipio del Carmen constituye un área de 583.12 km² para el 2002 y para el 2021 una área de 572.95 km² (Tabla 6).

Tabla 6. Categorías del índice de Huella Humana aplicadas al municipio de Palizada de los años 2002 y 2021.

Municipio Palizada				
Categoría	2002		2021	
	Área (Km ²)	%	Área (km ²)	%
Sin transformación	27.00	1.24	82.51	3.80
Bajo	100.89	4.65	102.17	4.71
Medio	1115.85	51.41	1079.57	49.73
Alto	343.80	15.84	333.46	15.36
Muy alto	583.12	26.86	572.95	26.40
Total	2170.66		2170.66	

En general, se observó que en el municipio del Carmen cuenta actualmente con un 67.42 % de presión antropogénica debido a las transformaciones sucedidas a través del tiempo, así mismo las mayores transformaciones se presentan en áreas conformadas por vegetación y pastizal cultivado permanente, seguido por áreas de selva y sabana las cuales se encuentran con un impacto alto, posteriormente en una categoría media se reconoció áreas de agricultura, cuerpos de agua y tulares;

por último se encuentra en la categoría más baja superficies de bosque y zonas urbanas (asentamientos regulares) (Fig. 5 a, b).

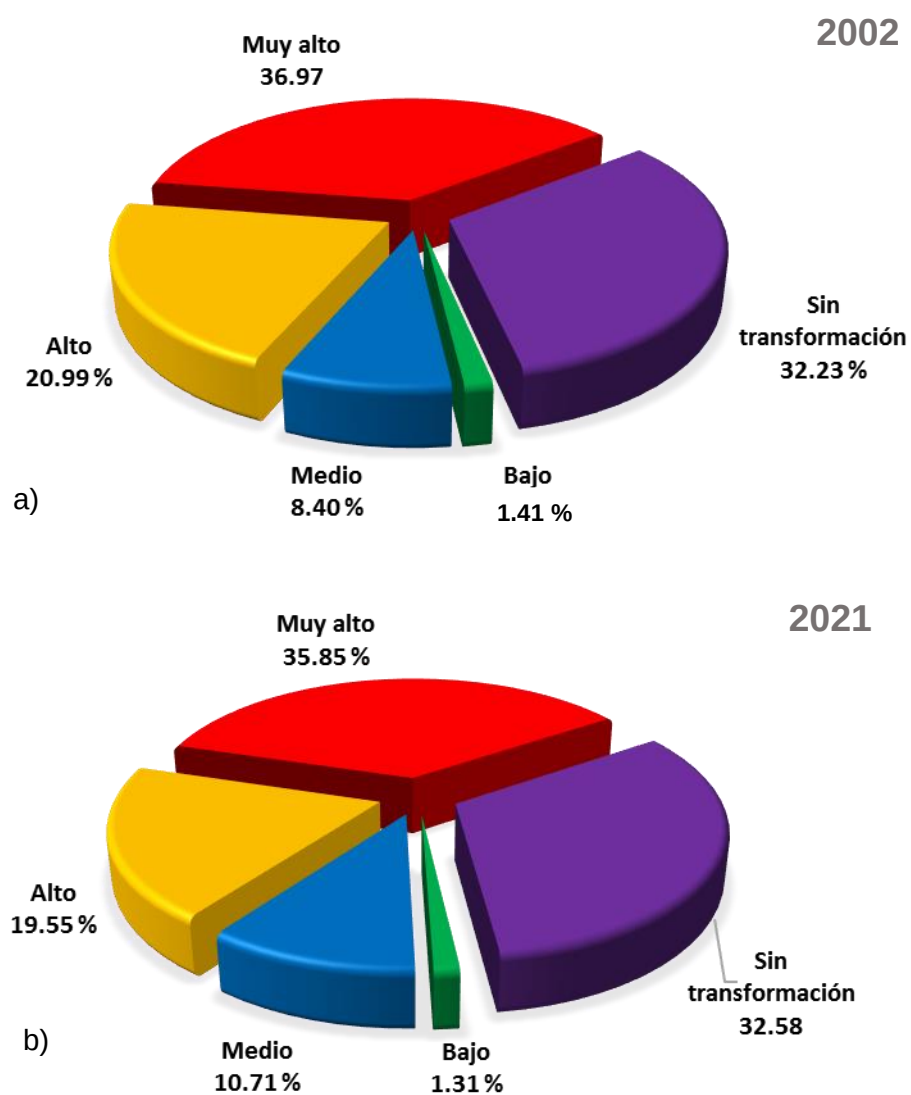


Figura 5. Categoría del Índice de Huella Humana presente en el municipio del Carmen (a, b) de los años 2002 y 2021.

Para el municipio de Palizada se puede concluir que cuenta con un mayor impacto antrópico dado por un 96 % de la superficie total del área, en donde la mayor transformación sucedió en áreas de pastizal cultivado permanente y popal, seguido por zonas de sabana y vegetación, por otro lado podemos observar que en áreas de agricultura, cuerpos de agua y tular actualmente con una categoría menor de transformación y por último los asentamientos humanos las cuales cuentan con una área muy reducida (Fig. 6 a,b).

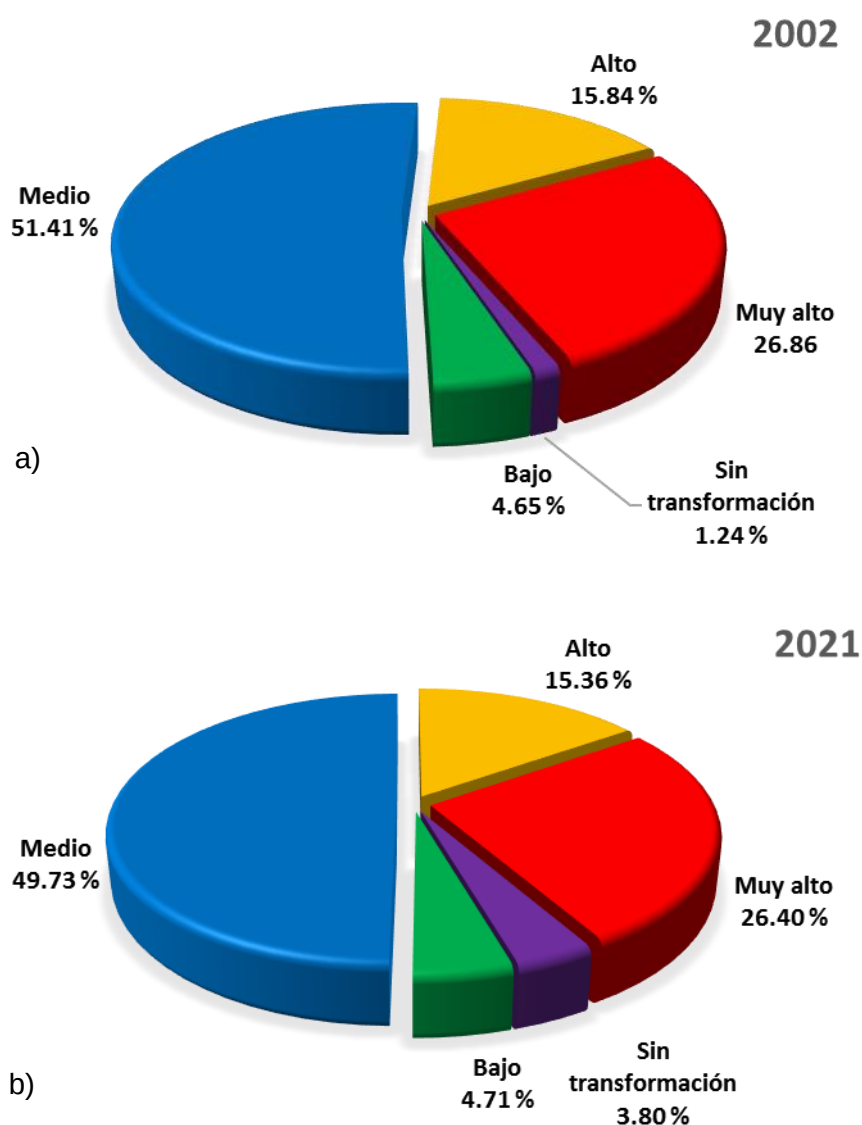


Figura 6. Categoría del Índice de Huella Humana presente en el municipio de Palizada (a, b) de los años 2002 y 2021.

DISCUSIÓN

Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano indicó que el municipio del Carmen mantuvo valores más elevados de desarrollo, con niveles que rondan de 0.80 para el año 1995 a 0.86 para el año 2005, el cual fue el año más alto en índice, pero a partir del cual se registró una baja en el índice, ya que se obtuvieron valores de 0.78-0.77 en los últimos 10 años.

En el caso del municipio de Palizada se observó un incremento significativo en el IDH durante el año 2005, sin embargo, existe un decremento para el año 2010, manteniendo una categoría de índice medio. Sin embargo, el PNUD (2019), menciona que los municipios de Palizada y el Carmen descendieron a categorías de Desarrollo Humano alto en comparación a años anteriores.

A nivel municipal el Índice de Desarrollo Humano del Carmen y Palizada toma en cuenta características más específicas de las variables de salud, educación e ingresos, lo que permite medir el impacto real en la población, a partir de la 150 incidencia directa de los gobiernos municipales, y la dirección del gasto público hacia la creación de obras y servicios, lo que impacta de manera significativa en el nivel de vida de los municipios evaluados (Sarur, 2015).

El estado de Campeche es una de las entidades a nivel nacional que ha escalado tres posiciones en la lista nacional de IDH, se observa que las condiciones de bienestar en este estado han mejorado, lo que demuestra que ha alcanzado los mayores logros de Desarrollo Humano (PNUD, 2015). Estos resultados indican que el IDH del estado de Campeche es comparable al nivel de desarrollo de países como Albania y Trinidad y Tobago (PNUD, 2014).

Existe una relación intrínseca entre el Desarrollo Humano y la degradación ambiental (PNUD, 2018), se observó una relación entre las presiones antrópicas que se presentan en la zona del ANP y su zona circundante, ya que el municipio de Palizada mantiene un mayor IHH y menor IDH, por lo cual presentan una mayor degradación ambiental, lo que genera riesgos en materia de desarrollo humano de

las generaciones actuales y futuras dentro de las zonas que comprenden a los SPA y SPE.

En los municipios evaluados se mantienen diversos estados de presiones antropogénicas que provocan la degradación ambiental, entre las cuales se consideran la contaminación atmosférica, acuática, del suelo, la transformación de las zonas naturales, la sobrepesca, que se generan a partir de las diversas actividades primarias, secundarias y terciarias de la zona, lo que provoca el declive de la biodiversidad del APFFLT y sus alrededores. Esto implica una disminución de los diversos servicios ambientales que se generan localmente y que influyen directamente en la calidad de vida de las poblaciones de cada municipio (Villalobos, 2015).

Esta crisis de degradación ambiental de las zonas circundantes al APFFLT en particular en áreas aledañas, las cuales son una amenaza directa para el Desarrollo Humano local, ya que disminuyen las opciones de libertad de los individuos y las posibilidades de que un individuo pueda desarrollarse en un ambiente óptimo para el disfrute de una vida digna, prolongada, saludable y creativa (PNUD, 2018). Tanto el progreso mundial como local originan presiones de degradación, como son el cambio de usos de suelo, el cambio climático, la disminución masiva de la biodiversidad, el agotamiento de los recursos terrestres e hídricos, etc., lo que genera una gran amenaza para las comunidades locales y regionales. Por tal motivo se necesita un cambio en las políticas de manejo, restauración y conservación de los recursos naturales de las zonas evaluadas.

Se ha descrito que el IDH mantiene una estrecha relación con la Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sustentable, los cuales reconocen el tener una visión multidimensional sobre la urgencia de impulsar el Desarrollo Humano local a partir del entorno social y ambiental (PNUD, 2019).

Para llegar al Desarrollo Humano sustentable en los municipios evaluados se deben de tener en cuenta las capacidades municipales, ya que este nivel de gobierno es el que mantiene la mayor cercanía con las personas, por lo cual deben generar

políticas, programas y proyectos que estén relacionados con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sustentable, con esto se permitirá minimizar la brecha de desigualdad, dando una base para un mejor Desarrollo Humano en los municipios del Carmen, Palizada y Jonuta.

Se observa que la extrema desigualdad que se mantiene entre los municipios de Campeche (Carmen y Palizada), generan una gran distancia en el Índice de Desarrollo Humano, por lo tanto, los gobiernos municipales deben de contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, realizando una eficiente distribución del gasto público que permita cubrir las desigualdades en educación, salud, expectativas de vida e ingresos (Sarur, 2015; Martínez, 2015).

Índice de Huella Humana

Se evaluó el IHH en los municipios del Carmen y Palizada observando diferentes cambios de uso de suelo con el fin de conocer las transformaciones ocurridas a través del tiempo, por ende, se pudo observar que la zona que comprende el municipio del Carmen cuenta con una superficie total de 9720 km², en la cual actualmente cuenta con una extensión de 32.23 % sin transformación. Esto se debe a que las diversas medidas de regulación de las actividades productivas y la realización de nuevas actividades que promueven e incluso tratan de integrar el desarrollo sustentable para la región, acompañadas de políticas y acciones de protección, conservación, prevención y monitoreo. En este sentido, las zonas que no presentan transformación mantienen presiones antropogénicas que paulatinamente generan una reducción en su área (DOF, 2003; Agraz-Hernández et al., 2015).

En el municipio del Carmen se mantienen sitios que presentan una menor transformación por acciones humanas, principalmente en áreas de bosque, ya que hay zonas resultantes que son consideradas áreas de conservación, como lo es el caso de bosques del manglar, en donde está prohibido la tala de árboles y están bajo vigilancia constante; por el lado de las zonas urbana cuentan con una amplia gama de asentamientos irregulares, esto en su mayoría a causa de las actividades petroleras, las cuales contratan personal foráneo y por ende empiezan a surgir estas

zonas urbanas con perfil de baja estructuración, por lo cual no se pueden establecer los servicios necesarios para declararlos como tal una zona urbana (PROFEPA, 2020)

Para el caso de la agricultura y cuerpos de agua se presenta un Índice de Huella Humana medio, debido a que son áreas que realmente se explotan y tienen un alto potencial que en ocasiones no se ha podido aprovechar debido a la descapitalización y desánimo de las unidades productivas, derivando en unidades de producción con deficiente infraestructura y equipo que permita facilitar la operación de estas, con aplicación de tecnología económicamente factible y sustentable.

Con el fin de incrementar la actividad económica; esto con respecto a que en la actualidad la demanda de ganado para el mercado nacional e internacional presenta un notable incremento, así como la producción de maíz que ha tenido un comportamiento positivo en los últimos años, por mencionar ciertos comportamientos de algunas actividades de dicho sector, de tal forma que con este tipo de razones es que se puede identificar una gran presión antrópica.

Por otra parte, podemos mencionar que entre los años 1920 y 1930 se registraron las primeras actividades económicas importantes en la Isla del Carmen, constituida por el auge y consolidación del cultivo de coco, se presentó su mayor éxito durante la época de los sesenta, durante esta actividad productiva se registró una densidad de cultivo de 143 palmeras de coco/hectárea, lo que provocó con esta transformación una pérdida directa de la vegetación de duna, mangle, etc. (Cabrera, 2011).

Durante los años 40's se inició una de las más significativas actividades pesqueras, la extracción de camarón en la sonda Campeche, esta actividad fue una de las más relevantes a nivel nacional e internacional, permitió marcar un crecimiento considerable en las actividades económicas de la región, ya que la Laguna de Términos se consideró como una de las zonas de mayor importancia para la cría de juveniles de camarón (Hernández y Gutiérrez, 2017). La Ciudad del Carmen fue un

sitio de gran aprovechamiento de camarón, el cual contribuyó con el 7% de la producción de camarón del Golfo de México, con lo cual la transformación se incrementó paulatinamente. Durante este periodo la densidad de desarrollo de asentamientos humanos mantuvo un incremento considerable en el occidente de la Isla, así como en la rivera de río Palizada y en las localidades de Puerto Rico, Pom-Atasta, San Antonio Cárdenas y Nuevo Campechito, estos sitios son los que presentan una categoría de entre alto y muy alto IHH (Vadillo, 2008; Villalobos, 2015).

