

**ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA LA DELIMITACIÓN DE LA ZONA
FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS,
CASO PLAYA EL MAVIRI, SINALOA, MÉXICO**

**GEOSPATIAL ANALYSIS FOR THE DELIMITATION OF THE FEDERAL
MARITIME LAND ZONE IN PROTECTED NATURAL AREAS, CASE OF EL
MAVIRI BEACH, SINALOA, MEXICO**

Manuel de Jesús Pérez-Valdez¹; Román Edén **Parra-Galaviz²**;
Rafael **Macías-Segura³**; Ciro de la Concepción **Díaz-Hernández⁴** y
Roque **Félix-Tapia⁵**

Resumen

A través de los años las actividades turísticas sobre todo en Áreas Naturales Protegidas (ANP) han afectado de manera negativa a la flora y fauna que habitan en ellas,

ocasionado en gran parte por problemas de regularización de la tenencia de la tierra en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) en México. Estos inconvenientes se contrarrestan en gran parte mediante la delimitación de esta franja

¹ Profesor de asignatura “B” en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: manuel.perez@uas.edu.mx

² Doctor en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales por la Universidad Autónoma Indígena de México e Ingeniero en Geodesia por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Líneas de investigación: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Fotogrametría y teledetección aplicado a recursos naturales, Correo electrónico: roman.parra@uas.edu.mx

³ Profesor de asignatura “B” en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: rafaelms2484@hotmail.com

⁴ Profesor e Investigador Tiempo Completo y Líder del Cuerpo Académico CA-274 “Geo Sistemas en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Correo electrónico: ciromochis@hotmail.com

⁵ Profesor e Investigador Tiempo Completo y Líder del Cuerpo Académico CA-274 “Geo Sistemas en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Correo electrónico: ftapia70@hotmail.com

costera, inhibiendo con ello la ocupación irregular de las áreas federales, lo que conlleva a mejores condiciones para desarrollar estrategias que garanticen vigilarlas, protegerlas y sobre todo conservarlas. El presente artículo tiene como objetivo exponer la situación actual de ocupación territorial de la ZOFEMAT del ANP conocida como Isla El Maviri, mediante la generación de una base de datos georreferenciada, utilizando técnicas de análisis geoespacial particularmente sistemas fotogramétricos digitales y Sistema de Información Geográfica (SIG) de acuerdo a la norma oficial mexicana nom-146-semarnat-2017, con el fin de aplicar criterios de sostenibilidad dentro de la perspectiva socio-económica y ambiental en áreas turísticas ubicadas dentro de la zona, determinando el impacto antropogénico no sostenible causado principalmente por la construcción de infraestructura turística (palapas y restaurantes), provocando un daño considerable a las condiciones físicas de la playa. Para la captura de datos se realizó el levantamiento aerofotográfico, sobre un polígono de muestreo envolviendo la infraestructura restaurantera, obteniendo como resultado imágenes ortorectificadas, a partir de las cuales se generó un SIG del lugar.

Esto permitió identificar áreas de invasión restaurantera con una superficie aproximada de 757 m² ubicadas en zonas susceptibles por erosión costera (dunas costeras de arena) dentro de la franja federal, además de la delimitación de áreas de alto riesgo a la sociedad en general (pleamares máximas). En conclusión la presente propuesta busca orientar en el uso de vuelos aerofotográficos ligeros con fines fotogramétricos y SIG a aquellas autoridades ambientales y técnicos responsables de ordenamiento territorial que permita la conservación, protección y monitoreo del medio ambiente en ANP, fundamentado bajo los principios de la Agenda 2030 y Objetivo del Desarrollo Sostenible 15 (ODS 15) “vida de ecosistemas terrestres” de la meta 1, referida

a la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de estos ecosistemas.

Palabras clave: dunas costeras, objetivos de desarrollo sostenible, ordenamiento territorial, SIG, vulnerabilidad.

Abstract

Over the years, tourist activities, especially in Protected Natural Areas (PNA), have negatively affected the flora and fauna that inhabit them, mainly caused by large problems of regularization of land tenure in the Federal Zone Maritime Terrestrial (ZOFEMAT) in Mexico. These inconveniences are largely offset by the delimitation of this coastal strip, thereby inhibiting the irregular occupation of federal areas, which leads to better conditions to develop strategies that guarantee to monitor, protect and above all, preserve them. The objective of this article is to present the current situation of territorial occupation of the PNA's ZOFEMAT known as EL MAVIRI ISLAND. By generating a georeferenced database, using geospatial analysis techniques, particularly digital photogrammetric systems and Geographic Information Systems (GIS) according to the official Mexican standard nom-146-semarnat-2017. In order to apply sustainability criteria within the socio-economic and environmental perspective in tourist areas located within the area, determining the unsustainable anthropogenic impact caused mainly for the construction of tourist infrastructure (palm shelters and restaurants) causing considerable damage to the physical conditions of the beach. To capture data, an aerial photographic survey was carried out on a sampling polygon involving the restaurants infrastructure, obtaining orthorectified images as a result, from which a GIS of the place was generated.

