

MANEJO DE INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE LA ISLA DE COZUMEL, MEXICO

Mireya Dionicio Martínez¹ Oscar Frausto Martínez² Lucinda Arroyo Arcos³

Resumen

Actualmente en el Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) de la isla de Cozumel y el Parque Marino Nacional (PMN) de Arrecifes de Cozumel, las actividades turístico-recreativas están en continuo crecimiento, lo que implica que el hábitat de estas áreas esté en una situación de alta presión ambiental. En este contexto, no se tiene a disposición cartografía temática de las actividades turísticas, los establecimientos que las ofrecen y de los hábitats naturales; por tanto, se considera que el principal objetivo es realizar una cartografía temática de los usos y actividades humanas en las ANP de la isla de Cozumel y generar, a partir de ésta, un visualizador espacial web, en el que se representan los principales establecimientos y los servicios que ofrecen, de tal manera que sea una herramienta para la valoración del impacto que se tiene sobre estas áreas. Para la referenciación espacial de las playas, los hoteles y club de playa en la isla de Cozumel, se realizó un levantamiento de datos por tierra con un GPS y notas de campo. Posteriormente, se cotejaron con los registros de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Asimismo, se realizó un levantamiento de datos por mar de clubs de playa, hoteles y casas de buceo que ofertan actividades turístico-recreativas en arrecifes, mismos que fueron georeferenciados. Con los registros recabados se generó una base de datos, lo que permitió hacer una clasificación de actividades, e identificar sitios de concentración, para posteriormente georeferenciar éstos en un software SIG y generar el visor web, haciendo uso de software libre. A partir de los registros obtenidos y clasificados se generó la cartografía temática de las actividades turístico-recreativas, con lo que se determinó que las actividades que se realizan con mayor frecuencia dentro de las ANP de la isla de Cozumel son: snorkel y buceo, así como actividades recreativas no motorizadas. Esta investigación se deriva del proyecto: “Estudio de límite de cambio aceptable del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel” y “Estudio de límite de cambio aceptable del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel”, CONANP-UQROO, México.

PALABRAS CLAVE: SIG, Áreas Naturales Protegidas, visor web, cartografía temática.

Introducción

La isla de Cozumel representa uno de los destinos turísticos nacionales más atractivos, sin embargo en contraparte es una isla catalogada en su totalidad como Área Natural Protegida, con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) en el artículo 3 inciso II, se definen como Áreas Naturales Protegidas: “Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley”; en este contexto Cozumel tiene dos ANP, el Parque Marino Nacional (PMN) de Arrecifes de Cozumel (1996) y el Área Natural Protegida (ANP) de Flora y Fauna de la Isla de Cozumel (2012), por tanto es de suma importancia mantener un equilibrio entre los servicios y actividades turístico-recreativas que se ofertan y los efectos sobre los recursos naturales del área, para lo cual se han desarrollado modelos que posibilitan comprender y administrar de forma sustentable el uso de recursos de las ANP, tal es el caso del estudio de Límite de Cambio Aceptable (LCA), en México en el Reglamento de la LGEEPA (2000) en materia de Áreas Naturales Protegidas, se define en el artículo 3 inciso VIII como: “Determinación de la intensidad de uso o volumen aprovechable de recursos naturales en una

¹ Br. Mireya Dionicio Martínez de la Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. ayerim_2021@yahoo.com.mx (autor correspondiente)

² Dr. Ing. Geóg. Oscar Frausto Martínez. Profesor investigador de tiempo completo de la Universidad de Quintana Roo, Cozumel, México. fraustomartinezoscar@gmail.com

³ Dr. Lucinda Arroyo Arcos. Profesor investigador y Líder del CAIECT de la Universidad de Quintana Roo, Cozumel, México. lucindaarroyo@hotmail.com

superficie determinada, a través de un proceso que considera las condiciones deseables, en cuanto al grado de modificación del ambiente derivado de la intensidad de impactos ambientales que se consideran tolerables, en función de los objetivos de conservación y aprovechamiento, bajo medidas de manejo específicas”. Para Frissel, 1963; Cole and Stankey, 1998; Stankey et al., 1985 (en Amy Diedrich, Pablo Balaguer Huguet, Joaquín Tintoré Subirana 2011), el LCA hace un énfasis en la planificación de usos y actividades sobre estos recursos a fin de establecer actividades permitidas y en qué medida éstas se desarrollarán en determinada área, para ello se requiere de la definición de las condiciones ambientales y sociales en la administración del área y la prescripción de medidas para monitorear y proteger estas condiciones. Retomando lo descrito el LCA involucra un monitoreo permanentemente para que cuando las modificaciones en los ecosistemas involucrados excedan los límites establecidos se implementen medidas de manejo para el mantenimiento de las condiciones deseables.