En la década de los 70's en Ciudad del Carmen se comenzó la explotación de hidrocarburos en la sonda Campeche, pasó de una economía pesquera a una economía petrolera (Vadillo-López, 2008). Esta actividad generó una gran cantidad de empleos, sin embargo, estos empleos los adquiría en su mayoría trabajadores de lugares ajenos a la zona, lo que provocó la inmigración de una gran cantidad de personas hacia estos sitios.

Este proceso de desarrollo económico y de inmigración a la Ciudad del Carmen y sus alrededores generó una acelerada transformación local, lo que indujo a cambios en la vida de la población y en el ambiente circundante (Cabrerá, 2011; Hernández y Gutiérrez, 2015; Pérez et al., 2018).

El municipio de Palizada cuenta con una superficie total de 2170 km² y actualmente cuenta con una extensión de 3.80 % sin transformación alguna. Esto se debe a que la mayoría del territorio ha sido conservado para su único uso ya que se llevan a cabo actividades agrícolas, ganaderas, forestales entre otras.

Por otra parte, se pudo analizar que las zonas con menor transformación antrópica son asentamientos humanos y el área de agricultura, con respecto al tema de la zona urbana a pesar de que en los últimos años se han incorporado programas turísticos, con el fin de incrementar y potencializar el sector económico y social Palizada es un municipio que cuenta con un número muy pequeño de habitantes, en 2020, la población fue de 8,683 habitantes, creciendo un 3.96% (Data México, 2020).

Parte de esta minoría de población se puede justificar debido a que los servicios públicos municipales de Palizada requieren importantes inversiones para su mejoramiento y modernización, bajo el entendido que estos servicios están directamente vinculados con el bienestar de la población.

Para los cuerpos de agua, selvas y tular con un Índice de Huella Humana medio con un porcentaje de 8.40 % de la superficie total del municipio, esto a causa del establecimiento irregular de granjas camaroneras sin un estudio de viabilidad ecológica que planifique integralmente la actividad (considerando la capacidad de carga del ecosistema y su interacción con otras actividades productivas) para fomentar un desarrollo sostenible. Por otro lado, parte el área de selva se ve amenazado particularmente por la explotación incontrolada de madera para la construcción de asentamientos irregulares y para la producción de venta de carbón a Ciudad del Carmen.

Por último tanto las coberturas de pastizal, popal, vegetación y sabana han resultado áreas con una extensión de 41.76 % con un índice de huella humana alto y muy alto, ya que las actividades económicas han provocado pérdida de la cubierta vegetal original y cambio de uso de suelo; debido a las actividades potenciales como la agricultura, ganadería y la forestal, entre otras, que se originan en el municipio de Palizada y por lo tanto lo que busca el municipio es mejorar sus índices de productividad, buscando la eficiencia en la producción a través de la incorporación de una mayor extensión para su producción.

CONCLUSIÓN

Finalmente, en cuanto a la metodología, se puede mencionar que el IDH no distingue si los beneficios del desarrollo están llegando a todos los estratos de la población o si se están concentrando solo en una parte de ellos. Este aspecto nos es de gran relevancia en sociedades donde la distribución es más o menos igualitaria, pero en países de alta desigualdad es una característica que no se puede menospreciar. Ciertamente es el caso de México donde la desigualdad es un tema ineludible.

Existe en la literatura, propuestas de medición del IDH con variaciones que permiten tomar en cuenta la distribución de las diferentes características de las dimensiones que lo componen, calculando el valor del índice y al mismo tiempo analizar su comportamiento a través del tiempo.

Por otro lado, contar con una evaluación del cambio de uso de suelo mediante los Sistemas de Información Geográfica, nos permite hacer seguimientos temporales y espaciales para las estrategias que buscan mitigar o reducir los efectos de huella humana en un paisaje, ecosistema y/o área definida. Los pasos por seguir con esta metodología del IHH, es la generación de escenarios prospectivos y la evaluación de impacto humano en el riesgo de extinción de especies. Posteriormente, se espera su fortalecimiento en los contextos hídricos y el socioecológico que facilitarán la toma de decisiones en un territorio de constante cambio como lo es la Laguna de Términos, Campeche.

Se observó una relación entre el Desarrollo Humano y la degradación ambiental, principalmente en las capacidades y libertades que tienen los individuos de los municipios que integran APFFLT, se registró una amplia brecha de desigualdad social, económica, de educación y salud entre los municipios de Carmen y Palizada. Así mismo, se determinó que el municipio de Carmen mantiene un IDH alto en estos últimos años; por otro lado, se pudo evaluar que para el municipio de Palizada se cuenta con un IDH medio actualmente, por lo cual esta relación implica una mayor degradación ambiental y una mayor desigualdad social. Es por esto, que, al existir menores oportunidades en los sectores de los municipios con menor IDH, disminuyen las opciones para que un individuo pueda desarrollarse en un ambiente

óptimo y mantenga el disfrute de una vida digna, prolongada, saludable y creativa, así que esto da paso a una alta degradación ambiental y ecológica en los ecosistemas aledaños a los municipios.

La Huella Humana en ambos municipios ha determinado diversas transformaciones históricas, tecnológicas y culturales, así como la amplia cobertura ambiental que se tiene a sus alrededores. Los diferentes usos de suelos que se registraron en las zonas determinadas nos presentaron la explotación de actividades primarias, secundarias y terciarias, las cuales han generado un incremento significativo de habitantes, lo que conlleva a que haya excesivos asentamientos irregulares y con ello la pérdida de manglar, lo que influye y altera directamente los procesos biológicos y ecológicos de las especies que se mantienen en las zonas estudiadas.

En los municipios de Palizada y Carmen mantienen entre sus principales actividades el cultivo extensivo de arroz, el cual induce de manera indirecta la eutrofización y contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos y en los organismos de los sistemas acuáticos durante la fertilización de este cultivo. Estos cultivos se presentan en la zona sur del sistema fluvio lagunar Palizada-Del Este, San Francisco y la propia Laguna de Términos (Villalobos, 2015).

LITERATURA CITADA

- Agraz-Hernández C., Osti J., Chan C., Arriaga V., Martínez J., Acosta J., Castillo S., Gómez D., Reyes J., Conde P. y Martínez J. K. 2015. Grado de Conservación del Ecosistema de Mangle en la Laguna de Términos, Campeche: Propuesta de Políticas ambientales y acciones de restauración. 117-132pp. En: RamosMiranda J., y Villalobos Z. G.J. 2015. Aspectos socio ambientales de la región de la laguna de Términos, Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 210p.
- Bach L., Calderón R., Cepeda M. F., Oczkowski A., Olsen S. B., y Robadue D. 2005. Resumen del Perfil de Primer Nivel del Sitio Laguna de Términos y su Cuenca. México Narragansett, En: Coastal Resources Center, University of Rhode Island. 30p.
- Cabrera C. M. 2011. Análisis del desarrollo social de Ciudad del Carmen, Campeche, desde una perspectiva económica. México. Global Conference on Business and Finance Proceedings. 6(2), 910.
- CEPAL, 2012. *Crecimiento económico y desarrollo humano en América Latina*. [En línea]
Available at:
https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/10848/078007024_es.pdf
[Último acceso: marzo 2021].
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (1997). programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”. 166p.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2003. NOM-022-SEMARNAT-2003. Especificaciones para la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. 10 p.
- Economipedia, 2020. Índice de Desarrollo Humano. [En línea]
Available at: <https://economipedia.com/definiciones/indice-desarrollo-humano.html>
[Último acceso: enero 2022].

- García-Cuellar J. Á., Arreguín-Sánchez F., Hernández-Vázquez S., y Lluch-Cota D. B. 2004. Impacto ecológico de la industria petrolera en la Sonda de Campeche, México, tras tres décadas de actividad: una revisión. *Interciencia*. 29(6), 311-319.
- González-Abraham C., Ezcurra E., Garcillán P. P., Ortega-Rubio A., Kolb, M., y Creel J. E. B. 2015. The human footprint in Mexico: physical geography and historical legacies. *PloS one*. 10(3), e0121203.
- Hernández M. G. D. A., y Gutiérrez M. J. G. 2017. El reto de la política fiscal ante una industria petrolera inestable. El caso de Ciudad del Carmen, México *Revista En-contexto*. (6), 233-258.
- INEGI, 2021. *Sistema de Consulta*. [En línea] Available at: <https://www.inegi.org.mx/siscon/> [Último acceso: marzo 2021].
- Kuc-Castilla A. G., Posada-Vanegas G., y Vega-Serratos B. E. 2015. Evaluación hidrodinámica de la laguna de Términos. En: Ramos-Miranda, J., y VillalobosZapata, G. J. Aspectos socio ambientales de la región de la laguna de Términos, Campeche. México: Universidad Autónoma de Campeche. 145-166.
- Mendoza J. V., Kú Q. V., Pool N. L., Aguirre C. E. 2015. El impacto de prácticas agropecuarias en los recursos naturales del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche. El caso de Palizada y Sabancuy. 65-73pp. En: Ramos-Miranda J., y Villalobos Z. G.J. 2015. Aspectos socio ambientales de la región de la laguna de Términos, Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 210 p.
- Mucino-Márquez R. E., Aguirre-León A., y Figueroa-Torres M. G. 2017. Evaluation of trophic status in the Pom-Atasta and Palizada Del Este Fluvial-lagoon systems Campeche, Mexico. *Hidrobiologica*. 27(3), 281-291.

- PNUD. 2015. Índice de Desarrollo Humano municipal en México: Nueva metodología. Ciudad de México: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 102p.
- PNUD. (2015). Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas, México 2015. Avance continuo, diferencias persistentes. 24p.
- PNUD. 2018. Índices e indicadores de desarrollo humano: Actualización estadística de 2018. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 112p.
- PNUD. 2019. Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015. Transformando México desde lo local. Ciudad de México. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 348p.
- Ramos-Miranda J., Flores-Hernández D., Ayala-Pérez L. A., Rendón-von O. J., Villalobos-Zapata G. y Sosa-López, A. 2006. Atlas hidrológico e ictiológico de la Laguna de Términos. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)-Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Campeche. 75p.
- Ramos R. R., Gama C. L. M., Núñez G. J. C., Sánchez H. R., Hernández T. H. y Ruíz Á. O. 2016. Adaptación del modelo de vulnerabilidad costera en el litoral tabasqueño ante el cambio climático. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 7(13): 2551-2563.
- Rivera-Arriaga E. 2015. La gobernanza ambiental en la región de la laguna de términos Campeche. 21-40pp. En: Ramos Miranda J. y G. J. Villalobos Zapata (Eds.). Aspectos Socioambientales de la Región de la Laguna de Términos Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 210p.
- Ruiz-Marín, A., Campos-Garcia, S., Zavala-Loría, J. & Canedo-López, Y., 2009. Hydrological aspects of the lagoons of Atasta and Pom, Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems, X(1), pp. 63-74.

- SEMARNAP, 1997. *Áreas de Valor Ambiental*. [En línea] Available at: <http://centro.paot.org.mx/index.php/tematico/ava/author/1830> [Último acceso: marzo 2021].
- Sanderson E. W., Jaiteh M., Levy M. A., Redford K. H., Wannebo A. V., y Woolmer G. 2002. The human footprint and the last of the wild: the human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*. 52(10), 891-904.
- Sarur Z. M. S. 2015. Relación del gasto público municipal con el Índice de Desarrollo Humano, en los municipios del estado de Veracruz, en el periodo 2000-2010. *Ciencia Administrativa*. 15-27.
- Torres-Rodríguez V., Márquez-García A., Bolongaro C. A., Chavarria H. J., Expósito D. G., y Márquez G. E. 2011. Tasa de erosión y vulnerabilidad costera en el estado de Campeche debidos a efectos del cambio climático. 325-344pp. En: Botello, A. V., S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L. Rojas Galaviz (eds.). *Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático* (segunda edición). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, UNAMICMYL, Universidad Autónoma de Campeche. 754p.
- Vadillo-López C. 2008. Una historia regional en tres tiempos: Campeche siglos XVIII-XX. *Península*, 3(2), 45-56.
- Villalobos-Zapata G. J. 2015. Conservación y manejo del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos” (1994-2015). 1-20pp. En: Ramos Miranda J. y G. J. Villalobos Zapata (Eds.). *Aspectos Socioambientales de la Región de la Laguna de Términos Campeche*. Universidad Autónoma de Campeche. 210p.
- Villalobos Z. G. J., Yáñez-Arancibia A., Day Jr J. W. y Lara-Domínguez A. L. 1999. Ecología y manejo de los manglares en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. 263-274pp. En: Yáñez-Arancibia A. y Lara-Domínguez A. L. *Ecosistemas de Manglar en*

América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA. 380p.

Yáñez-Arancibia A., Day, J., y Currie-Alder, B. 2009. Functioning of the Grijalva Usumacinta River Delta, Mexico: Challenges for Coastal Management. *Ocean Yearbook Online*. 23(1), 473-501.

CAPÍTULO 3

Transferencia de tecnología para el desarrollo del Área Natural Protegida laguna de Términos, Campeche, mediante propuestas de mejora en los diversos sectores

RESUMEN

Se realizó una valoración de las condiciones ecológicas, sociales y económicas desarrolladas a consecuencia de las actividades humanas que ejercen presión sobre los ecosistemas que permitió identificar estrategias de manejo. Se proponen estrategias de protección, manejo y conservación dentro de los ejes de los sistemas hídricos, la productividad biológica, los sistemas agroforestales, con relación al cambio de uso de suelo, y el desarrollo social y humano y con ello, los distintos mapas con diversos riesgos.

Por otra parte, se realizó un atlas que cuenta con mapas de riesgo (hidrometereológica, química y sanitaria), mediante intercambio de bases de datos de distintas plataformas para poder llevar a cabo propuestas de mejora más adecuadas a dicho proyecto. Esta propuesta para el desarrollo del Área Natural Protegida Laguna de Términos, Campeche surgieron del trabajo de investigación, mediante la medición de dos indicadores de suma importancia como lo es el Índice de Desarrollo Humano (IDH) e Índice de Huella Human (IHH), en donde, se apreciaron distintos disturbios.

La transferencia de tecnología nos proporciona realizar un movimiento de conocimiento y descubrimientos para el compartimiento del público en general con la finalidad de aportar y contribuir a los avances científicos y tecnológicos.

Palabras clave: ANP, atlas, avance, conservación, propuesta, transferencia de conocimiento.

ABSTRACT

An assessment of the ecological, social and economic conditions developed as a result of human activities that exert pressure on the ecosystems was carried out through an analysis that made it possible to identify management strategies. Protection, management and conservation strategies are proposed within the axes of water systems, biological productivity, agroforestry systems, in relation to land use change, and social and human development and with this, the different maps with various risks.

On the other hand, an atlas with risk maps (hydro-meteorological, chemical and sanitary) was made by exchanging databases from different platforms in order to carry out improvement proposals more appropriate to the project. This proposal for the development of the Laguna de Términos Natural Protected Area, Campeche emerged from the research work, through the measurement of two very important indicators such as the Human Development Index (HDI) and the Human Footprint Index (HHI), where different disturbances were observed.

Technology transfer provides us to create a movement of knowledge and discoveries for the sharing of the general public in order to contribute and contribute to scientific and technological advances.