This made it possible to identify areas of restaurant invasion with an approximate surface of 757 m² located in areas susceptible to coastal erosion (coastal sand

dunes) within the federal strip, in addition to the delimitation of areas of high risk to society in general (maximum high tides). In conclusion, this proposal seeks to guide the use of light weighted aerial photography flights for photogrammetric and GIS purposes to those environmental and technical authorities responsible for territorial ordering. That allows the conservation, protection and monitoring of

the environment in PNA, based on the principles of the Agenda 2030 and Sustainable Development Goal 15 (SDG 15) "Life of terrestrial ecosystems" of goal 1, referring to the conservation, restoration and sustainable use of these ecosystems"

Key words: coastal dunes, sustainable development goals, territorial organization, GIS, vulnerability.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas en México se han multiplicado considerablemente los conflictos socioambientales girando estos dentro del entorno de la contaminación ambiental, cambios de uso de suelo, privatización de zonas federales y biodiversidad (Tetreault, García y Hernández, 2012).

Paredes (2018), sostiene que la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica constituyen una estrategia indispensable para lograr el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), por consiguiente en la gestión de conflictos territoriales y socioambientales.

Desde el punto de vista de Jones, et al. (2018), en la actualidad la integridad de los ecosistemas en las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se encuentran amenazadas por la asentamientos irregulares en terrenos federales, utilizados especialmente para instalación de obras permanentes de infraestructura, afectando considerablemente al medio ambiente.

La invasión de ecosistemas mediante el desarrollo de obras, producto del cambio en usos de suelo a lo largo de la costa mexicana, son considerados como uno de los factores principales que determinan la vulnerabilidad de las dunas costeras (Orepeza, et al., 2011), los cuales ponen en riesgo el cumplimiento del ODS 15 "vida y ecosistemas terrestres" emanado de la Organización de las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2018).

La Zona Federal Marítimo Terrestre (Figura 1) es la franja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a la playa (PROFEPA, 2019), cuya verificación en cuanto al uso, aprovechamiento y explotación, así como de playas marítimas y terrenos ganados al mar, están administrados por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Su delimitación resulta estratégica por la gran extensión de litorales con que cuenta el país, así como por la riqueza de sus recursos naturales y la importancia de los ecosistemas que alberga.

México cuenta con 11 122 km de litoral, que comprenden 1 567 300 hectáreas de superficies estuarinas distribuidas en 166 municipios de 17 estados costeros. De la superficie total de la Zona Federal, casi el 70% corresponde a las vertientes del Océano Pacífico y Golfo de California, mientras que poco más del 30% corresponde a las zonas costeras del Golfo de México y Mar Caribe (Semarnat, 2002).

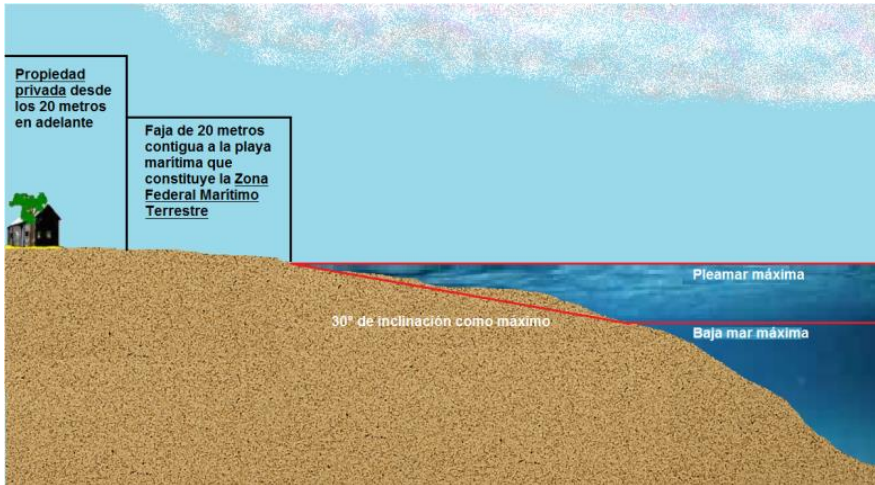


Figura 1. Zona Federal Marítimo terrestre.

Fuente: Retomado de PROFEPA (2019).

Torres y García (2019) sostienen que los proyectos de ingeniería son producto de actividades antropogénicas no sostenibles que inevitablemente afectan al sistema “Tierra” por medio de la alteración drástica de ecosistemas a través de obras permanentes de infraestructura. En este caso, el incremento en uso y aprovechamiento de la ZOFEMAT, revela como resultado la destrucción de dunas costeras por obras de infraestructura ocasionando una pérdida de biodiversidad en la costa del pacífico (Orepeza, et al., 2011).

Como consecuencia de la pandemia, que hoy enfrentamos, la reducción en el ingreso económico y problemas de los altos costos de gas LP en muchos hogares, particularmente los ubicados en comunidades rurales, conlleva a un incremento en el uso de la leña (Masera, et al., 2020), que sin duda podría incrementar el riesgo asociado al aumento de la deforestación de una especie en peligro de extinción como lo es el mangle de la región, produciendo efectos negativos en los ecosistemas del ANP, incumpliendo con ello el ODS 15 “vida y ecosistema terrestres” (López, et al., 2020).