Según Wearing, et al (en Iroldi, 2000), mencionan que “existen variantes que han diversificado el clásico concepto de las áreas naturales como santuarios protegidos. Al emplear su concepto ya no se entiende que sean parques naturales deshabitados. Muy por el contrario, existe un creciente enfoque del “uso” humanizado de las mismas, de ahí la importancia hacia la implementación de una adecuada administración de recursos naturales por parte de visitantes y las actividades que ellos realizan dentro de las ANP”. Por tanto, retomando la importancia del equilibrio mencionado con anterioridad, se considera que la visualización espacial de las actividades turística en la isla proporcionaría las bases para la toma de decisiones con respecto al uso óptimo y consciente de los recursos.

Como parte del tratamiento de los datos, la implementación de un Sistema de Información Geográfica resulta una herramienta útil en el área de recursos naturales, si bien desde sus orígenes se han empleado para el estudio de diversas problemáticas, como dice Johnston, et al (en Hassouna, 1997) los SIG han demostrado ser un éxito en la Evaluación del Impacto Ambiental un procedimiento que ha llegado a ser obligatorio para grandes proyectos en muchos lugares del mundo, ha sido usado en la evaluación de prácticas de administración de recursos naturales. Para la implementación de cualquier SIG, el desarrollo de una base de datos geográfica forma parte importante de éste; ESRI, 2009 (en Del Río, 2010) define una base de datos geográfica como una colección de datos organizados de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales. Para formar una base de datos se hace hincapié en almacenar y recuperar la información, de manera selectiva, confiable y eficiente. Para INEGI (2000), primero la formación de una base de datos geográfica se describe en el diseño conceptual, donde se identifican los requerimientos de la información y validar la disponibilidad de datos; como segunda etapa describe el diseño lógico donde se define la estructura de la BD y se eliminan redundancias; finalmente, el diseño físico, donde se lleva a cabo la representación computacional de las etapas anteriores, siguiendo las tres fases, se logra identificar requerimientos, la disponibilidad de datos, los procesos que han de llevarse a cabo sobre los datos y con los resultados lograr un análisis para ofrecer propuestas de solución.

Así, el presente trabajo muestra la elaboración de cartografía temática con registros de arrecifes y los principales establecimientos turísticos de los usos de suelo y actividades humanas en las ANP de la isla de Cozumel, recolectados en campo por mar y tierra mediante GPS. Posteriormente, con esta cartografía se desarrolló un visualizador espacial con la finalidad de que sea una herramienta útil para valoraciones del impacto antrópico que se tiene sobre estas áreas.

Metodología

Para el desarrollo de la investigación se diseñó un modelo a seguir a fin de cumplir con determinados objetivos, delimitando tres fases de investigación:

Fase I. Investigación en campo

Durante esta fase se planteó como principal objetivo recabar y cotejar datos de los servicios y actividades en el PMN Arrecifes de Cozumel, para lo cual durante los meses de junio, julio y agosto de 2014, se realizó levantamiento de datos por tierra con un GPS y notas de campo a lo largo del PMN Arrecifes de Cozumel para la referenciación espacial de las playas, los hoteles y clubs de playa en la isla de Cozumel. Posteriormente, se cotejaron con los registros de la CONANP. Asimismo, se realizó un levantamiento de datos por mar de clubs de playa, hoteles y casas de buceo que ofertan actividades turístico-recreativas en arrecifes.

Fase II. Procesamiento de datos

Para esta fase se planteó el objetivo general de sintetizar los datos recabados en información práctica y entendible, para lograr dicho objetivo se desarrollaron dos procesos específicos. El primero comprende el tratamiento directo de los datos recabados en campo, generando una base de datos geográfica, cuyos registros georreferenciados fueron completados con atributos alfanuméricos correspondientes a las actividades que se realizan dentro del PMN Arrecifes de Cozumel ofertadas por los clubs de playa y hoteles. Al concluir con la base de datos geográfica fue posible hacer una clasificación de actividades, su jerarquía y los sitios de concentración presentes en el PMN.