Keywords: Atlas, progress, conservation, proposal, knowledge transfer, NPA.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es fundamental la conservación de los ecosistemas costeros como el APFFLT, este sitio resguarda una alta biodiversidad y diversas funciones ecosistémicas, además, de conservar interacciones ecológicas fundamentales que determinan el flujo energético, a su vez mantiene procesos ecológicos para el aprovechamiento humano, tal es el caso de las pesquerías dentro y fuera de los sistemas (Ramos-Miranda et al., 2006; Ayala Pérez, 2012). El estudio de los procesos ecológicos y las presiones antropogénicas que determinan su funcionalidad de los ecosistemas coadyuva a la generación e implementación de políticas y acciones de conservación (Chirino et al., 2008). Sin embargo, la generación de nuevo conocimiento sobre la caracterización ambiental y biofísica no implica que este llegue directamente a las personas que mantienen una estrecha interrelación con el ANP. El mecanismo que permite la integración de la información de los procesos que se generan dentro del ANP y su interacción a los tomadores de decisiones es la transferencia de conocimiento, la cual proporciona herramientas, capacidades y habilidades a los actores involucrados en la conservación, y así puedan generar instrumentos de planeación que ayuden a mantener una buena vigilancia y conservación de los recursos naturales presentes en el ANP (Castillo et al., 2009; Feria, 2009). La transferencia de conocimiento en el área de conservación no solo permite generar conocimiento básico, si no que mantiene una responsabilidad desde las universidades y centros de investigación que repercute directamente en la sociedad que se dedica a la conservación, restauración y vigilancia de esta misma área (Arias y Aristizábal, 2011). Existen métodos que permiten conjuntar los datos adquiridos en las investigaciones y generar propuestas para los diferentes actores involucrados en la conservación de ANP. El análisis realizado, pretende determinar una progresión causal de las acciones humanas que ocasionan presiones sobre los ecosistemas de las ANP y los recursos naturales que llevan a un cambio en el estadio ecológico, y a su vez se generan propuestas o medidas que permite reducir o prevenir su impacto (Rodríguez-Cardozo, 2015). El análisis determina para un ecosistema o componente ambiental cuáles son las condiciones de presiones antrópicas, cómo se encuentra dicho ecosistema o

componente ambiental, otra variable es la interrelación entre las presiones y el estado en el que se encuentra un ecosistema, lo que ayuda a determinar los impactos sobre aspectos socio ambientales, por último se establecen las medidas que la sociedad y los tomadores de decisiones realizarán para mitigar, corregir o prevenir impactos negativos (Schütz et al., 2008; Sotelo et al., 2011). El indicador de impacto mantiene una ventaja en comparación a otros modelos, éste favorece el establecimiento de prioridades en el desarrollo de las respuestas y soluciones para minimizar los impactos negativos (Vázquez-Valencia y García Almada, 2018). El objetivo de este documento es informar sobre el diagnóstico y conservación de la Laguna de Términos, el cual, se logró transferir mediante una charla dirigida a investigadores del área, así, como a alumnos, pertenecientes a la Universidad Autónoma de Campeche y a los tomadores de decisiones, para el manejo adecuado de esta área protegida.

OBJETIVO

1. Transferir los resultados a los principales actores sociales involucrados con la toma de decisiones sobre el uso y conservación de recursos naturales del área de estudio.

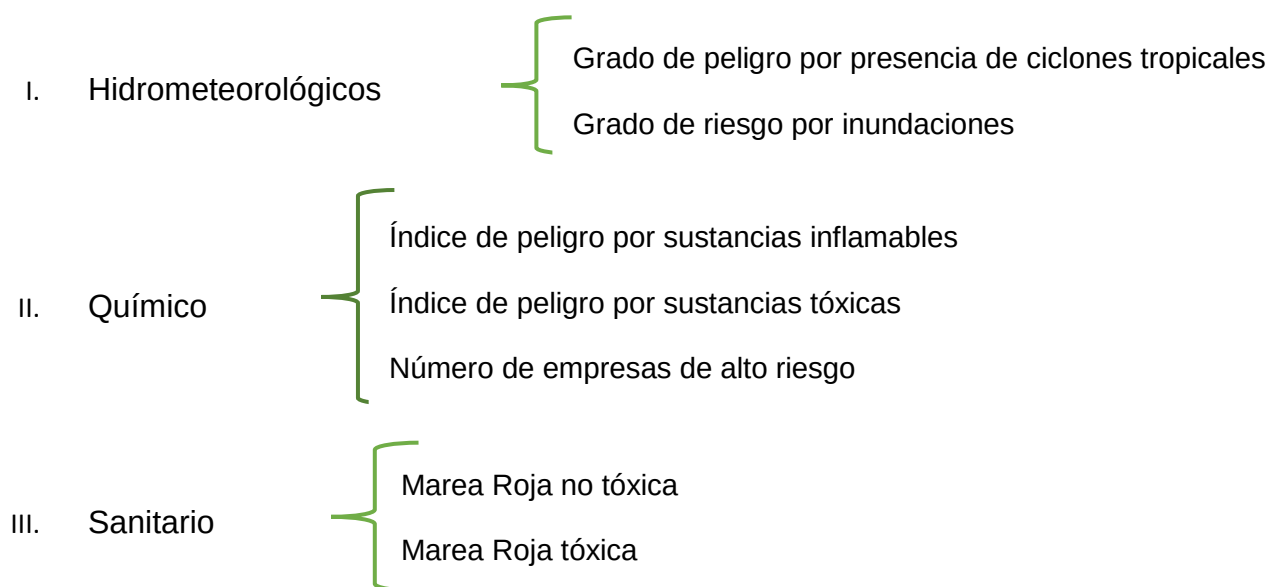
MATERIAL Y MÉTODOS

A partir de análisis ecológico, económico y social se realizó un diagnóstico de los resultados obtenidos, con lo cual se determinaron los principales factores y condiciones que influyen entre las presiones antropogénicas. Los índices e indicadores desarrollados fueron evaluados a partir de los componentes de manejo. Este análisis permitió determinar las relaciones entre las condiciones socio ecológico y las actividades humanas, a partir de condiciones de presiones ejercidas al sistema, el estado en el que se encuentra dicho sistema, los impactos que se generan ante estas presiones y posteriormente se valoraron las propuestas más importantes que permitan mantener condiciones estables de los ecosistemas (Vázquez-Valencia y García-Almada, 2018). Para este esquema de análisis se realizaron tablas que comprenden las actividades humanas que generan las presiones de manera directa o indirecta y así se evalúan los indicadores de estado, que se refieren a las condiciones presentes en el sistema de vulnerabilidad, los

impactos se determinan a partir de los efectos a la salud humana y los ecosistemas, con lo cual se proponen estrategias que ayuden a mitigar estos impactos generados por las actividades humanas (Plasencia et al., 2018; Vázquez-Valencia y García-Almada, 2018). A partir del análisis y las propuestas de mitigación, restauración y/o conservación, se realizó la transferencia de conocimiento, a los directivos y personal interesado que trabajan e investigan en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos y el Consejo Asesor que se llevó a cabo a través de la (CONANP) La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Para la ejecución del Atlas se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizados para trabajar con todo lo referente a la información espacial georreferenciada. Algunos centros de investigación como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) desarrollan estos sistemas y por su nivel de complejidad necesitan de dichos softwares para su desarrollo e implantación.

Para el inicio de la creación de los mapas se recolectaron mapas en el Geoportal de la CONABIO, la cual nos proporcionó los metadatos y poder transferirlos a los SIG, posteriormente se realizó una clasificación como se muestra a continuación:



Por la diversidad y complejidad de la temática con el presente Atlas, se logró la aplicación de varias aproximaciones metodológicas, en donde, se implementaron modelos vectoriales en base al software QGIS el cual nos permitió caracterizar las condiciones predominantes, específicamente de grado hidrometeorológico, químico y sanitario los cuales reflejan el análisis de vastas bases de datos históricas, y que requirieron de una detallada capacidad computacional.

Una vez obtenidos los metadatos se realizó una superposición vectorial y se extrajeron todos los atributos necesarios de cada ejemplar utilizando una escala de 1:250000, además de verificar la información y el periodo de validez de cada característica del mapeo (CONABIO, 2020).

RESULTADOS

Esta transferencia tecnológica es el eje principal desde el cual, bajo una perspectiva ecológica integral, se mantenga el balance entre las actividades productivas y protección de los recursos. Sin embargo, los lineamientos de uso sustentable emanados de este componente deberán involucrar activamente a las comunidades para asegurar un desarrollo adecuado del ANP, lo que conducirá al mejoramiento de sus prácticas de uso de los recursos y el fomento de alternativas ecológicas, que sean además acordes a los objetivos del área natural protegida.

El presente Programa de propuestas y atlas tiene un carácter estratégico, de tal forma que las acciones en él contenidas serán pautas a seguir en los planes de desarrollo de los niveles de gobierno involucrados. Ello conducirá a mantener el interés y la disposición actuales de los habitantes en la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales del área de protección.

La finalidad del decreto del ANP es la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna a través de acciones específicas de manejo sustentable de los recursos naturales. Estas acciones pueden llevarse a cabo bajo dos vertientes: la primera considerando las acciones específicas para la protección de las especies, y la segunda a través de la conservación de los ecosistemas (Tabla 1).

Otra de las particularidades del APFFLT es el hecho de que en su interior existen asentamientos humanos y una fuerte actividad económica. Así las actividades económicas se han ido sucediendo de acuerdo con el recurso a explotar en su momento, cada una de estas actividades han atraído corrientes de inmigración que dan lugar a asentamientos humanos, principalmente en la isla del Carmen.

Sin embargo, en la actualidad la virtual desaparición del aislamiento con respecto a la porción continental y el descubrimiento de los más importantes yacimientos de petróleo y gas cercanos al ANP, hacen que exista una situación de riesgo, ya que la región de Laguna de Términos ha recibido impactos importantes de una actividad industrial como la de Petróleos Mexicanos, y se corre el riesgo de afectar aún más los ecosistemas. Sin embargo, se debe reconocer que la explotación de hidrocarburos es una prioridad nacional sobre la que descansa gran parte de la economía del país, y por ello será necesario incrementar los esfuerzos para lograr un nuevo desarrollo armónico que promueva la conservación del patrimonio natural del área (Tabla 2).

Por otra parte, la clasificación de flora y fauna contemplada en la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Medio Ambiente requiere de una particular atención, pues en ella se encuentra la ciudad más importante del estado tomando en cuenta su desarrollo urbano, económico y social, en especial el aprovechamiento de sus recursos naturales renovables y no renovables. Así, el componente de uso público se apoya en dos subcomponentes que son la base fundamental para lograr el éxito de los programas que se implementen para el uso, manejo y conservación del área, la educación ambiental como herramienta de concientización y el turismo para el deleite y valoración de nuestros recursos naturales (Tabla 3).

Así mismo, se consideró que la investigación científica debe aportar los conocimientos necesarios para establecer la regulación del aprovechamiento racional de los recursos naturales y contribuir, asimismo, con el desarrollo de técnicas para el monitoreo y la protección de las condiciones prevalecientes en los ecosistemas, para regular y optimizar de manera sustentable la captura de especies animales y la recolección de plantas, ambas de interés comercial (Tabla 4).

Por último, el componente de normatividad tiene como finalidad el ubicar los instrumentos legales y normativas para una mejor operación del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”, teniendo como marco de referencia la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Existen, además, otros elementos que deben ser considerados para una completa visión del marco legal, elementos que tienen que ver con la presencia del ser humano dentro de las áreas protegidas, el cual a su vez es objeto de aplicación de instrumentos legales que es importante considerar en este mismo apartado (SEMARNAP, 2015) (Tabla 5).

Componentes del programa de manejo

Tabla 1. Componentes de manejo de Recursos Naturales

Componente de manejo de recursos naturales				
	Problemática	Objetivos	Estrategias	Acciones
Manejo de Flora y Fauna	La principal motivación del decreto por el que se crea esta Área Natural Protegida en una enorme superficie aledaña a la Laguna de Términos es precisamente la biodiversidad presente en la zona	Establecer un sistema de protección, conservación y manejo racional de la flora y la fauna y sus hábitats críticos que garantice su permanencia.	Se deberán diseñar acciones diferenciales para el manejo de la flora y la fauna en función de la zonificación definida para el Área Protegida y tomando en consideración los hábitats críticos detectados.	Definir y aplicar medidas de protección especial para hábitats de especies amenazadas, vulnerables o en peligro de extinción, entre otras. Proponer el establecimiento de viveros de especies de flora silvestre con valor económico reconocido, entre otras de palmas y orquídeas.
Agricultura, Ganadería y Actividades Forestales	Las actividades agropecuarias ocupan un lugar importante en el 24.5% del área total del ANP. Por otro lado existe un alto potencial forestal; sin embargo, hay conflicto de intereses entre la protección de flora y fauna y la explotación de árboles para madera, leña y carbón. Estas actividades extractivas, aunque ilegales, siguen causando impactos significativos sobre los ecosistemas y su conservación.	Disminuir la presión que ejerce la expansión de las actividades agropecuarias sobre los ecosistemas.	Ordenar ecológicamente las actividades agropecuarias, de tal forma que puedan generarse criterios para la limitación de la expansión de las fronteras productivas a través de la regulación del uso del suelo y el aseguramiento de la tenencia de la tierra. Fortalecer la aplicación de la legislación existente en materia agropecuaria, especialmente la que promueva la conservación de la flora y la fauna.	Programa de reforestación en áreas con posibilidades de explotación maderable y en áreas impactadas por la tala del mangle. Construcción y operación de viveros para acciones de reforestación. Prohibición de quemas en hábitat críticos y sus zonas aledañas. Difusión de los efectos nocivos de las quemas y desmontes en el ANP y su zona de influencia.
Pesca y Acuicultura	Actualmente esta actividad se encuentra en una crisis cuyos orígenes son de carácter económico y ecológico. Por ejemplo, recientemente la comercialización del ostión y camarón ha disminuido en forma considerable debido al problema del cólera, causando desequilibrios en las organizaciones que se dedicaban a la explotación de ese recurso.	Proteger, conservar y aprovechar los recursos pesqueros de manera sustentable. Fortalecer e incrementar la producción pesquera de forma que beneficie los niveles de calidad de vida de los pescadores.	Difundir entre los sectores involucrados los objetivos y alcances del decreto del área protegida y el Programa de manejo sobre los recursos pesqueros y el desarrollo acuacultural. Implementar el ordenamiento de las actividades del sector: la pesca y la acuicultura y su relación con las actividades industriales y urbanas. Fomentar la comunicación intersectorial para la discusión de las problemáticas pesquera y acuacultural, favoreciendo la toma de decisiones basadas en la investigación científica y social que promuevan la conservación de los recursos.	Estudios de ordenamiento pesquero congruentes con los objetivos del ANP. Reconocimiento y protección de los hábitat críticos. Estudios ecológico-pesqueros y de dinámica poblacional (camarón, almeja, escama, etc.), para el mejoramiento de la actividad.

Protección y Supervisión Comunitaria	Las diversas actividades productivas que se realizan al interior del Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos, presentan en algunos casos patrones de aprovechamiento que atentan contra la integridad ecológica de la misma, ya que, por una parte, las actividades que, ejerciéndose de manera legal, en la práctica rebasan o violen las normas, criterios y límites autorizados para su legal ejercicio, y por la otra, aquellas que son realizadas de manera ilegal o furtiva.	Participar en la verificación del aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y no renovables que se efectúe en el ANP. Integrar un sistema de supervisión operado por personal identificado con los objetivos del Área.	Optimización de los recursos humanos disponibles en las diferentes dependencias, por medio del establecimiento de acuerdos de coordinación que permitan compartir información en las acciones de protección. Propiciar la participación ciudadana en las acciones de protección de los recursos	Revisión y análisis de las instalaciones fijas existentes para determinar su utilidad. Capacitación del cuerpo de inspección. Establecimiento de metas sectoriales de reducción de ilícitos para cada una de las etapas de acción del Programa de Manejo (corto, mediano y largo plazos). Organización y formalización de comités ciudadanos de protección.
Restauración Ecológica	.Es necesario que la sociedad tome conciencia del alto costo que representa la restauración en contraste con el costo-beneficio que implica la conservación de los recursos. El Programa de Manejo debe no sólo darle prioridad a los aspectos de prevención, sino también ser capaz de dedicar gran parte del esfuerzo económico y humano a la definición precisa de las áreas a restaurar, las causas específicas que originaron las condiciones de deterioro.	Detectar y priorizar las áreas que requieran acciones de restauración. Reintegrar áreas y/o sistemas naturales alterados a la condición que tenían originalmente.	Es necesario señalar las áreas prioritarias para iniciar las líneas de acción inmediatas, lo que no significa que no se considere que la total restauración es necesaria, pero ésta requiere de un análisis profundo y de la aplicación de acciones a mediano y largo plazos de mayor complejidad técnica e inversión.	Evaluar las condiciones socioeconómicas de la zona, a fin de detectar los factores antropogénicos que deprimen las condiciones del Área Natural Protegida. Restaurar ambientes impactados.
Formación de Recursos Humanos	La discusión de talleres y módulos puso de manifiesto que dentro del área protegida y su área de influencia hay carencias de profesionales y técnicos que inmersos en la problemática ambiental puedan influir en el manejo sustentable y en la conservación de la flora y fauna del ANP.	Planificar y establecer los procesos necesarios para la formación de recursos humanos de diversos niveles que hagan posible un óptimo funcionamiento del área protegida.	Establecer las necesidades de formación recursos humanos para la investigación, educación y conservación del área protegida. Se deberá priorizar la formación de personal en áreas y niveles donde hasta el momento no se cuente con él y su necesidad e impacto social sean requeridos en el corto plazo.	Implementar programas de capacitación: Técnica. Para grupos sociales y productivos, guías turísticos e investigadores.