Las geociencias en la actualidad juegan un papel de vital importancia en la búsqueda de nuevas formas sostenibles para proteger los recursos naturales (Torres y García, 2019), es por ello, que la presente investigación se centra en generar una base de datos georreferenciada, mediante el empleo de técnicas fotogramétricas digitales en conjunto con los modernos Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el objetivo de realizar análisis espaciales acordes a la norma oficial mexicana nom-146-semarnat-2017, que establece la metodología para la identificación, delimitación y representación cartográfica de la ZOFEMAT y terrenos ganados al mar. Como estudio de caso, se eligió a la isla de las ánimas o mejor conocido con El Maviri, considerada como una de las Islas del Golfo de California que forma parte de las 145 ANP federales terrestres, administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (Semarnat, 2018), la cual está conformada por un conjunto de islas de manglar que alberga una gran cantidad de vida silvestre y un ecosistema único en su tipo.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Ubicación de la Zona de Estudio

La playa El Maviri perteneciente a las Islas del Golfo de California, zonas reconocidas como uno de los ecosistemas insulares ecológicamente menos perturbados del mundo y de los pocos laboratorios naturales aún existentes (Semarnat, 2018), cuenta con categoría de Área de protección de Flora y Fauna, y está localizada frente a la costa del puerto de Topolobampo en el noroeste del Estado de Sinaloa (Figura 2). Tiene una superficie aproximada de 982.61 ha, de las cuales 899.98 corresponden a zona de manglar, 38.19 a la zona de duna costera y 44.44 a la barra de arena (Decreto municipal número 63 del 2015).

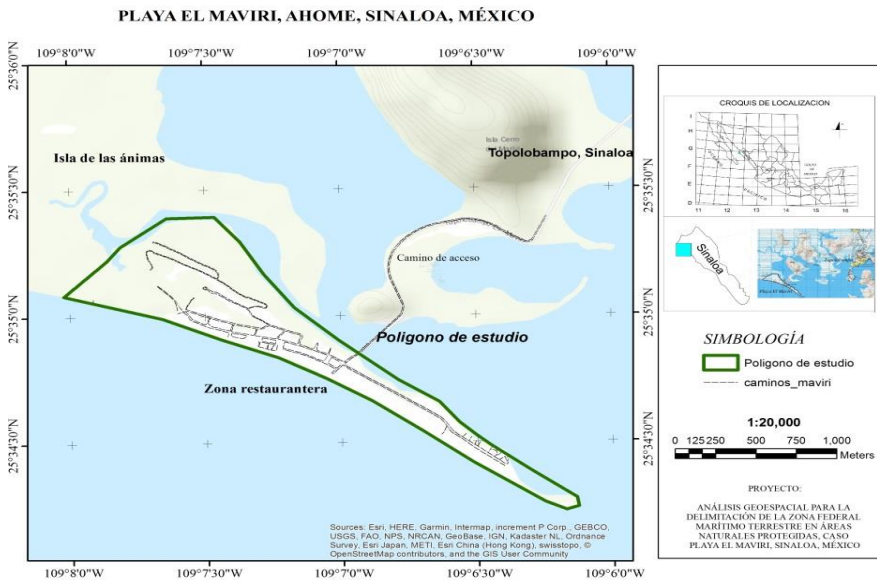


Figura 2. Ubicación de la Playa El Maviri.

Fuente: Elaboración propia, con bases de datos de ESRI (Environmental Systems Research Institute) (2019).

Metodología aplicada

El proceso metodológico fue ejecutado en dos etapas: en la primera, se realizó un análisis de tipo documental que permitió conocer los principios de delimitación de la Zona Federal Marítimo Terrestre, emitidos por el H. Ayuntamiento de Ahome en el año 2012.

En la segunda etapa se ejecutó una metodología experimental por medio de levantamientos fotográficos con fines fotogramétricos y Sistemas de Información Geográfica (SIG), para obtener y representar información topográfica a través de mapas temáticos que permitieran conocer la situación actual referente a delimitación de la ZOFEMAT en la isla, así como también detectar problemas asociados con alteraciones físicas de los ecosistemas, por ejemplo, áreas con alteración geomorfológica de la costa (perdida de dunas costeras y litoral por erosión y modificación del perfil costero), debido al deterioro de la vegetación predominante como el mangle, matorral crasicaule y vegetación halófito, impactada por las construcciones de restaurantes y actividades ecosistémicas, que aumentan la propensión a fenómenos naturales. En este sentido, se realiza una

descripción de cada una de las actividades realizadas en el proceso de construcción de la base de datos georreferenciada y la demarcación de la ZOFEMAT.

Proyección y ejecución del levantamiento Aero fotogramétrico

INEGI (2014), define al levantamiento aéreo como el conjunto de procedimientos tendientes a obtener información de la superficie terrestre mediante sensores aerotransportados, como pueden ser cámaras fotográficas, LIDAR o Radar. Para esta investigación, el levantamiento Aero fotogramétrico se proyectó tomando como referencia la cartografía escala 1:50,000 proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (Figura 3).