Posteriormente, el segundo proceso se concentra en el tratamiento de la información que se obtuvo de los registros, que tras ser procesados mediante un software de SIG, se generó cartografía temática:

- 1.- Localización de arrecifes (*Mapa 1*)
- 2.- Amplitud de arrecifes (*Mapa 2*)
- 3.- Actividades turístico-recreativas (*Mapa 3*)
- 4.- Uso de suelo ANP Arrecifes de Cozumel (*Mapa 4*)

Fase III. Desarrollo de un visualizador web

Tras el tratamiento de los datos y la obtención de información espacial gráfica y alfanumérica, se planteó como objetivo final el desarrollo de un visualizador web con respecto a ANP en la Isla de Cozumel, en éste se presentan los principales establecimientos en el PMN Arrecifes de Cozumel, así también los arrecifes y playas. Esta fase contempla tres etapas específicas:

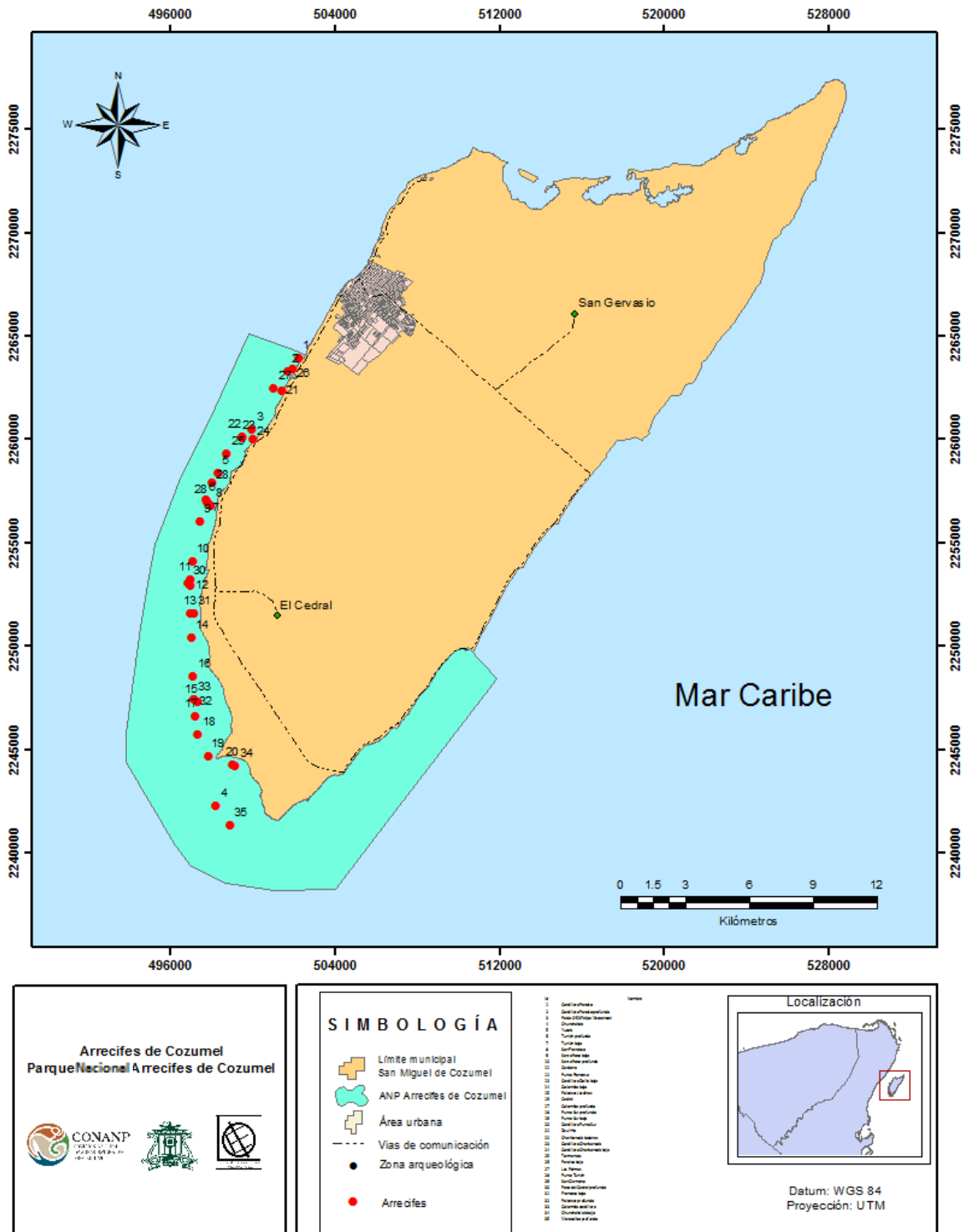
Diseño conceptual: Es la primera etapa de todo sistema geotecnológico, a fin de lograr transmitir la información específica mediante una abstracción de la realidad identificada como objetos componentes de un SIG. Los datos fueron procesados mediante un software SIG con formato shapefile y kml (Keyhole Markup Language).

Diseño lógico: Como segunda fase en el desarrollo del sistema corresponde a la codificación del visor web a partir de modelos de las operaciones a ejecutar en el visor, se empleó Netbeans 8.0 que es un editor de código libre de Java, se desarrolló en lenguaje HTML, como referencia espacial base se usó la herramienta Fusiontable y la API de Google.