Tabla 2. Componentes de Desarrollo

Componentes de Desarrollo				
	Problemática	Objetivos	Estrategias	Acciones
Desarrollo Urbano	Como ya se señaló, uno de los rasgos característicos del desarrollo económico en la zona es su intensa dinámica demográfica y social, que repercute de manera directa sobre el crecimiento de las manchas urbanas de sus principales centros de población, particularmente en Ciudad del Carmen.	Establecer y mantener actualizados los programas directores de desarrollo urbano de las localidades ubicadas dentro del perímetro del área natural protegida. Implementar los mecanismos que permitan conocer y amortiguar los impactos generados por asentamientos humanos ubicados fuera del ANP.	Dar prioridad a la conclusión y actualización de los programas directores de desarrollo urbano de las localidades con mayor población y posteriormente ampliar el sistema de planeación para incluir a la totalidad de asentamientos del Área de protección y conocer su dinámica poblacional.	Elaborar los Planes parciales y sectoriales de desarrollo urbano para las áreas de crecimiento de Ciudad del Carmen, previstos en el Programa Director Urbano de esta localidad.
Desarrollo industrial e infraestructura	En lo referente a la industria petrolera, deben establecerse los mecanismos de diálogo y concertación que hagan factible la sujeción de las actividades industriales a las prioridades de conservación, en tanto no sea posible garantizar su completa compatibilidad con los objetivos del ANP.	Formular y establecer los lineamientos y áreas que promuevan la coexistencia armónica entre el desarrollo industrial y la conservación de los recursos.	Efectuar la revisión y evaluación de los criterios existentes sobre la construcción de desarrollos industriales y de servicios, así como definir los límites de aplicabilidad para la zona protegida.	Definir las zonas de uso para el desarrollo de infraestructura industrial en el ANP. Establecer los mecanismos para la revisión oportuna de las carteras de proyectos del sector público, así como a las empresas paraestatales y privadas,.
Desarrollo Patrimonial	Dentro del área de protección, también se localizan aún importantes muestras del patrimonio cultural. Ninguno de estos sitios tiene programas de atención como monumentos nacionales o desarrollos de investigación arqueológica.	Conservar y rescatar el patrimonio histórico-cultural propio de la región de Términos. Proponer la búsqueda de nuevos sitios de interés relacionados con la preservación del patrimonio y de la identidad regional.	Impulsar la investigación y rescate de los sitios arqueológicos existentes dentro del área de protección, particularmente de los aún no explorados. Propiciar el inventario y recuperación de edificios y sitios de valor histórico de las diferentes localidades del área.	Realizar el inventario y catalogación de sitios arqueológicos para su rescate. Elaboración de guías y estudios sobre los monumentos y sitios de interés histórico de Ciudad del Carmen y otras localidades del área.

Tabla 3. Componentes de Uso Público

Componentes de uso público				
	Problemática	Objetivos	Estrategias	Acciones
Turismo	A pesar del amplio potencial escénico, cultural y de valores naturales presentes en el Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos, el desarrollo turístico es incipiente.	Insertar la actividad turística convencional, y en particular la ecoturística, dentro de las acciones de desarrollo sustentable del área natural protegida.	El papel central de las autoridades del ANP y demás dependencias será la promoción y regulación de la actividad, quedando bajo la responsabilidad de los sectores social y privado el desarrollo de las acciones turísticas.	Elaborar y difundir un documento de ética de conservación para agencias turísticas, específico a las condiciones del ANP.
Educación Ambiental	El proceso de formación de una cultura ambiental en su sentido más amplio, reposa esencialmente en el diseño y aplicación de técnicas pedagógicas que incorporen la generación de actitudes y aptitudes en armonía con el entorno físico, biológico y social.	Lograr la toma de conciencia y el desarrollo de valores, actitudes y técnicas que permitan contribuir a la solución de los problemas ambientales para mejorar la protección del área protegida y por consiguiente la calidad de vida del hombre.	La necesidad de estructuración de un programa de educación ambiental para el Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos, ha sido reconocida como una de las más altas prioridades a lo largo del proceso de integración de este Programa de Manejo.	Programa de educación ambiental Población económica activa

Tabla 4. Componentes de Investigación Científica

Componente de Investigación Científica				
	Problemática	Objetivos	Estrategias	Acciones
Estudios Ecológicos y socioeconómicos	La problemática ambiental derivada de los procesos de explotación y extracción de recursos y del crecimiento social y económico del área protegida, requiere de una base sólida de conocimiento que debe estar constituida por investigaciones fundamentales de alta calidad.	Incrementar el conocimiento de la biodiversidad y del contexto socioeconómico del área protegida con el propósito de contar con una base técnica para su valoración económica, ecológica, cultural y social.	Establecer mecanismos de vinculación entre las instituciones, centros de investigación, dependencias gubernamentales y organizaciones sociales para orientar y definir líneas de investigación científica y socioeconómica en el área de manejo.	Línea de Contaminación e Impacto Ambiental Línea de Conservación y uso de la Biodiversidad Línea de Entorno Socioeconómico
Investigación y Divulgación Científica	El desarrollo de todos los trabajos resultantes del Componente de Investigación Científica debe incluir un adecuado canal de divulgación. Este canal debe quedar formalmente instrumentado desde un principio y de manera tal que, dependiendo de la profundidad del estudio y su aportación al conocimiento científico, tenga un ámbito de divulgación de alcance estatal, nacional e internacional.	Implementar un sistema de acopio y difusión de los trabajos técnicos y científicos que se hayan realizado sobre la Laguna de Términos.	Integrar un grupo científico-técnico que se aboque a la recopilación, revisión y selección del material científico y técnico acumulado en los últimos 30 años sobre la Laguna de Términos, capaz de seleccionar el material histórico de mayor importancia para su divulgación. Formalizar contactos con instancias nacionales e internacionales relacionadas con los procesos de divulgación científica, con el propósito de que el organismo operador del ANP sea el medio por el cual se dé la difusión de los mismos.	Conformar con expertos de alta capacidad analítica, tanto del organismo operador del ANP, como de personal externo, un comité revisor y de gestión para la divulgación de los trabajos técnicos y científicos sobre el ANP.
Monitoreo	Las actividades de monitoreo son la herramienta que aporta los elementos básicos para la planeación, modificación o creación de nuevas estrategias, dentro de las acciones de protección, conservación, restauración o aprovechamiento racional de los recursos naturales existentes en el ANP.	Cuantificar y sistematizar la información y el comportamiento del impacto de las variables bióticas, abióticas y sociales sobre los recursos renovables y no renovables. Registrar sistemáticamente y a largo plazo los pulsos naturales de estructura y función de los hábitats críticos del ANP y las acciones humanas que los alteran.	Implementar sistemas de monitoreo basados en un proceso de planeación debidamente respaldado en espacio y tiempo. Operar los sistemas de monitoreo en forma sistemática, a fin de ir generando una base de datos confiable para su aplicación en el manejo del Área Natural Protegida. Promover el establecimiento de bioindicadores de cambios en los ecosistemas incluidos en el sistema de monitoreo.	Concertación con dependencias federales e instituciones públicas y privadas en materia ambiental para establecer programas de monitoreo conjunto en la zona.

Tabla 5. Componentes de Normatividad

Componente de Normatividad				
	Problemática	Objetivos	Estrategias	Acciones
Leyes y reglamentos Aplicables	Las áreas naturales protegidas son objeto de influencia de diversas leyes y reglamentos. Esto implica de manera directa la aplicación de ordenamientos legales cuya observancia está encargada a distintas dependencias de la administración pública federal. Así mismo obliga a suponer la necesidad de que las acciones de protección deban tener una especial preeminencia y poner a disposición de los habitantes o visitantes de la zona, la información que les permita saber hasta dónde es permitido en lo que a manejo y explotación de recursos se refiere.	Identificar en forma precisa los instrumentos legales aplicables a la operación del Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos.	Establecer mecanismos de comunicación ya sea directa o electrónica con las dependencias e instituciones responsables del manejo de los instrumentos legales, que permita en el corto plazo una recopilación lo más completa posible de los mismos.	Realizar la investigación necesaria para el establecimiento, actualización y adecuación de la normatividad aplicable en el Área Protegida.

Por último, se llevó a cabo la transferencia de conocimiento, a partir, de los resultados obtenidos de los índices de vulnerabilidad socioambiental de las dos cabeceras estuarinas Pom-Atasta y Palizada-Del Este, complementado con diversos componentes de los planes de manejo. Esta transferencia fue realizada en la facultad de Ciencias Naturales, de la Universidad Autónoma del Carmen el 7 de junio del 2024.

Se expuso la transferencia de conocimiento a investigadores y estudiantes del Programa Educativo Licenciatura en Biología Marina en el marco del foro por el día Mundial del Medio Ambiente. (Fig. 1 a, b).

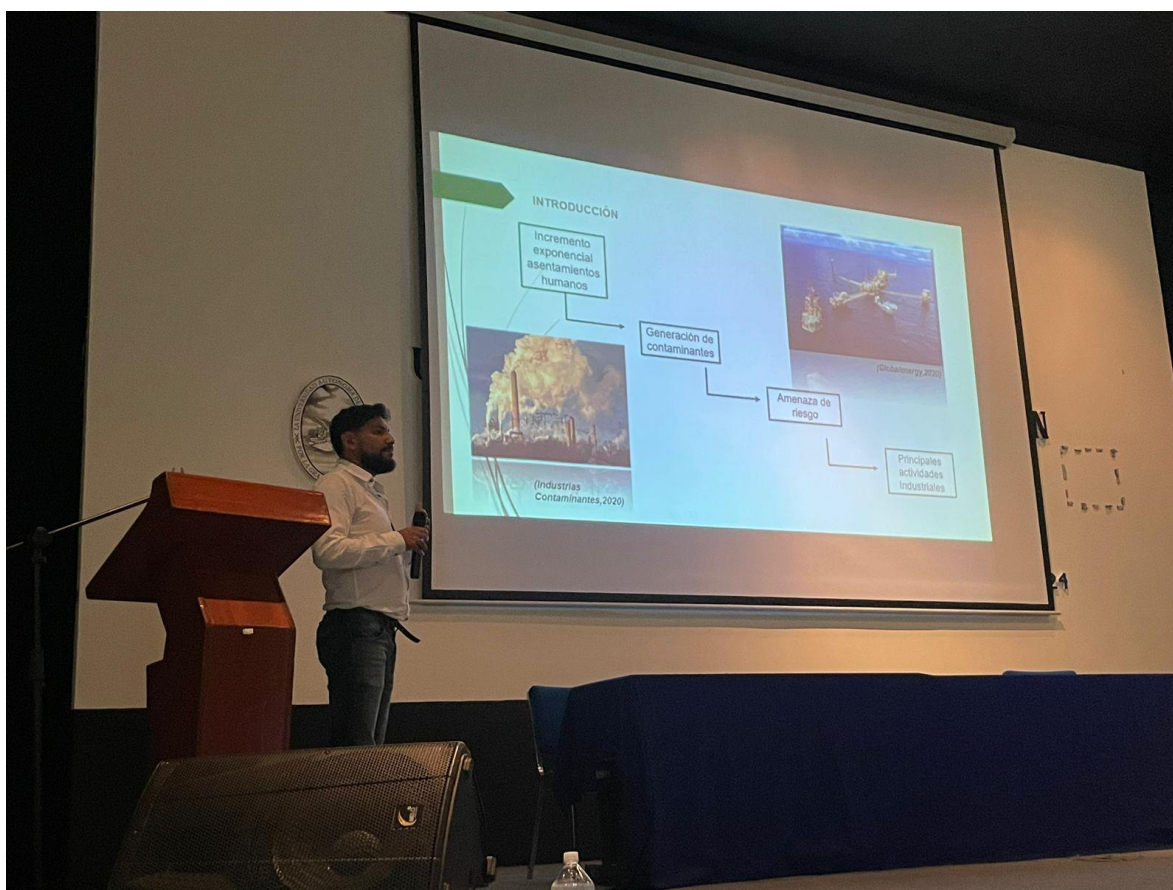


Figura 1 (a). Transferencia de conocimiento realizada en la facultad de Ciencias Naturales, de la Universidad Autónoma del Carmen el 7 de junio del 2024.



Figura 1 (b). Transferencia de conocimiento a investigadores y estudiantes del Programa Educativo Licenciatura en Biología Marina en el marco del foro por el día Mundial del Medio Ambiente.

DISCUSIÓN

De acuerdo a la complejidad de los factores bióticos, abióticos, sociales y económicos que interactúan en el Área de Protección de Flora y Fauna de la Laguna de Términos, constituye uno de los principales retos a priorizar dentro del Programa de Manejo, por otra parte, dado que las situaciones creadas por las interacciones de estos factores son conflictivas, la filosofía de este Programa en conjunto con el Atlas ha sido creados con el fin de proponer líneas generales de acción para atender y minimizar ciertos impactos. Por esta razón, la apertura y flexibilidad son las características más relevantes, tomando como punto de partida la conservación de la flora y la fauna.

Por otro lado, la puesta en operación de las acciones establecidas en este Programa de Manejo y Atlas de riesgo requieren de una constante revisión y evaluación que permita: Programar y jerarquizar los problemas para la consecución de los objetivos de cada acción proporcionando las medidas necesarias para su resolución; además de corroborar los avances y resultados de las acciones emprendidas así como realizar los ajustes necesarios para el cumplimiento de los objetivos de cada acción analizando la congruencia entre las acciones a realizar mediante la transferencia de Tecnología.

CONCLUSIÓN

La integración de este documento ha requerido un gran empeño de concertación y coordinación y, sobre todo, de la buena voluntad y los esfuerzos individuales e institucionales de los miembros de los diversos sectores que participaron en su elaboración que demuestran el alto interés que se tiene por esta región. Los aspectos positivos y negativos que se derivan del proceso podrían ser tomados muy en cuenta por las instancias correspondientes en el Planteamiento y apoyo de futuras áreas protegidas.

LITERATURA CITADA

- Arias P. J. E. y Aristizábal B. C. A. 2011. Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia-tecnología y sociedad. *Pensamiento y gestión*. (31), 137-166.
- Ayala-Pérez L. A., Terán-González G. J., Flores-Hernández D., Ramos-Miranda J., y Sosa-López A. 2012. Variabilidad espacial y temporal de la abundancia y diversidad de la comunidad de peces en la costa de Campeche, México. *Latin american journal of aquatic research*, 40(1), 63-78.
- Castillo A., Corral-Verdugo V., González-Gaudiano E., Paré L., Paz M. F., Reyes, J., y Schteingart, M. 2009. Conservación y sociedad. 761-801pp. En: *Capital natural de México*. 2, 821p
- Chirino Miranda E., Abad Chaves J., y Bellot Abad J. F. 2008. Uso de indicadores de Presión-Estado-Respuesta en el diagnóstico de la comarca de la Marina Baixa, SE, España. *Ecosistemas*. 17(1), 107-114.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). *LA Biodiversidad de Campeche: Estudio de Estado*. México. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_campeche.
- Feria V. 2009. Propuesta de un modelo de transferencia de conocimiento científicotecnológico para México. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia España. 23-32.
- Plasencia S. J. A., Marrero D. F. M., Bajo S. A. M. B., y Nicado G. M. N. 2018. Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*. 63-73.

- Ramos-Miranda J., Flores-Hernández D., Ayala-Pérez L. A., Rendón-von Osten J., Villalobos-Zapata G. y Sosa-López A. 2006. Atlas hidrológico e ictiológico de la Laguna de Términos. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)-Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Campeche. 75p.
- Rodríguez Cardozo. L. 2015: Metodologías de evaluación de la sustentabilidad en Áreas Naturales Protegidas. Estado del arte y propuesta metodológica para México. *Studia Politicae*. 34, 91-116.
- SEMARNAP, 2015. *Áreas de Valor Ambiental*. [En línea] Available at: <http://centro.paot.org.mx/index.php/tematico/ava/author/1830> [Último acceso: mayo 2023].
- Schütz G., Hacon S., Silva H., Moreno-Sánchez A. R. y Nagatani K. 2008. Principales marcos conceptuales aplicados para la evaluación de la salud ambiental mediante indicadores en América Latina y el Caribe. *Revista Panamericana de Salud Pública*. 24, 276-285.
- Sotelo J. A., Tolón A., y Lastra X. 2011. Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso. *Estudios Geográficos*. 72(271), 611-654.
- Vázquez-Valencia R. A., y García-Almada R. M. 2018. Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. 27(53-1), 1-26.