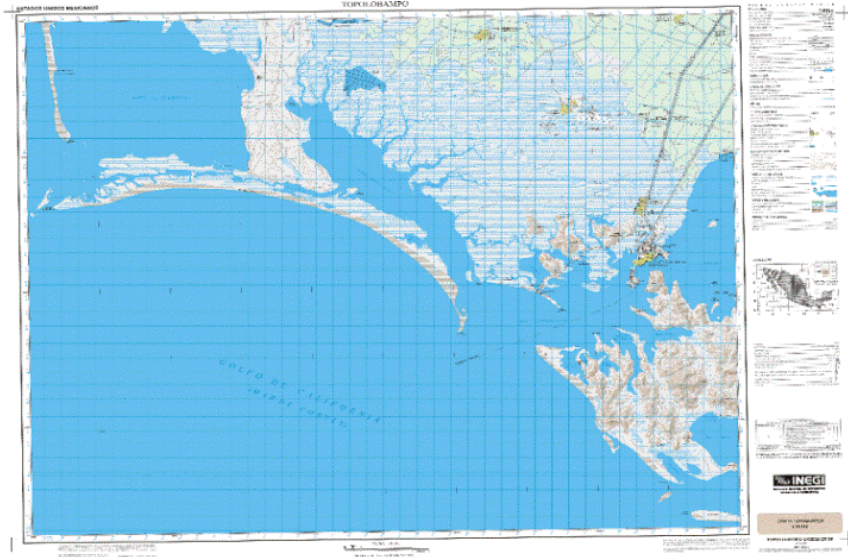


Figura 3. Carta topográfica escala 1:50 000, Topolobampo G12D26-25-36.

Fuente: INEGI (2019).

Se realizarón los cálculos de los parametros de vuelo (Figura 4) en base al formato de la camara utilizada y la altura de vuelo, principalmente, obteniendose las distancias entre los disparos de cada fotografia durante el vuelo, igual a 201 m., y tambien las distancias entre las lineas de vuelo (direcciones por donde viaja el avión), igual a 236 m.



Figura 4. Proyecto de vuelo en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2019).

Para la orientación de las fotografías aéreas se utilizaron puntos de control foto (PCF), señalados sobre el terreno, cuyas coordenadas fueron medidas con instrumentos GPS, con el objetivo de unir todas las fotografías en un solo bloque para una perspectiva integral del lugar estudiado (Figura 5).



Figura 5. Punto de Control Foto (Artificial).

Fuente: Elaboración propia (2019).

Restitución Fotogramétrica

La Fotogrametría se define como el conjunto de métodos y procedimientos mediante los cuales podemos deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo (Santamaría y Sanz, 2011), de esta forma, es que los nuevos procesadores de fotografías digitales se han convertido en una de las herramientas más utilizadas hoy en día para la confección de cualquier mapa temático, e incluso como insumos de gran valor para los sistemas de información geográfica y sus variadas utilidades.

Antes de iniciar el proceso de restitución, se realizó una calibración de la cámara digital empleada en la toma de las imágenes, dentro del software fotogramétrico Photomod v5.1, cuyo algoritmo se basa en la solución conjunta de un sistema de ecuaciones de colinealidad para cada punto o marca con coordenadas conocidas.

$$x_0 - f \frac{a_{11}(X - X_s) + a_{21}(Y - Y_s) + a_{31}(Z - Z_s)}{a_{13}(X - X_s) + a_{23}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} - x + dx = 0$$

$$y_0 - f \frac{a_{12}(X - X_s) + a_{22}(Y - Y_s) + a_{32}(Z - Z_s)}{a_{13}(X - X_s) + a_{23}(Y - Y_s) + a_{33}(Z - Z_s)} - y + dy = 0$$

En donde:

f = distancia focal de la cámara convencional.

x₀, y₀ = coordenadas del punto principal en el sistema de coordenadas de la imagen.

x, y = coordenadas del punto de la imagen del patrón en el sistema de coordenadas de la imagen.

X, Y, Z = coordenadas del punto correspondiente al test de calibración en el sistema de coordenadas del objeto.

XS, YS, ZS = coordenadas del centro de proyección (punto de fotografiado).

aij = elementos de la matriz de transformación de coordenadas (cosenos de dirección), que son funciones de los elementos angulares de la orientación exterior (ω , α , κ) de la cámara de levantamiento.

dx, dy = correcciones a las coordenadas del punto x-y medidas en la imagen del punto del test de calibración para la distorsión de la lente.

Después de esto, fue realizado el proceso de la restitución fotogramétrica con la finalidad de obtener ortofotos digitales del lugar (Figura 6), que no son más que imágenes en las cuales han sido removidos los desplazamientos causados por la inclinación de la cámara o sensor y el relieve del terreno. Para la obtención de ortofotos, cada fotografía debe ser correctamente orientada junto con el Modelo Digital del Terreno que permite llevar a cabo el proceso de ortoproyección, proporcionando como resultado una imagen georreferenciada, y escalada del área de estudio. A este proceso se le conoce como ortorectificación (Figura 7), el cual da como resultado una imagen considerando las deformaciones del terreno, donde se pueden llevar a cabo mediciones más precisas que si lo hiciéramos sobre imágenes no rectificadas o crudas.

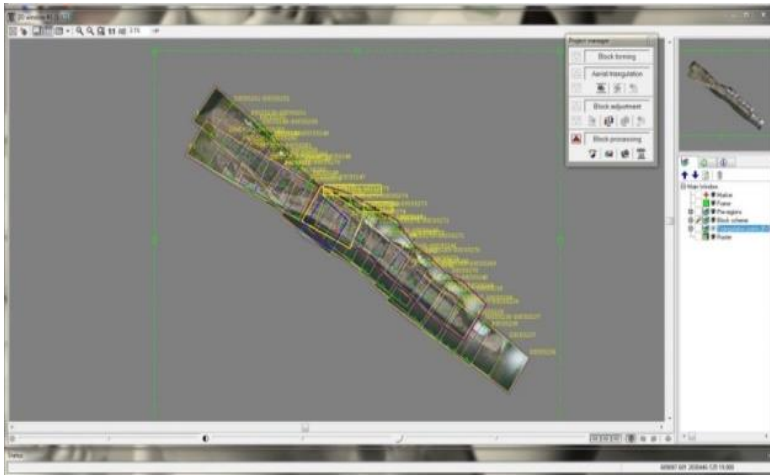


Figura 6. Producción de Ortofotos Digitales.

Fuente: Elaboración propia (2019).



Figura 7. Esquema básico de ortorectificación.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Control terrestre

Como se sabe, la ZOFEMAT es la franja extendida sobre la costa que inicia en la pleamar máxima registrada en el año y 20 metros hacia el continente, razón por la cual, primeramente se recurrió a los archivos de mareógrafos y datos proporcionados por investigadores del área de Geodesia y Geofísica de la Universidad Autónoma de Sinaloa, en los cuales se estimó un valor de altura equivalente a 1.15 metros sobre el nivel del mar para la pleamar máxima del año 2019.

A partir de este dato se realizó el muestreo de campo de 38 puntos, con dispositivos GPS, con la finalidad marcar sobre el terreno los puntos que delimitaran en primera instancia a la línea de pleamar (Figura 8). Una vez marcada la pleamar, se procedió al trazo de una línea paralela separada 20 metros, formando así el polígono buscado en la zona, la ZOFEMAT.

Posteriormente, se combinó la información de los ortofotos y los datos GPS marcados sobre el terreno para analizar y evaluar en el sistema de información geográfica la ubicación espacial de los lotes y edificaciones cercanos, principalmente, la infraestructura restaurantera.



Figura 8. Delimitación ZOFEMAT.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Se confeccionaron mapas temáticos del lugar a través del proceso de dibujo sobre los insumos fotogramétricos, empleándose para ello 8 capas del tipo

vectorial: ZOFEMAT, Área de invasión, Carreteras pavimentadas, Edificaciones, Terracerías, Mangle, Usos del suelo y Mar.

Análisis SIG

El SIG se puede entender como un complejo sistema tecnológico que integra a la información geográfica proveniente de diferentes fuentes, las cuales son procesadas y almacenadas de forma organizada y georreferenciada con el objetivo de representarlas y analizarlas para la toma de decisiones. Es por ello que se encamina como una de las herramientas de mayor relevancia al momento de inferir sobre diferentes espacios geográficos y diversidad de temáticas.

Cabe mencionar que el ambiente en SIG, constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias de los distintos fenómenos que se producen sobre la superficie terrestre y determinar los factores que los influyen, así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes.

Por esta razón es que los SIG son considerados una herramienta muy factible en los estudios ambientales ya que dan la oportunidad no únicamente de saber dónde se encuentra el fenómeno de estudio, sino también, cuáles son sus características cualitativas. Todo esto conjugado con las herramientas para análisis espaciales, estadísticos, procesamiento de información y la salida en forma de mapas temáticos, otorga un valor importantísimo en diferentes áreas científicas para la solución de diferentes problemáticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de este trabajo se representa a través de mapas temáticos elaborados con tecnología de SIG a partir de imágenes aéreas digitales obtenidas con vuelos fotográficos tripulados a baja altura y cámaras digitales de medio formato. Con ello, la información precisa y sobre todo actual, necesaria para crear estrategias de concientización ambiental, conjuntamente en el control y vigilancia de la ZOFEMAT con el fin de conservar y proteger la biodiversidad dentro del ANP, atendiendo con ello la meta 1 de los ODS 15 referida a la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de estos ecosistemas.

Se obtuvieron cinco ortofotografías digitales con resolución equivalente a 10 cm/pix. (Figura 9), que permitieron analizar de manera detallada las áreas de

invasión de la zona restaurantera sobre el polígono federal. Se realizó la unión estas ortofotografías, con la finalidad de tener un bloque único que diera cuenta de una idea más clara e integral (panorámica general) de la situación actual del lugar (Figura 10).



Figura 9. Ortofotografía digital.

Fuente: Elaboración propia (2019).