ANEXOS

ATLAS DEL ÁREA DE PROTECCIÓN

DE FLORA Y FAUNA (APFF)

LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE

Ing. Amb. Cristian Hugo Rodríguez Gómez

Maestría en Ecología Aplicada

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Xochimilco

El presente trabajo forma parte del proyecto de Idónea Comunicación de Resultados “Generación de indicadores de vulnerabilidad socioambiental en la cabecera estuarina Pom-Atasta del área natural protegida Laguna de Términos, Campeche” de la Maestría en Ecología Aplicada bajo la línea de investigación de Ecología del Paisaje.

Fue desarrollado como soporte para la transferencia de tecnología con apoyo de los miembros del Comité Tutorial Siguiente:

Dr. Luis Amado Ayala Pérez

Departamento del Hombre y su Ambiente

División de Ciencias Biológicas y de la Salud UAM-X

Dr. Daniel Pech Pool

Departamento de Ciencias de la sustentabilidad

El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche

M. en C. Alfonso Esquivel Herrera

Departamento del Hombre y su Ambiente

División de Ciencias Biológicas y de la Salud UAM-X

Junio 2024

ÍNDICE

OBJETIVOS	9
CAPÍTULO 1	1
Identificación y caracterización de indicadores de vulnerabilidad de las principales actividades socioeconómicas y socioambientales asociadas al uso de recursos en el Área Natural Protegida, Laguna de Términos, Campeche.....	1
RESUMEN	1
OBJETIVO	7
INTRODUCCIÓN	3
Laguna de Términos, una región natural socio-ambientalmente vulnerable	4
Planificación demográfica y ordenamiento territorial en laguna de Términos	5
Área de estudio.....	6
MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
Metodologías descriptivas: características y aplicaciones.....	8
Metodologías explicativas: comprendiendo causas y efectos	8
Metodologías correlacionales: análisis de relaciones.....	8
RESULTADOS	8
Situación ambiental en la región	9
Actividades productivas del APFFLT	10
Actividad Petrolera	10
Actividad Pesquera	11
Actividad Agrícola y Pecuaria.....	12
Asentamientos Humanos.....	13
Turismo	13
DISCUSIÓN	14
CONCLUSIÓN	16
LITERATURA CITADA	17
CAPÍTULO 2	21
Identificación de las principales fuentes de impactos antropogénicos asociados al municipio del Carmen y Palizada para la determinación del Índice de Desarrollo Humano e Índice de Huella Humana.	21
RESUMEN	21
OBJETIVOS.....	29

INTRODUCCIÓN	23
Caracterización de las actividades económicas	24
Relevancia de los indicadores	25
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	26
Índice de Huella Humana (IHH)	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
Índice de Desarrollo Humano (IDH)	29
Índice de Huella Humana (IHH)	34
RESULTADOS	37
Índice de Desarrollo Humano	37
Índice de Huella Humana	40
DISCUSIÓN	49
Índice de Desarrollo Humano	49
Índice de Huella Humana	51
CONCLUSIÓN	55
LITERATURA CITADA	57
CAPÍTULO 3	62
Transferencia de tecnología para el desarrollo del Área Natural Protegida laguna de Términos, Campeche, mediante propuestas de mejora en los diversos sectores ...	62
RESUMEN	62
INTRODUCCIÓN	64
MATERIAL Y MÉTODOS	65
RESULTADOS	67
Componentes del programa de manejo	70
DISCUSIÓN	77
CONCLUSIÓN	77
LITERATURA CITADA	78
ANEXOS	80
.....	80
INTRODUCCIÓN.....	85
METODOLOGÍA.....	87
PRINCIPALES ESCENARIOS DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE	89
REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA HIDROMETEREOLÓGICA	93

REPRESENTACIÓN	96
GEOGRÁFICA QUÍMICA.....	96
REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA SANITARIA.....	100
DISCUSIÓN.....	103
CONCLUSIÓN	105
LITERATURA CITADA	106

INTRODUCCIÓN

El valor ecosistémico de la región de laguna de Términos en el estado de Campeche, por su alta biodiversidad, ha sido documentado desde hace muchos años. Se ha reportado que más de 40 especies que utilizan esta laguna como área de refugio, alimentación y/o reproducción, son recursos de importancia comercial, que se capturan en las costas y sonda de Campeche adyacente. Desde la década de los sesenta se han realizado estudios en la región (Ayala Castañares, 1963) y se ha mantenido hasta hoy (Yáñez-Arancibia y Day, 1988; Villalobos Zapata et al., 2002; Benítez y Villalobos Zapata, 2010; Villalobos Zapata, 2010, Yáñez-Arancibia et al. 2014).

La mayoría de la producción petrolera nacional se lleva a cabo en el Golfo de México, particularmente en las aguas poco profundas de la sonda de Campeche en donde se encuentra no solamente la laguna de Términos, sino también otras lagunas costeras y estuarios que constituyen ecosistemas de alta importancia no solo por su biodiversidad, sino por el uso que se les da. La complejidad socioambiental hace necesario la generación de conocimientos multidisciplinarios para generar estrategias de manejo, que deben ser abordados para realizar su manejo y conservación (CONABIO, 2020).

Mientras que la extracción petrolera representa una importante fuente de ingresos para México, es también una actividad que lleva implícito el riesgo de derrames de hidrocarburos, con posibles consecuencias devastadoras para los ecosistemas marinos, la salud humana y las actividades económicas que dependen de ellos, incluyendo la pesca y el turismo.

La zona litoral del Golfo de México en su parte sur ha sido estudiada por varios autores desde diferentes puntos de vista y en diversas épocas. Varios factores han influido en la conformación de los procesos de dinámica costera, tales como los factores geológicos como el tipo de litología costera, sedimentológicos como los tipos y clasificación de los materiales granulares de las playas, biológicos como la presencia de ecosistemas de manglares, pastos marinos, arrecifes, etc.,

Por otra parte, como los océanos se comportan mediante la distribución de corrientes y naturaleza del oleaje, climáticos como la presencia de eventos hidrometeorológicos extremos y efectos del cambio climático, y antrópicos como la construcción de diversos tipos de obras e intervención humana en la zona costera (Ramos Miranda J, 2015; Villalobos Zapata, 2010).

Actualmente, el papel de la actividad antropogénica también ha contribuido a modificar la zona litoral, desde el momento que se construyen vías de comunicación, infraestructura energética y petrolera, hoteles, casas, restaurantes, etc. En su parte continental (supraplaya), hasta la construcción de muelles, espigones, escolleras, rompeolas en la parte marina (infraplaya) alterando el transporte litoral y la morfología de la playa (UAS, 2020).

En este reporte se presenta un Atlas de Línea Base Ambiental socioambiental de algunas de las características, riesgos y vulnerabilidades detectadas del Sistema Estuarino Pom-Atasta en el sur del Golfo de México dirigido hacia una representación geográfica de las características Hidrometeorológicas, químicas y sanitarias del ecosistema con énfasis en la ZEE mexicana que nos permitió realizar esta obra la cual, incluye 6 apartados que atienden la necesidad de contar con una línea base ambiental sinóptica, representa la más extensa caracterización oceanográfica que el país haya desarrollado hasta ahora.

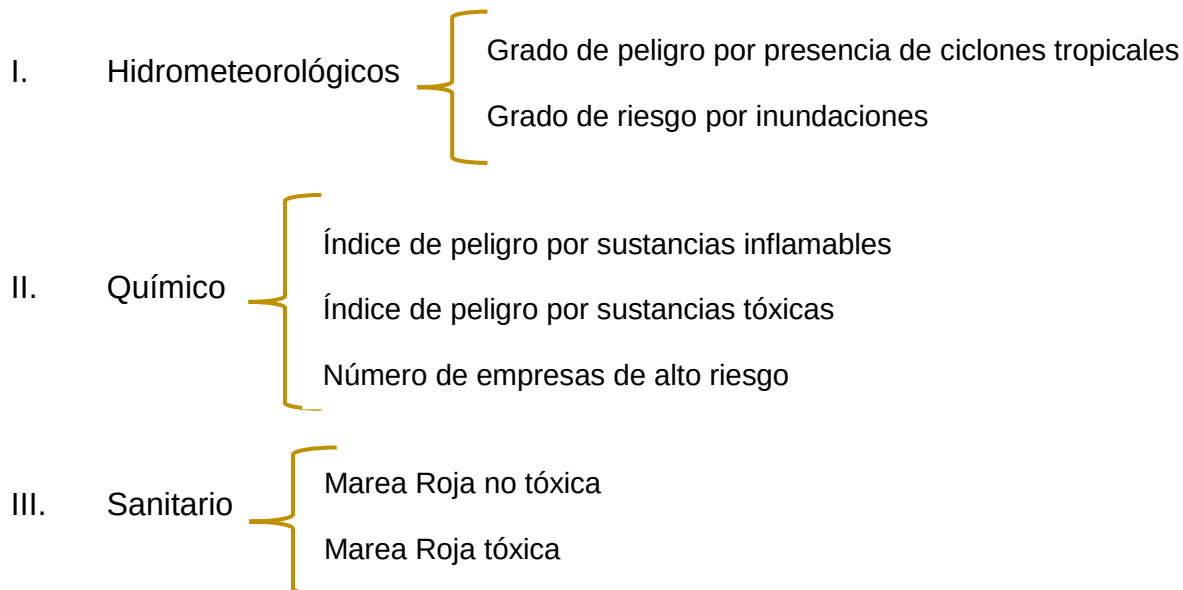
Con el contenido de estos mapas se pretende contar con una puerta de entrada para el acceso de información no existente y contribuir socialmente a poder analizar el estado actual del Sistema Pom Atasta del Área Natural Protegida, Campeche y por ende contar con la facilidad de visualizar dichos contenidos que podrán ser revisados con mayor detalle a lo largo de los apartados.

METODOLOGÍA

Para la ejecución del Atlas se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizados para trabajar con todo lo referente a la información espacial georreferenciada. Algunos centros de investigación como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) desarrollan estos sistemas y por su nivel de complejidad necesitan de dichos softwares para su desarrollo e implantación.

Por la diversidad y complejidad de la temática con el presente Atlas, se logró la aplicación de varias aproximaciones metodológicas, en donde, se implementaron modelos vectoriales en base al software QGIS el cual nos permitió caracterizar las condiciones predominantes, específicamente de grado hidrometeorológico, químico y sanitario los cuales reflejan el análisis de vastas bases de datos históricas, y que requirieron de una detallada capacidad computacional.

Para el inicio de la creación de los mapas se recolectaron mapas en el Geoportal de la CONABIO, la cual nos proporcionó los metadatos y poder transferirlos a los SIG, posteriormente se realizó la clasificación como se muestra a continuación:



Una vez obtenidos los metadatos se realizó una superposición vectorial y se extrajeron todos los atributos necesarios de cada ejemplar utilizando una escala de 1:250000, además de verificar la información y el periodo de validez de cada característica del mapeo (CONABIO, 2020).

Por último, se ejecutó el tipo de formato de imagen referida y se complementaron las medidas características geográficas de mapeo.

Desde el punto de vista informático se requirió del uso del software QGis, ejecutando un conjunto de procedimientos, técnicas, herramientas y soporte documental a la hora de desarrollar el conjunto de mapas. La presencia de estos sistemas de información geográfica de tal grado nos ayuda al desarrollo de un proyecto garantizado y de mayor calidad.

PRINCIPALES ESCENARIOS DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE

Escenario Social

La principal presión por asentamientos humanos, ocurre en ciudad del Carmen, que es la cabecera municipal. Es el segundo asentamiento de mayor densidad en el estado de Campeche (221 094 habitantes en todo el municipio, censo INEGI 2011). Este núcleo poblacional totalmente urbano de alta densidad, localizado en el extremo occidente de la isla de barrera de la laguna de Términos, por la demanda de servicios y la generación de desechos (sólidos y líquidos), es el principal factor de presión para el APFFLT (Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”), dentro de este componente de asentamientos humanos. La generación de desechos sólidos en un relleno sanitario que no funciona de forma óptima, y la no disponibilidad de un sistema de drenaje, alcantarillado y sistema de tratamiento y disposición final, hace que, en la columna de agua de litoral interno de la isla del Carmen.

Si bien, el programa de manejo del APFFLT, desde 1995, estableció que no se debería autorizar ningún asentamiento más en la isla del Carmen y que toda obra de infraestructura a desarrollar se consultara con la Dirección del APFFLT, esto desafortunadamente no se cumplió y ha sido un factor para incrementar la insustentabilidad y vulnerabilidad de la isla del Carmen (Villalobos Zapata et al., 2002 y Posada Vanegas et al., 2013),

A esto se agrega el peligro por incremento del nivel medio del mar, la intensidad del nivel de precipitaciones y los efectos del paso de un evento meteorológico extremo (precipitaciones pluviales cortas pero intensas, tormenta tropical, huracanes), queda acentuado ese incremento en el riesgo y la vulnerabilidad a la población y a su patrimonio, quedando solo los bordes de la isla donde se localiza mangle, como el ecosistema a conservar y proteger en cuanto a su sistema hidrológico de agua dulce que le proporciona su existencia.

Escenario Ambiental

Como parte integral del proceso histórico de la conservación del México, en el APFFLT, al estar por cumplir 21 años se busca evaluar y actualizar el conocimiento sobre: los procesos de manejo y conservación, sus inventarios de flora y fauna, realizar un seguimiento de las mismas, conocer el cambio de uso de suelo y vegetación, el impacto y programas de crecimiento de las actividades productivas, los asentamientos humanos, y los programas de desarrollo de los tres órdenes de gobierno dentro de la misma y en su zona de influencia.

El sector académico a través de las diferentes instituciones (UNACAR, EPOMEX-UAC, UNAM, UAMX, UJAT, entre otras), sigue aportando conocimiento sobre la región, tanto en proyectos que abonan al manejo integrado de la región como estudios sobre especies amenazadas (jaguar, mangle y especies invasoras), cada vez con mejor coordinación con la CONANP para atender también lo señalado en el Programa de Manejo (INE/SEMARNAP, 1997).

Escenario Económico

Desde su decreto, el reto fundamental ha sido cumplir con la misión del concepto de área natural protegida, es poder equilibrar el crecimiento de asentamientos, la diversificación de actividades productivas y sus efectos asociados, con el mantenimiento de los ecosistemas que conforman el APFFLT. En el caso de PEMEX, y sus servicios asociados, han tenido tanto impacto directo productivo por la extracción de hidrocarburos, como ambiental, económico y social a la región.

Desde 1994 hasta 2011 sólo se habían autorizado tres pozos exploratorios y recientemente hay la presión por impulsar otros cinco, situación que debe ser revalorada y estudiada con la participación no solo de especialistas sino también de la sociedad y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), para mantener el equilibrio entre conservación y desarrollo de los ecosistemas presentes, el mantenimiento de los servicios ambientales, y los programas de actividades productivas que se nutren de los propios recursos naturales y deben de impactar lo

menos posible en la calidad de vida de los asentamientos presentes en la región de laguna de Términos, con visión de largo plazo.

En donde ha ocurrido impacto indirecto creciente por cambio de suelo, es en el aumento en los asentamientos de empresas y servicios asociados a la actividad petrolera, ya que se tiene en la sonda de Campeche a las plataformas petroleras, ocurriendo esta expansión tanto en la parte urbanizada antigua del occidente de la isla del Carmen como ahora a todo lo largo de la misma, con proyectos habitacionales, libramiento carretero, rellenos, así como, incendios forestales en su zona continental en los municipios del Carmen y Palizada. Esto también de forma indirecta ha inducido la presión del cambio de uso de suelo en la isla para uso habitacional y de servicios.