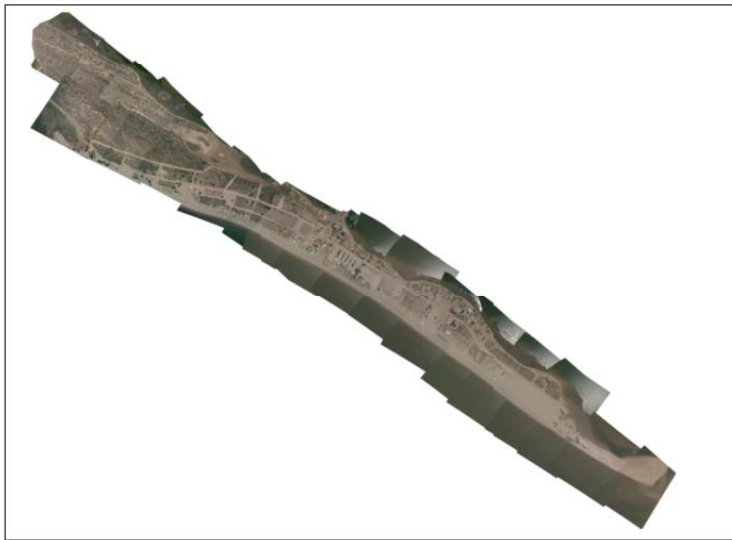


Figura 10. Bloque de ortofotografías producto del levantamiento aéreo.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Se elaboró el cuadro de construcción con Coordenadas UTM de la ZOFEMAT mediante las observaciones GPS y las herramientas de geoprocreso vectorial del SIG (Figura 11). Este producto permitió señalar, dentro del mapa, las áreas influencia o intersección de la infraestructura restaurantera respecto a la ZOFEMAT, quedando de manifiesto aquellos lugares que no cumplen con la normativa de seguridad que involucra esta franja costera.

También se confeccionó un mapa topográfico escala 1:3000, para identificar diferentes aspectos como: total de superficie ambientalmente impactada, la línea de Pleamar Máxima registrada, el polígono federal, accesos al lugar, tipos de comercios, la situación de las dunas, ubicación de mangle, etc. Este mapa se denominó G12D26-25-36-ZOFEMAT de acuerdo al criterio nacional del INEGI para el trazado y nomenclatura de la cartografía nacional (Figura 12) y es un insumo importante no únicamente para la presente investigación, sino que también puede ser utilizado en diversas investigaciones futuras sobre el lugar, principalmente en áreas de sostenibilidad y medio ambiente.

En lo que respecta al análisis geoespacial, se delimitó el área de ZOFEMAT con un total de 6.6264 ha, que corresponde a superficie total de la franja de investigación. A partir de ello, se realizaron algunas consultas espaciales de intersección con el polígono federal dibujado con la finalidad de determinar de manera puntual aquellas áreas de invasión o superficies ambientalmente impactadas.

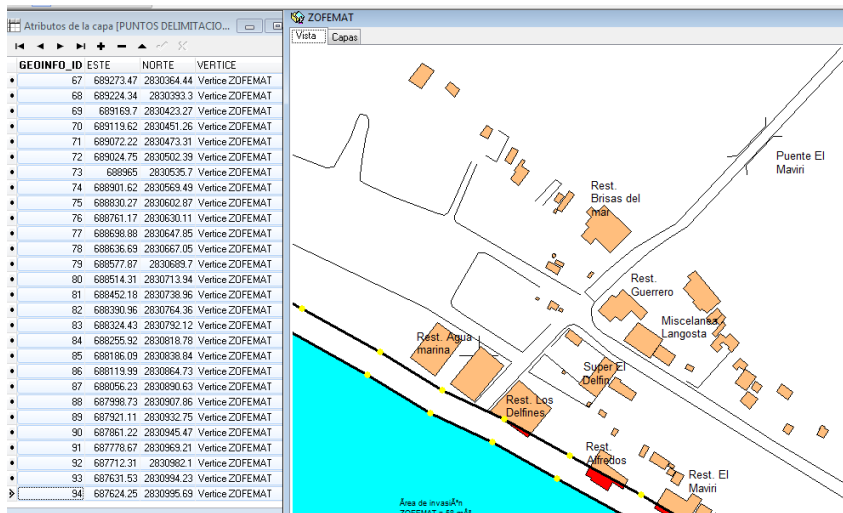


Figura 11. Cuadro de Construcción de la ZOFEMAT.

Fuente: Elaboración propia (2019).

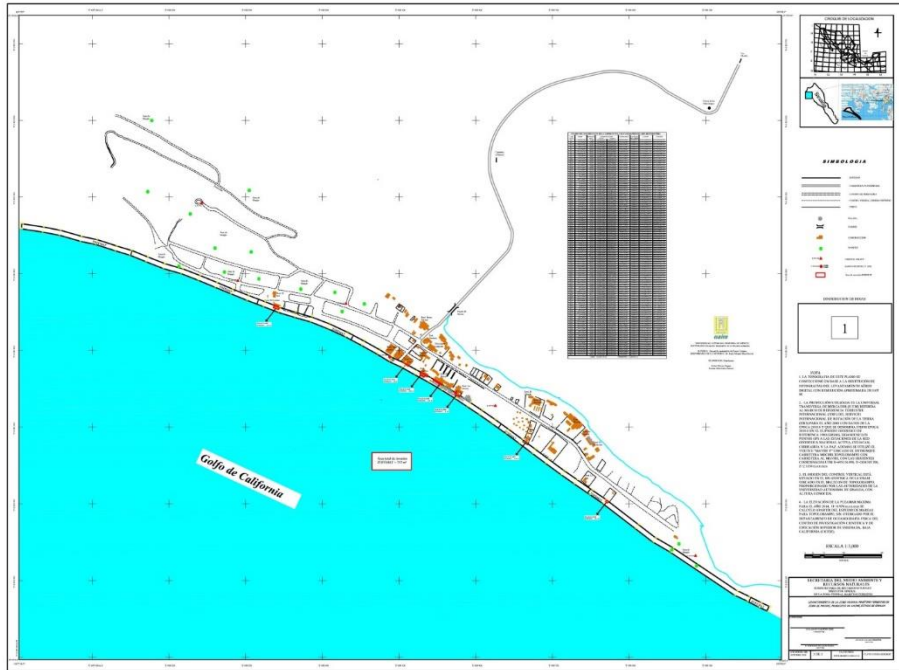


Figura 12. Mapa topográfico G12D26-25-36-ZOFEMAT.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En el proyecto SIG se recopiló información del lugar, por ejemplo el nombre de cada uno de los restaurantes emplazados, lo que permitió identificar en el cruce de información el lugar e invasión preciso por cada una de las construcciones.

La infraestructura restaurantera que muestra invasión a la ZOFEMAT según esta investigación son: El Costeño con una superficie de 227 m², Los Delfines con 58 m², Alfredos con 206 m², El Maviri 154 m², Las Glorias 67 m², Otros 45 m². Dando un total de Área total de invasión ZOFEMAT de 757 m² (Figura 13).

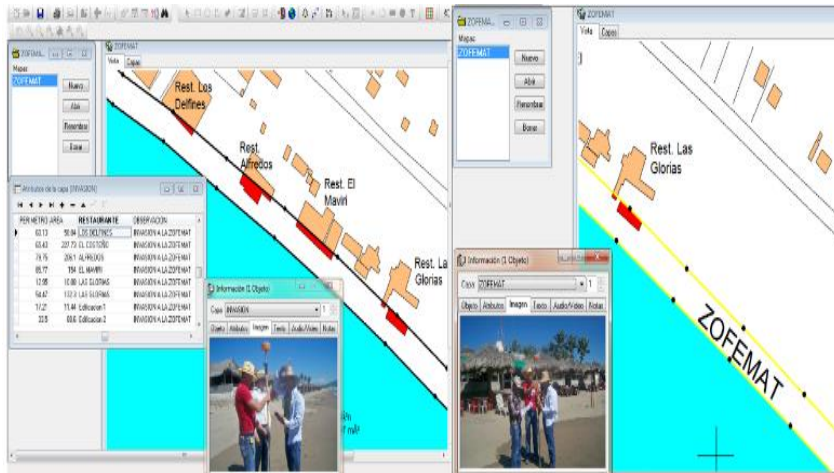


Figura 13. Zonas de invasión a la ZOFEMAT.

Fuente: Elaboración propia (2019).

El estudio propuesto ofrece una perspectiva de la situación actual en la isla El Maviri, y puede ser transferido a organismos de gestión municipal implicados en el desarrollo turístico local sostenible, con el fin de frenar el impacto antropogénico, permitiendo con ello la conservación y protección de la biodiversidad dentro del ANP. Dentro de los datos más relevantes se percataron áreas de invasión restaurantera con una superficie de 757 m² en zona federal, zonas susceptibles por erosión costera (dunas costeras de arena), además de la delimitación de áreas de alto riesgo a la sociedad en general (pleamares máximas).

CONCLUSIONES

La presente propuesta busca adiestrar en el uso de vuelos aerofotográficos ligeros con fines fotogramétricos y SIG a aquellas autoridades ambientales y técnicos responsables de ordenamiento territorial que permita la conservación, protección y monitoreo del medio ambiente en ANP, fundamentado bajo los principios de la Agenda 2030 y Objetivo del Desarrollo Sustentable 15 (ODS 15) “vida de ecosistemas terrestres” de la meta 1, referida a la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de estos ecosistemas.

La regularización territorial en áreas naturales protegidas, es de vital importancia para proteger y preservar los recursos naturales de ecosistemas terrestres. A través de estas herramientas que gestionan información de carácter territorial de manera eficiente, se ha logrado llevar a cabo la ubicación detallada de cada uno de los lotes posesionado por particulares y edificaciones (restaurantes). Dicha información en un futuro próximo se podrá relacionar con las bases de datos censales y con ello conocer como estas urbanizaciones comienzan a dibujar una nueva geografía social de la ZOFEMAT, dando una perspectiva de los impactos socioambientales esperados.

Con base a esto, se recomienda implementar programas de delimitación de la zona federal marítima terrestre, en conjunto con las dependencias de los tres niveles de gobierno, implicados en el desarrollo turístico local sostenible, para controlar y disminuir el impacto antropogénico no sostenible, a través de técnicas de bajo costo como los son vuelos aerofotográficos y SIG.