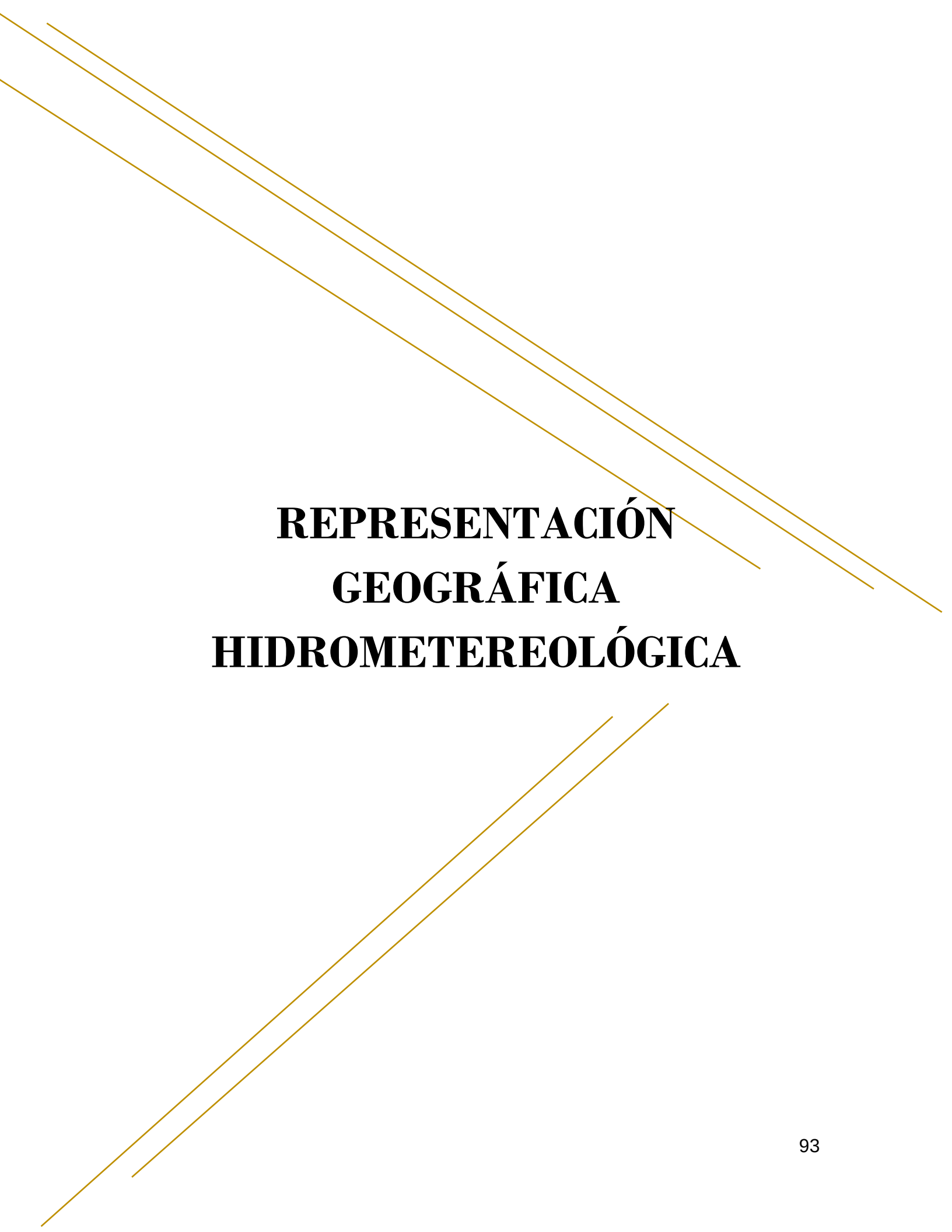
Como muestra de la dinámica poblacional, los datos de INEGI señalan que en 2010 había 221 094 habitantes en el municipio del Carmen (169 466 en la isla del Carmen 77% de la población municipal y 472 hab/ km², solo en la isla) (INEGI, 2011), mientras que en 1990 había 136 000 en el municipio. Esto está implicando una presión importante sobre la isla, un fuerte cambio en el uso del suelo, asentamientos y servicios con aumento de su vulnerabilidad ante los impactos de eventos hidrometeorológicos y a mediano y largo plazo a los efectos de cambio climático por elevación del nivel del mar.

Se evalúa en términos de la conservación y manejo sustentable del APFFLT, que es importante que PEMEX mantenga sólo actividad de mantenimiento y seguridad en su infraestructura localizada dentro del APFFLT, y que por otro lado pueda apoyar programas de monitoreo ambiental de mediano y largo plazo.

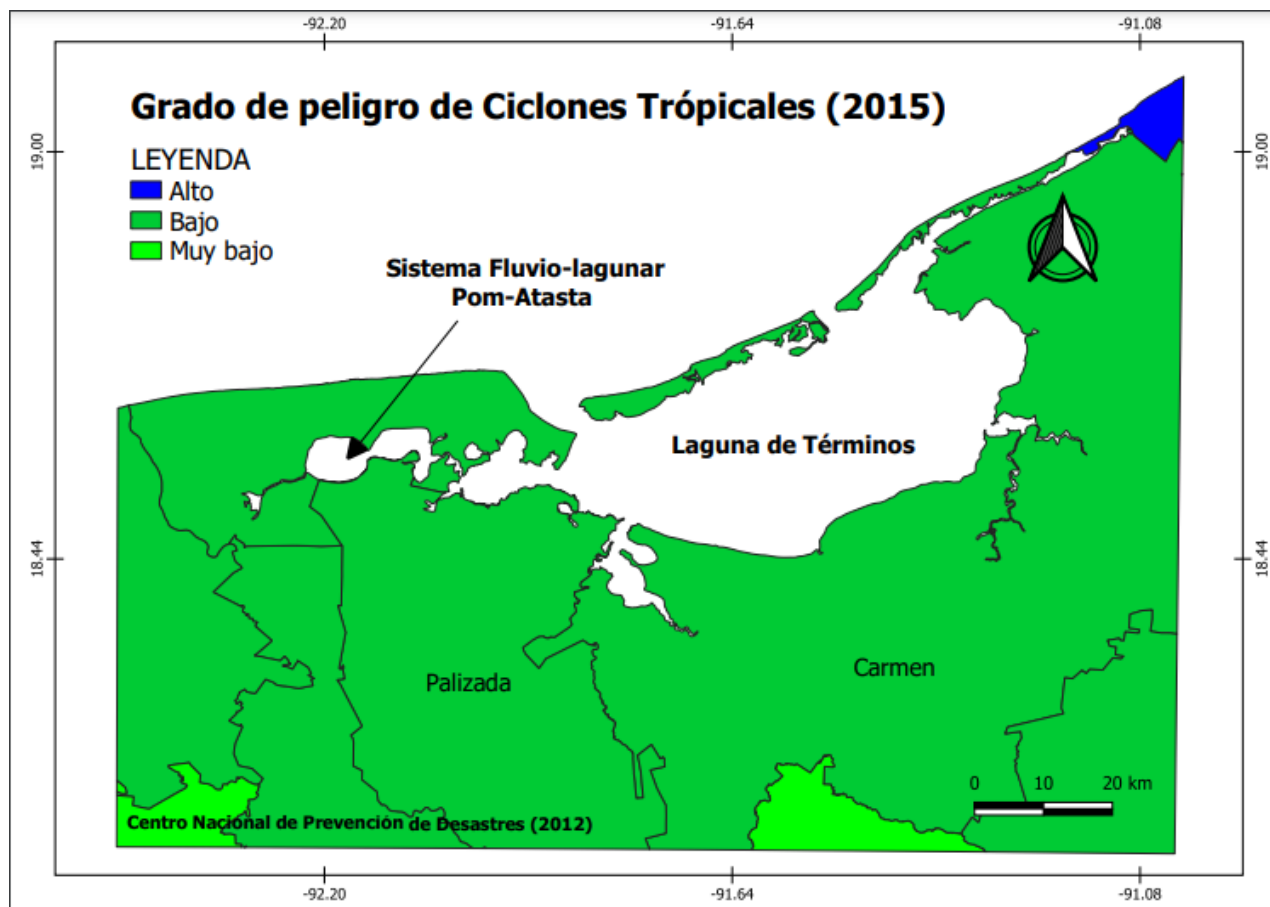
La zona de influencia de su infraestructura, bajo términos de referencia que la CONANP genere para dar seguimiento y evaluación tanto en la parte terrestre como en la acuática de posibles impactos directos o indirectos de contaminantes asociados a actividades dentro y en la zona de influencia del APFFLT y que puedan ayudar a tomar acciones preventivas y correctivas para el bienestar ecosistémico

de la misma (hábitat, calidad del agua para vida silvestre, tanto marina como estuarina y dulceacuícola).

Esto debe ser complementado con estudios de mediano plazo (cada tres años o cuatro años) para evaluar el cambio de uso de suelo y vegetación y evaluación de fragmentación del hábitat) Especialmente, la actividad petrolera ocupa con mayor infraestructura las micro-regiones de 1) Nuevo Campechito-San Antonio Cárdenas-Atasta-Puerto Rico; y 2) Isla del Carmen.

The page features four thin, parallel, golden-yellow diagonal lines. Two lines run from the top-left towards the bottom-right, and two lines run from the bottom-left towards the top-right, creating a dynamic background for the title.

REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA HIDROMETEREOLÓGICA



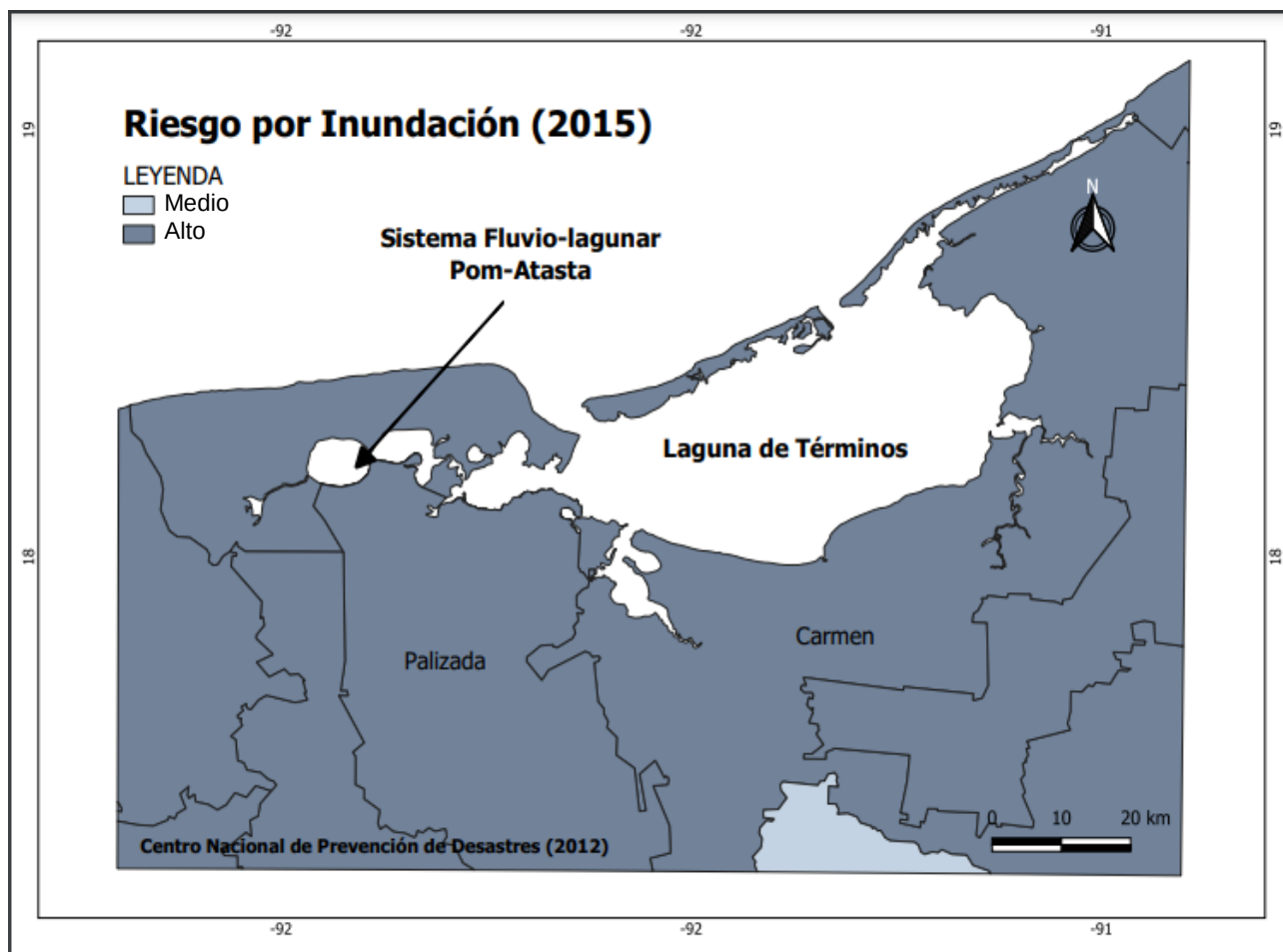
Nombre del producto:

Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales

Resumen:

En el mapa se muestran los municipios aledaños de la laguna de Términos en Campeche con algún grado de peligro por presencia de ciclones tropicales, el mapa se encuentra a escala 1:250 000. El índice de peligro por ciclones tropicales fue obtenido por medio de un conteo de las trayectorias de los ciclones dentro de un cuadro de 1° por 1° geográfico y se consideró la de mayor intensidad. Esta información se transfirió a los municipios del censo 2010 y se asignó un valor ponderado con el área, en caso de que un municipio estuviera en varios cuadros.

Propósito: Contar con información sobre el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento.



Nombre del producto:

Grado de riesgo por inundaciones por mareas de tormenta y elevación nivel del mar.

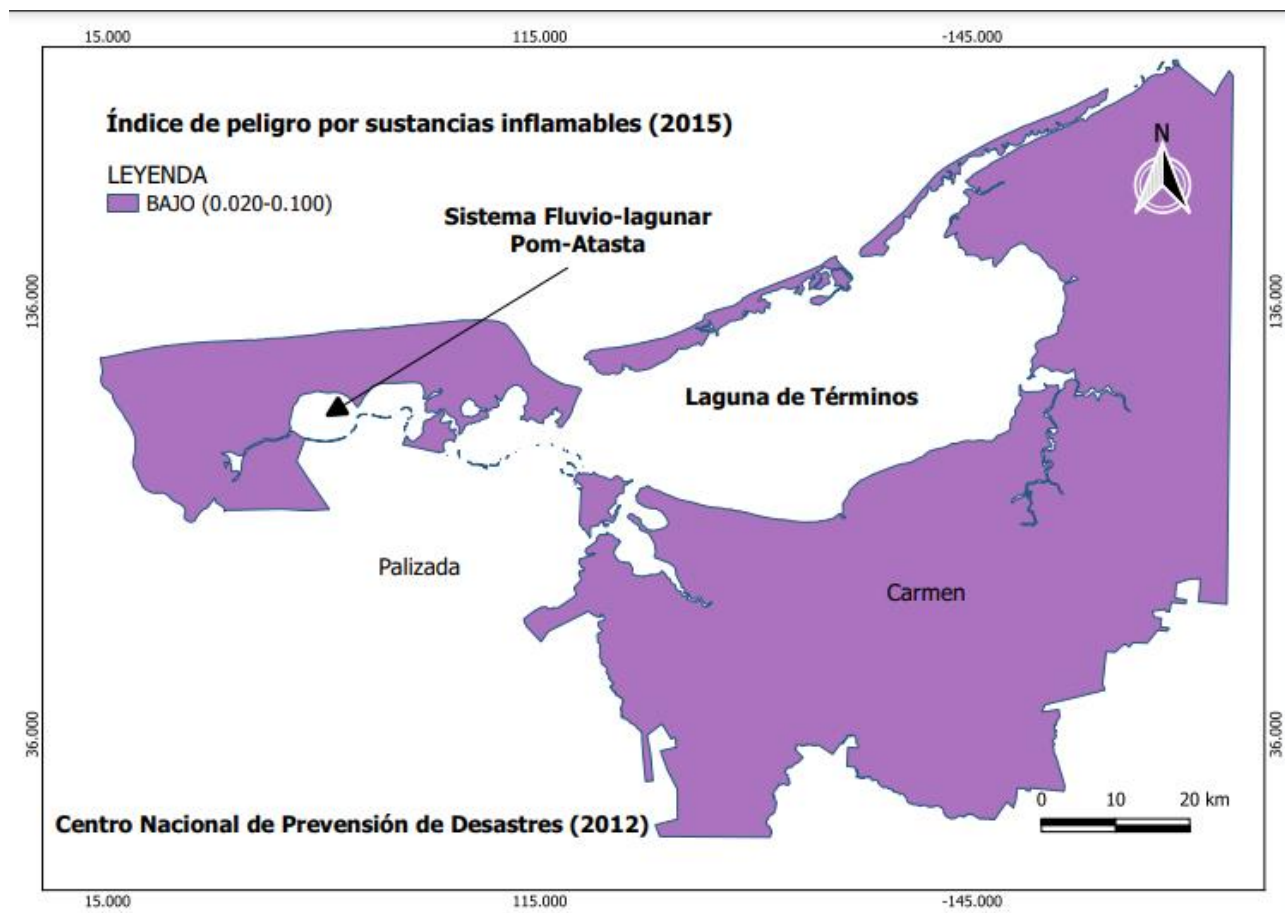
Resumen:

El mapa muestra el grado de riesgo por inundaciones en una clasificación de medio a bajo, en el cual se identifican los municipios que integra la Laguna de Términos, Campeche donde la población es más vulnerable de sufrir afectaciones en caso de inundaciones, dadas las condiciones de la población, (CENAPRED,2007).