Se extiende la presente propuesta como una herramienta alternativa de apoyo a los estudios que requieran información puntual y precisa de recursos naturales, crecimiento urbano y rural, el sector agrícola, la ingeniería forestal, así como para la valoración en el impacto de desastres naturales y sobre todo aquellos involucrados en la sostenibilidad y medio ambiente.

LITERATURA CITADA

- INEGI (2014). *Manual de procedimientos de la dirección general adjunta de información geográfica básica*. Recuperado de https://sc.inegi.org.mx/repositorioNormateca/MP2_12Feb14.pdf
- INEGI (2019). *Servicios: mapas*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>.
- Jones, K., Venter, O., Fuller, R., Allan, J., Maxwell, Negret, S. y Watson, J. (2018). *One Third of Global Protected Lands is under Intense Human Pressure*. *Science*, 360: 788-791.
- López, A., Chávez, C., Vélez, M., Bejarano, H., Chimeli, A., Feres, J., Robalino, J., Rodrigo, R. y Viteri C. (2020). *COVID-19: impactos en el medio ambiente y en el cumplimiento de los ODS en América Latina*. *Revista Desarrollo y Sociedad*, 86, 104–132, Universidad de Los Andes. DOI: <https://doi.org/10.13043/DYS.86.4>
- Masera, O., Riojas, H., Pérez, R., Serrano, M., Schilman, A., Ruiz, V., Et al; Berrueta, V. (2020). *Vulnerabilidad a COVID-19 en poblaciones rurales y periurbanas por el uso doméstico de leña*. Gobierno de México.

- Naciones Unidas (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. LC/G.2681-P/Rev.3, Santiago.
- Oropeza, O., Sommer, I., Gómez, C., Preciado, J., Ortiz, M y López, J. (2011). *Assessment of vulnerability and integrated management of coastal dunes in Veracruz, Mexico*. Coastal Management, 39, 492–514.
- Paredes, G. (2018). *Integrando las áreas protegidas al ordenamiento territorial: Caso Colombia*. Bogotá, Colombia: PNNC y UICN.
- PROFEPA (2019). *Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítima terrestre y terrenos ganados al mar*. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3668/1/reglamento__zofemat.pdf
- Santamaría J. y Sanz T. (2011). *Fundamentos de Fotogrametría*. Universidad de la Rioja.
- SEMARNAT (2002). *Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros*. México.
- SEMARNAT (2018). *Biodiversidad del mar de Cortés. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/biodiversidad-del-mar-de-cortes/>
- SEMARNAT (2018). *Áreas Naturales Protegidas. Corazón del patrimonio natural de México*. Revista Nuestro ambiente, 19, 16-21.
- Tetreault, D., García, H. y Hernández, E. (2012). *Conflictos socio ambientales y alternativas de la sociedad civil*. Guadalajara, México: ITESO, 2012. 278 p.
- Torres, S., García, G. (2019). *Biodiversidad, Servicios ecosistémicos y los Objetivos del Desarrollo Sostenible en México*. 1° Ed. Kali, Toluca, México, 83-106. ISBN: 978 1 5323 9166 8.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Cuerpo Académico UAS-274 GEOSISTEMAS de la Universidad Autónoma de Sinaloa por la disponibilidad de equipamientos necesarios para realizar la investigación, y a la Universidad Autónoma Indígena

de México por la colaboración interinstitucional a través de su programa de posgrado en Estudios para la Sostenibilidad y Medio Ambiente.

SÍNTESIS CURRICULAR

Manuel de Jesús Pérez Valdez

Licenciado en Ingeniería Geodésica, egresado de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS) y Doctor en Ciencias Técnicas «Fotogrametría», por la Universidad Estatal de Geodesia y Cartografía de Moscú (Miigaik). Actualmente adscrito como profesor de asignatura “B” en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: manuel.perez@uas.edu.mx

Román Edén Parra Galaviz

Doctor en Ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales por la Universidad Autónoma Indígena de México e Ingeniero en Geodesia por la Universidad Autónoma de Sinaloa. Líneas de investigación: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Fotogrametría y teledetección aplicado a recursos naturales, Correo electrónico: roman.parra@uas.edu.mx

Rafael Macías Segura

Licenciado en Ingeniería Geodésica, egresado de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), estudiante del Doctorado en ciencias en Desarrollo Sustentable de Recursos Naturales, en la Universidad Autónoma Indígena de México (UAIM). Actualmente adscrito como profesor de asignatura “B” en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Correo electrónico: rafaelms2484@hotmail.com

Ciro de la Concepción Díaz Hernández

Profesor e Investigador Tiempo Completo y Líder del Cuerpo Académico CA-274 “Geo Sistemas en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Correo electrónico: ciromochis@hotmail.com

Roque Félix Tapia

Profesor e Investigador Tiempo Completo y Líder del Cuerpo Académico CA-274 “Geo Sistemas en la Facultad de Ingeniería Mochis de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Correo electrónico: ftapia70@hotmail.com