Propósito: Contar con información sobre la distribución del grado de riesgo por inundaciones por municipio, para identificar a la población más vulnerable de sufrir afectaciones en caso de inundaciones en el área.

The page features an abstract design of thin, intersecting gold lines that create a sense of depth and movement. These lines are positioned in the upper and lower portions of the page, framing the central text.

REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA QUÍMICA



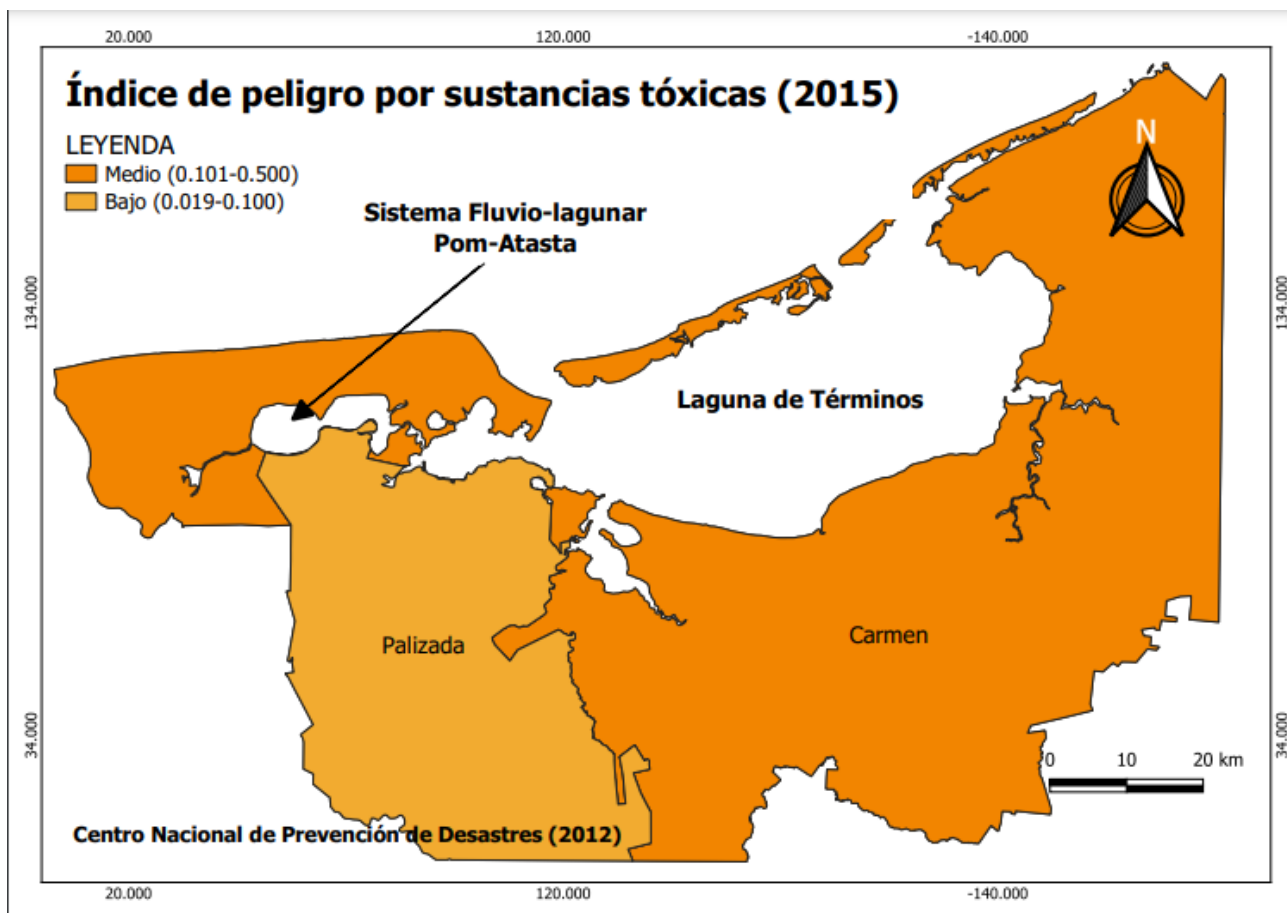
Nombre del producto:

Índice de peligro por sustancias inflamables (Petróleo y sus derivados)

Resumen:

El mapa muestra el índice de peligro por sustancias inflamables por municipio, en el cual se identifican los que presentan mayor peligro por el tipo de sustancias que almacenan en su mayoría petróleo y sus derivados, con base en la clasificación de NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego). Este mapa se elaboró con la base de datos MAQUIM (Materiales Químicos), cuya información se obtuvo de los Programas de Prevención de Accidentes (PPA) de las industrias de alto riesgo presentados ante la SEMARNAT con base a ello se clasificó en índice bajo (0.020-0.100) y alto (0.101-0.500), sin embargo, en esta zona solo se obtuvo índice bajo.

Propósito: Contar con información sobre la distribución del peligro por sustancias inflamables por municipio, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento.



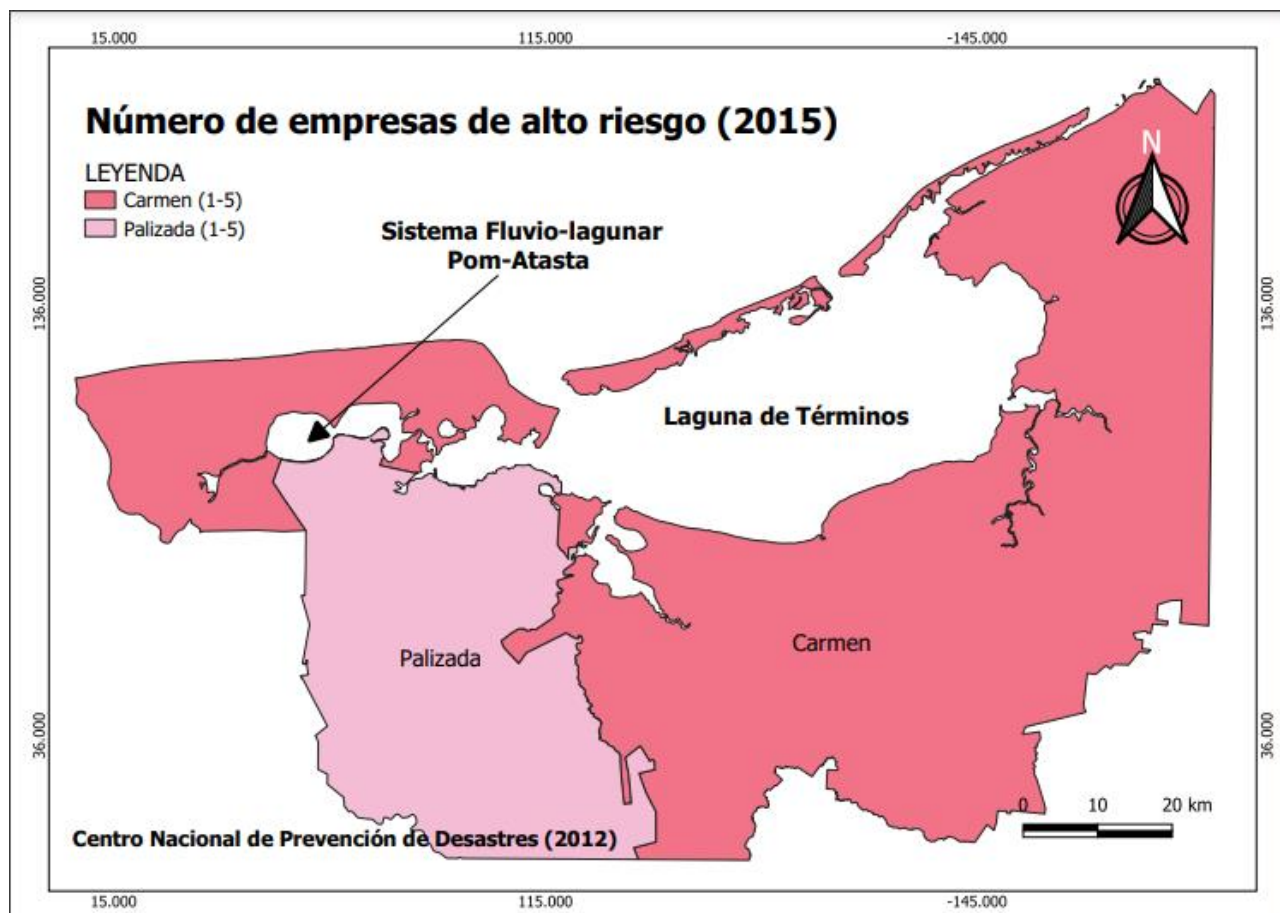
Nombre del producto:

Índice de peligro por sustancias tóxicas (Combustibles Fósiles)

Resumen:

El mapa muestra el índice de peligro por sustancias tóxicas por municipio, en el cual se identifican los que presentan mayor peligro por el tipo de sustancias que almacenan y utilizan como lo son los combustibles fósiles, con base en la clasificación de NFPA (Asociación Nacional de Protección contra el Fuego), la cantidad de reporte y el estado físico de la sustancia. Este mapa se elaboró con la base de datos MAQUIM (Materiales Químicos), cuya información se obtuvo de los Programas de Prevención de Accidentes (PPA) de las industrias de alto riesgo presentados ante la SEMARNAT y en base a ello se clasificó en índice bajo (0.019-0.100) y alto (0.101-0.500).

Propósito: Contar con información sobre la distribución del peligro por sustancias tóxicas por municipio, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento.



Nombre del producto:

Número de empresas de alto riesgo socioambiental

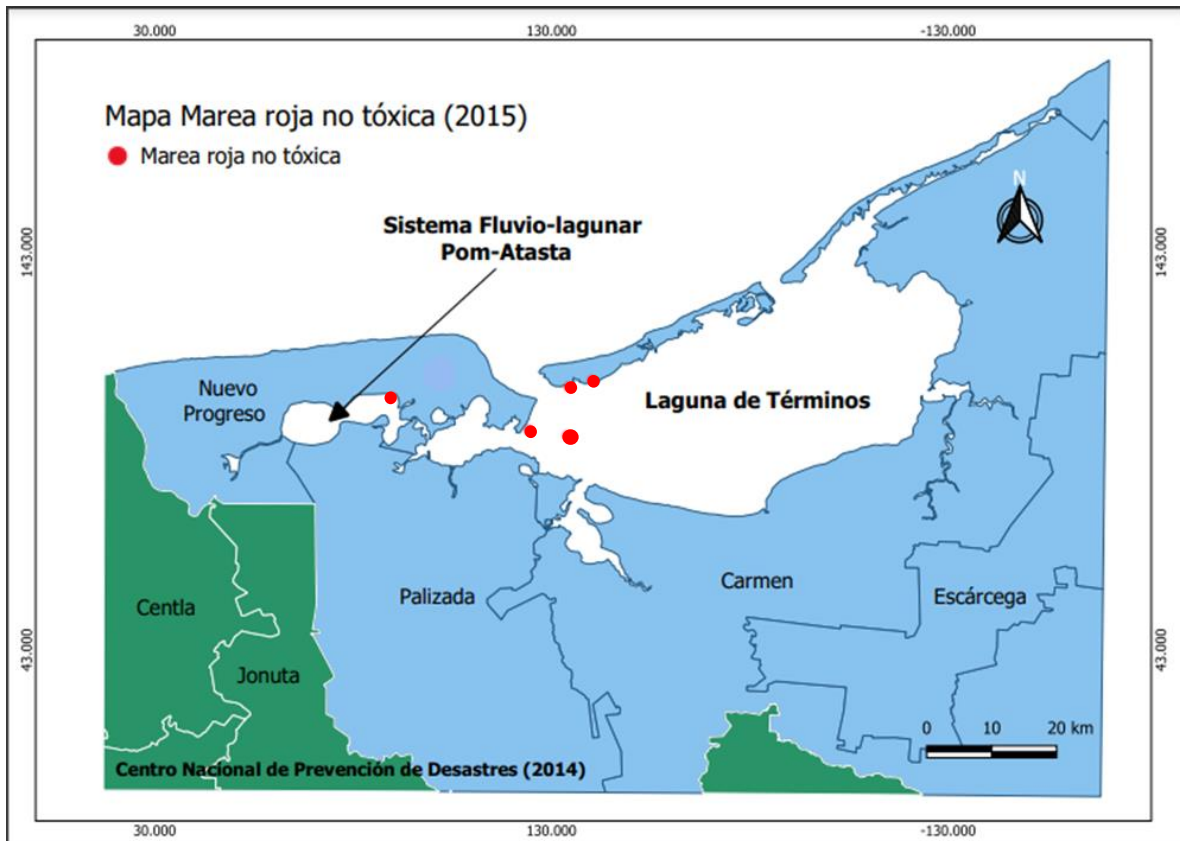
Resumen:

El mapa muestra el número de empresas de alto riesgo ubicadas por municipio, el cual da información del desarrollo industrial de los municipios, y se puede tomar en cuenta el grado de peligro que pudiese presentarse en caso de una emergencia. Este mapa se elaboró con la base de datos MAQUIM (Materiales Químicos), cuya información se obtuvo de los Programas de Prevención de Accidentes (PPA) de las industrias de alto riesgo presentados ante la SEMARNAT y en ambos municipios se logró apreciar que hay existencia de entre una y cinco empresas con actividad de riesgo socioambiental.

Propósito: Contar con información sobre la distribución de los municipios que cuentan con el mayor número de empresas de alto riesgo por el manejo de sustancias peligrosas, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento



REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA SANITARIA



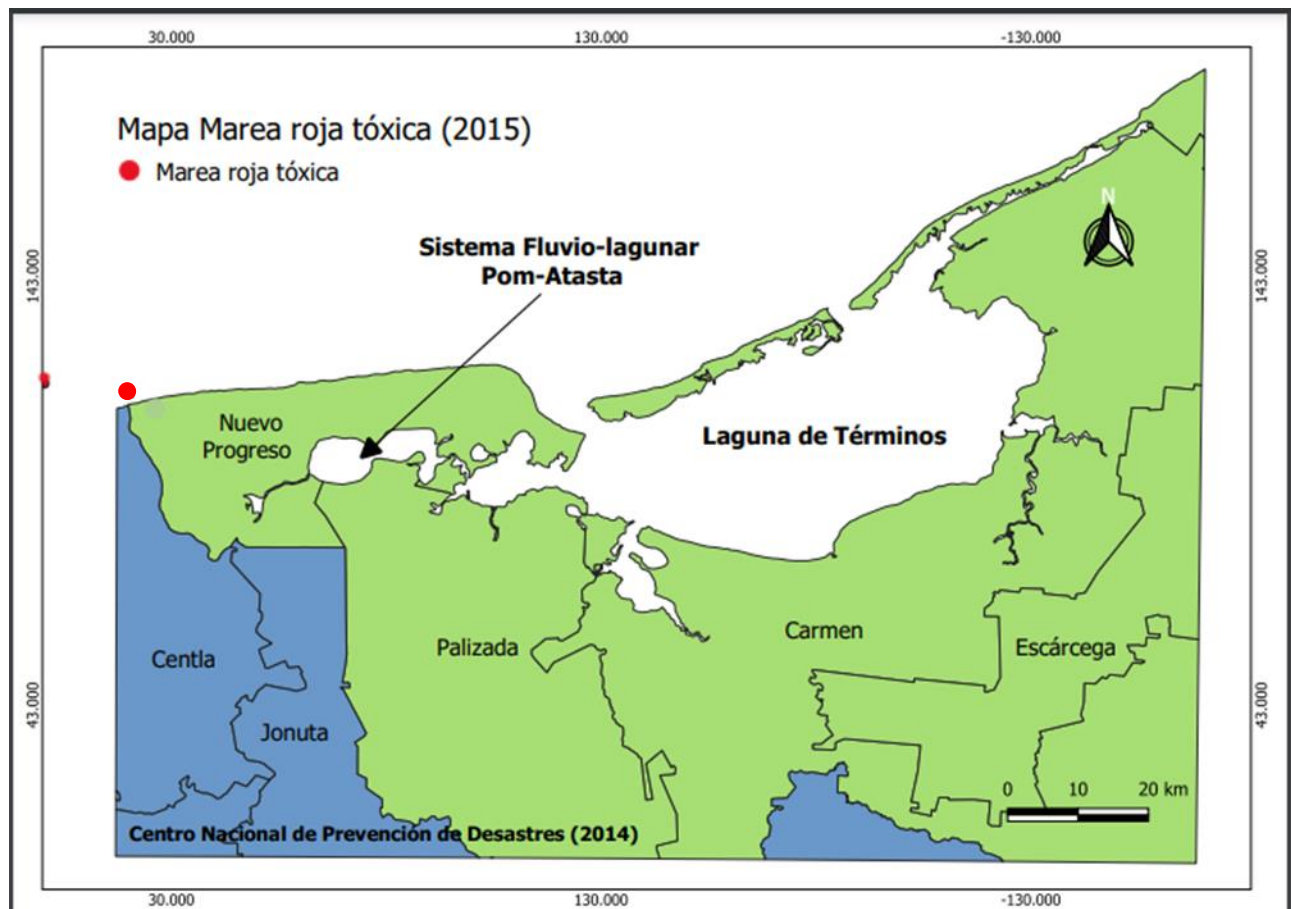
Nombre del producto:

Marea roja no tóxica

Resumen:

El mapa muestra los registros de mareas rojas no tóxicas, las cuales están caracterizadas por la ausencia de algas microscópicas ubicadas en tiempo y espacio, del nivel de impacto al ambiente, de dicho fenómeno, en el cual se identifican las zonas costeras de México, las cuales, fueron registradas durante el periodo de 2001 a 2012.

Propósito: Contar con información sobre registros de mareas rojas no tóxicas ocurridas durante el periodo de 12 años en las zonas costeras de México, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento.



Nombre del producto:

Marea roja tóxica

Resumen:

El mapa muestra las mareas rojas tóxicas, las cuales son un fenómeno que se produce cuando se concentra un número extraordinario de microorganismos productores de toxinas en el mar junto con determinados factores del medio ambiente ubicadas en tiempo y espacio, en el cual se identifican las zonas costeras de México en donde ocurren con mayor frecuencia, las cuales, han sido registradas durante el periodo de 2001 a 2012.

Propósito: Contar con información sobre registros de mareas rojas no tóxicas ocurridas durante el periodo de 12 años en las zonas costeras de México, que sirva de referencia en el análisis y la planeación regional para el usuario de distintas áreas del conocimiento

DISCUSIÓN

En la sección de los mapas de riesgo hidrometeorológico se presenta el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales y el grado de riesgo por inundaciones para municipios aledaños a la Laguna de Términos en Campeche, donde se presentan índices (bajo, medio, alto) en ambos casos y esquematizan un acercamiento al peligro que representa el riesgo de inundación por marea de tormenta. Para la construcción de estos mapas se utilizó un modelo topográfico digital, con base en el cual puede determinarse cuáles zonas están más propensas a inundarse, y así se consideró que el nivel de inundación en el litoral inunda topográficamente y comprobar el grado de peligro por dichos ciclones tropicales para el sistema fluvio Lagunar Pom-Atasta, el cual es un sitio donde por su gran acumulación de agua de lluvia deben analizarse con mayor detalle y cuidado los casos en los cuales se destine su uso de suelo para construcción de cualquier tipo de infraestructura y garantizar análisis hidrológicos para dar seguimiento y aplicación a medidas preventivas y/o correctivas según sea el caso, (Posada Vanegas et al., 2013)

La mayor parte de las personas que viven en torno a la laguna se encuentran en Ciudad del Carmen o en la Isla del Carmen. La descarga de residuos y otras formas de contaminación provenientes de Ciudad del Carmen afectan la calidad del agua del estuario. Las aguas residuales provenientes de actividades de PEMEX, petroquímicas y de otros tipos (por ejemplo, una planta de nitrógeno) se encuentran entre las posibles fuentes de alteración en la calidad del agua de la laguna. Se ha mencionado como un posible factor en la mitigación de los efectos negativos provenientes de estas actividades (incluida Ciudad del Carmen) a las corrientes prevalecientes dentro de la Laguna de Términos que llevan la mayor parte del desagüe directamente hacia la salida de Boca del Carmen, donde se diluye en la Sonda de Campeche y el Golfo de México. Sin embargo, durante la temporada de los Nortes, y a veces durante la época de las lluvias, las aguas de la laguna están bien mezcladas, y esta contaminación puede entrar a la laguna y permanecer en ella. Si esto sucede a menudo y el tiempo de residencia en la laguna aumenta

debido a la disminución en la afluencia de agua dulce, los contaminantes pueden comenzar a acumularse en los sedimentos, afectando los componentes biológicos del sistema.

Esta acumulación puede llegar a limitar la viabilidad del sistema como hábitat estuarino y zona de cría de especies marinas, con consecuencias asociadas para la biodiversidad y con repercusiones sobre las pesqueras en la Sonda de Campeche.

Finalmente, para la sección de los mapas de riesgo sanitario, en donde principalmente se dan fenómenos de marea roja, actualmente ha comenzado a tener presencia en las playas del Estado de Yucatán, justo en el inicio de la temporada de pesca de múltiples especies del mar, sin embargo, las aguas que comprenden la Sonda de Campeche y costas del municipio de Carmen se encuentran sin presencia de dicho fenómeno (Copriscam,2022).

Por otra parte en las aguas del municipio de Carmen, que forma parte de la Sonda de Campeche, actualmente no ha presentado casos de marea roja como sucede constantemente en Yucatán, por lo tanto se espera que en un futuro no llegue, pues sería un duro golpe para el sector, ya que, la marea roja mata a las especies marinas, debido a que dicho fenómeno acaba con el oxígeno en el mar, por lo tanto, los peces se alejan de las zonas afectadas, provocando que los pescadores deban adentrarse más al mar, lo que consume más combustible, incrementando los costos de la actividad pesquera.

Sin embargo, algunos factores que pueden causar dicho fenómeno, es el aumento de la temperatura del agua a consecuencia del cambio climático y la alta concentración de sales, nutrientes y materia orgánica debido a la descarga de aguas residuales, en caso de no tener un control óptimo de esta actividad, se podrían propiciar eventos de marea roja, nombradas actualmente Florecimientos Algales Nocivos (FAN) en un futuro próximo.

CONCLUSIÓN

El Presente atlas permite identificar los principales peligros y riesgos para las comunidades humanas asentadas en la Laguna de Términos, Campeche y los sistemas fluvio lagunares asociados a su distribución espacial. Esto permite identificar los sitios donde las comunidades humanas son más vulnerables a eventos tales como ciclones, tormentas, inundaciones o derrames, lo que sirve para asignar y priorizar los recursos y ayuda en casos de contingencias ambientales.

El objetivo principal es utilizar instrumentos visuales, los cuales nos permiten mediante la representación gráfica y el análisis temporal-espacial conocer las afectaciones, a las cuales, puede ser sometida la Laguna de Términos, Campeche que hará posible conocer la distribución, las tendencias en tiempo y los cambios en el espacio, que favorecerá la predicción de los cambios en áreas geográficas y geopolíticas. Este producto presenta información que puede ser utilizada para fortalecer los procesos de toma de decisiones de los distintos sectores de la comunidad en la Laguna de Términos, Campeche.

LITERATURA CITADA

- Ayala-Castañares A. (1963). "Sistemática y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México". (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/88198>.
- Amezcu-Linares y Yáñez-Arancibia, (1980). Ecología de los sistemas fluviolagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, Universidad Autónoma de México, 7(1): 69-118.
- Atlas Nacional de Riesgo. (2013). Los atlas como instrumentos para la toma de decisiones a nivel regional en salud. *Terra*, 29(45), 83-105. Recuperado en 26 de marzo de 2023.
- Bach, L., Calderon, R., Cepeda, M. F., Oczkowski, A., Olsen, S., & Robadue, D. (s/f). *Resumen del Perfil de Primer Nivel del Sitio, Laguna de Términos y su Cuenca, México*. Uri.edu. Recuperado el 5 de julio de 2023, de https://www.crc.uri.edu/download/L1profile_MX_Final_Esp.pdf
- Carranza Edwards A. (2001). Grain Size Sorting in Modern Beach Sands. *Journal of Coastal Re-search*, 17 (1): 38-52.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) / Secretaría de Gobernación / Sistema Nacional de Protección Civil. (2022). Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México, Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana, Cenapred /Segob /Sinaproc, México. Recuperado de <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>.

- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). (2018). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca de la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. https://www.conapesca.gob.mx/work/sites/cona/dgppe/2018/ANUARIO_2018.pdf.
- Comisión Nacional de Agua, (2003). Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región XI Frontera Sur. Comisión Nacional de Agua. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006 Región XII Península de Yucatán. Recuperado de <https://biblioteca.ecosur.mx/bib/33425>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2017, 25 de agosto). Áreas Naturales Protegidas costeras Referencias 115 de jurisdicción federal. En Áreas Naturales Protegidas. Recuperado de http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (1997). programa de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna “Laguna de Términos”.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2016). Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad costera del atlántico mexicano. En Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad, escala: 1:1 000 000. México: México. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). LA Biodiversidad de Campeche: Estudio de Estado. México. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_campeche.
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (CCA). (2020, 2 de octubre). Ríos. Recuperado de <http://www.cec.org/es/atlas-ambiental-de-america-del-norte/lagos-y-rios-2009/>.

- Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH). (2019). Prospective Resources of Mexico: Perdido Area, Mexican Ridges and Saline Basin, deepwater Gulf of Mexico. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/527025/Deepwater_Prospective_Resources_of_Mexico_Publishing_2019_DGEPP_low.pdf.
- Comisión para la Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Campeche (COPRISCAM), (2022). Recuperado de <https://copriscam.campeche.gob.mx/>.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2018, 5 de octubre). Proyección de población al año 2030. En Proyecciones de la Población de México y de las Entidades Federativas, 2016-2050. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>.
- Guzmán, L., y Fernando, L. (1995). *Isla del Carmen: La historia indecisa de un puerto exportador: el caso de la industria camaronera, 1947-1982 (Serie Historia)*. Instituto de Cultura de Campeche. <https://www.abebbooks.co.uk/9789687364070/Isla-Carmen-historia-indecisa-puerto-9687364076/plp>.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2022). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/>.
- Ortiz-Pérez, M. A., (1992). Retroceso reciente de la línea de costa del frente deltaico del río San Pedro, Campeche, Tabasco. Investigacione Geográficas. Boletín Instituto de Geografía, 25: 7-23.
- Peters, E. M., Zaragoza Álvarez, R. A., Herzka, Sharon Z., y Herguera García, J. C. (Eds.) (2021). Introducción. En S. Z. Herzka, R. A. Zaragoza Álvarez, E. M. Peters y G. Hernández Cárdenas. (Coord. Gral.). *Atlas de línea base ambiental del golfo de México*, México: Consorcio de Investigación del Golfo de México.", Recuperado de <https://atlascigom.cicese.mx/>.

- Posada Vanegas G., Vega Serratos B.E., y Silva Casarin R. (eds.), (2013). Peligros Naturales en el Estado de Campeche. Cuantificación y Protección Civil. Universidad Autónoma de Campeche, cenecam-Gobierno del Estado de Campeche, cenapred. 125-136 p.
- QGIS Development Team, (2022). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
- Ramos Miranda J., y G.J. Villalobos Zapata (editores), 2015. Aspectos socioambientales de la región de la laguna de Términos, Campeche. Universidad Autónoma de Campeche. 75-85 p.
- Rivera Arriaga, E., y G. Villalobos Zapata, G, (2001). Identificación de Problemas y Oportunidades para el Manejo de la zona costera de Campeche, Mexico. JAINA En Línea, Vol. 12 no. 2. Rojas-Galaviz, J.L., A. Yáñez-Arancibia, J.W. Day y F.R. Vera-Herrera. 1992. Estuarine Primary Producers: Laguna de Terminos---A Study Case. En: U. Seeliger, ed., Coastal Plant Communities of Latin America. San Diego: Academic Press.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa Nacional de Medio Ambiente 2001-2006, Semarnat, México, (2022).
- Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), (2020). Análisis de la Línea de costa y evaluación de riesgos costeros en zonas sujeta a alta presión antropogénica mediante sistemas de información geográfica. Editorial Universitaria, Sinaloa 27-28 p.
- Villalobos-Zapata, G. J., H. Alvarez-Guillén, D.A. Reda, T.R. Zetina, J.M. Gonzales, E.A.D. Cu, T.O. del Angel, S.G.N. Borges, y S. J. Ordoñez, (2002). Ecología del Paisaje y diagnóstico ambiental del ANP "Laguna de Términos", Informe Final sisierra. Clave p/sisiera 20000706030. 199 p.

Yáñez-Arancibia A., y J. W. Day Jr. (eds.), (1988). Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del golfo de México: La región de la Laguna de Términos. Inst. Cienc. del Mar. y Limnol. unam, Coast. Ecol. Inst. Isu, Editorial Universitaria, México D. F. 518 p.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



17 de mayo de 2022

**COMISIÓN ACADEMICA DE LA MAESTRÍA EN ECOLOGÍA APLICADA
P R E S E N T E**

Por este medio me permito hacer de su conocimiento que el Ing. Amb. Cristian Hugo Rodríguez Gómez ha realizado una estancia profesional en Ciudad del Carmen, Campeche del 13 al 16 de enero del 2022, con la finalidad de llevar a cabo la ejecución del proyecto de investigación "GENERACIÓN DE INDICADORES DE VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL EN LA CABECERA ESTUARINA POM-ATASTA DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE" llevado a cabo en el periodo lectivo del trimestre 21-O.

Sin más por el momento quedo a sus órdenes.

Atentamente

Daniel G. Pech Pool
Investigador
Coordinador
Unidad Campeche

Av. Rancho Polígono, 2-A, Ciudad Industrial Lerma, C.P. 24500, Campeche, México.
Tel. (981) 127 3720 www.ecosur.mx



2022 Ricardo
Flores
Magón
Presidencia de la Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL CARMEN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

Expide la presente

Constancia

al Ing.

Cristian Hugo Rodríguez Gómez

Por haber impartido la presentación

***Indicadores sociambientales como herramientas
para la toma de decisiones en el ANP Laguna de
Términos***

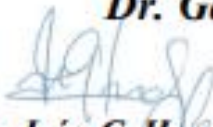
*Dirigida a estudiantes del Programa Educativo Licenciatura en
Biología Marina en el marco del foro por el día Mundial del Medio
Ambiente*

Ciudad del Carmen, Campeche, a 7 de junio de 2024
"POR LA GRANDEZA DE MÉXICO"



Facultad de
Ciencias
Naturales


Dr. Gerardo Aionso Rivas Hernández
Director


Dr. Iván G. Hernández
Ávila
Gestor PE Biología Marina
y
Organizador



EDUCANDO CON TRANSPARENCIA


Dra. Cynthia N. Martínez
Fernández
Coordinadora de
Tutorías y
Organizadora