Diseño físico: Es la fase final del visor, los modelos de las operaciones en el visor ya han sido codificadas y dicho código está en implementación a fin de identificar posibles y fallas y mejoras.

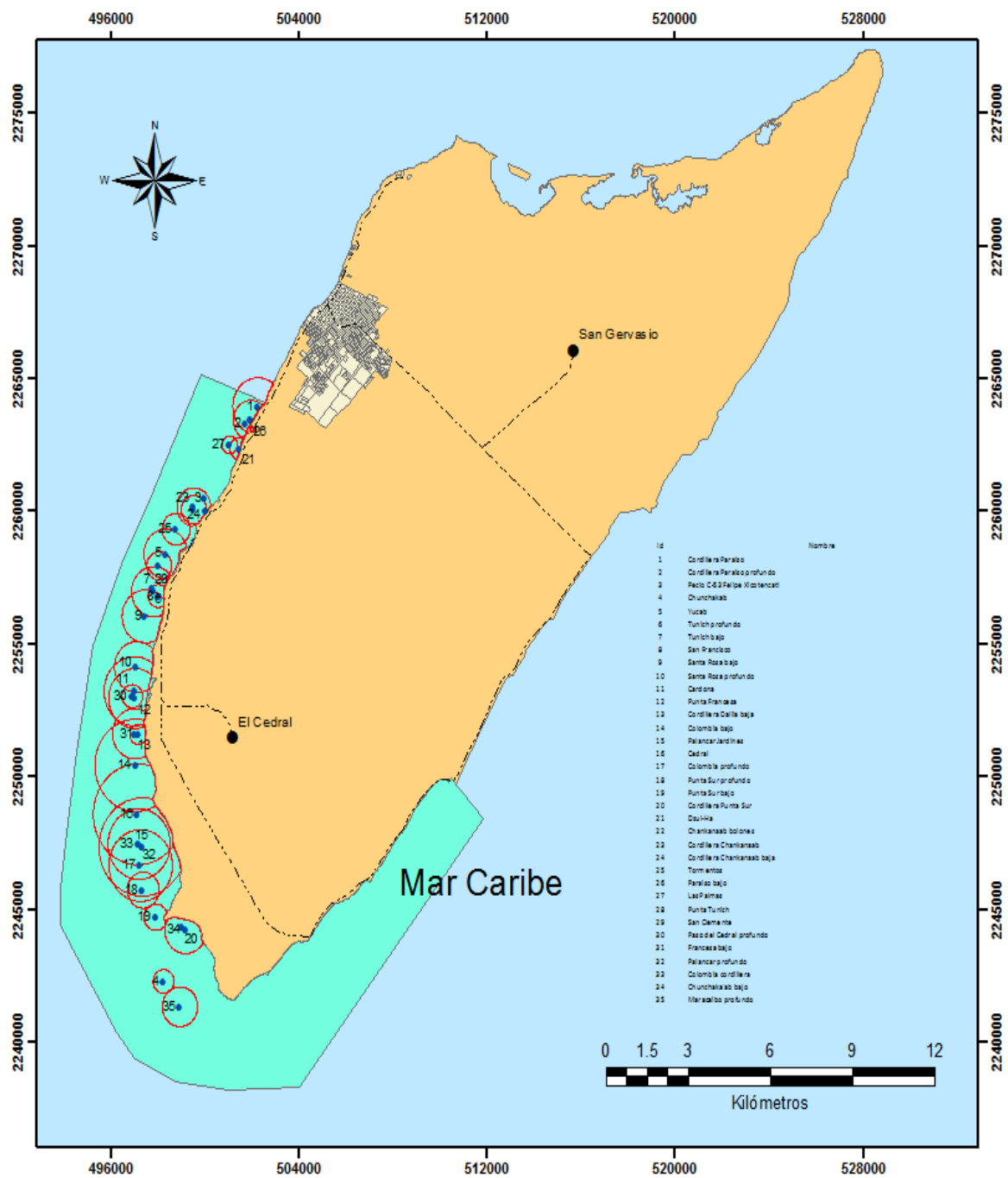
Resultados

Como primer resultado impreso se generó cartografía temática de la ubicación de los arrecifes dentro del PMN, en éste mapa se incluye el nombre de los arrecifes y en él se identificaron 35.



Mapa 1.- Localización de arrecifes en el PN Arrecifes de Cozumel

Se realizó un mapa con respecto al punto de inicio y punto de fin de cada arrecife con base en datos proporcionados por el guarda parques.



Amplitud de arrecifes
Parque Nacional Arrecifes de Cozumel

SIMBOLOGÍA

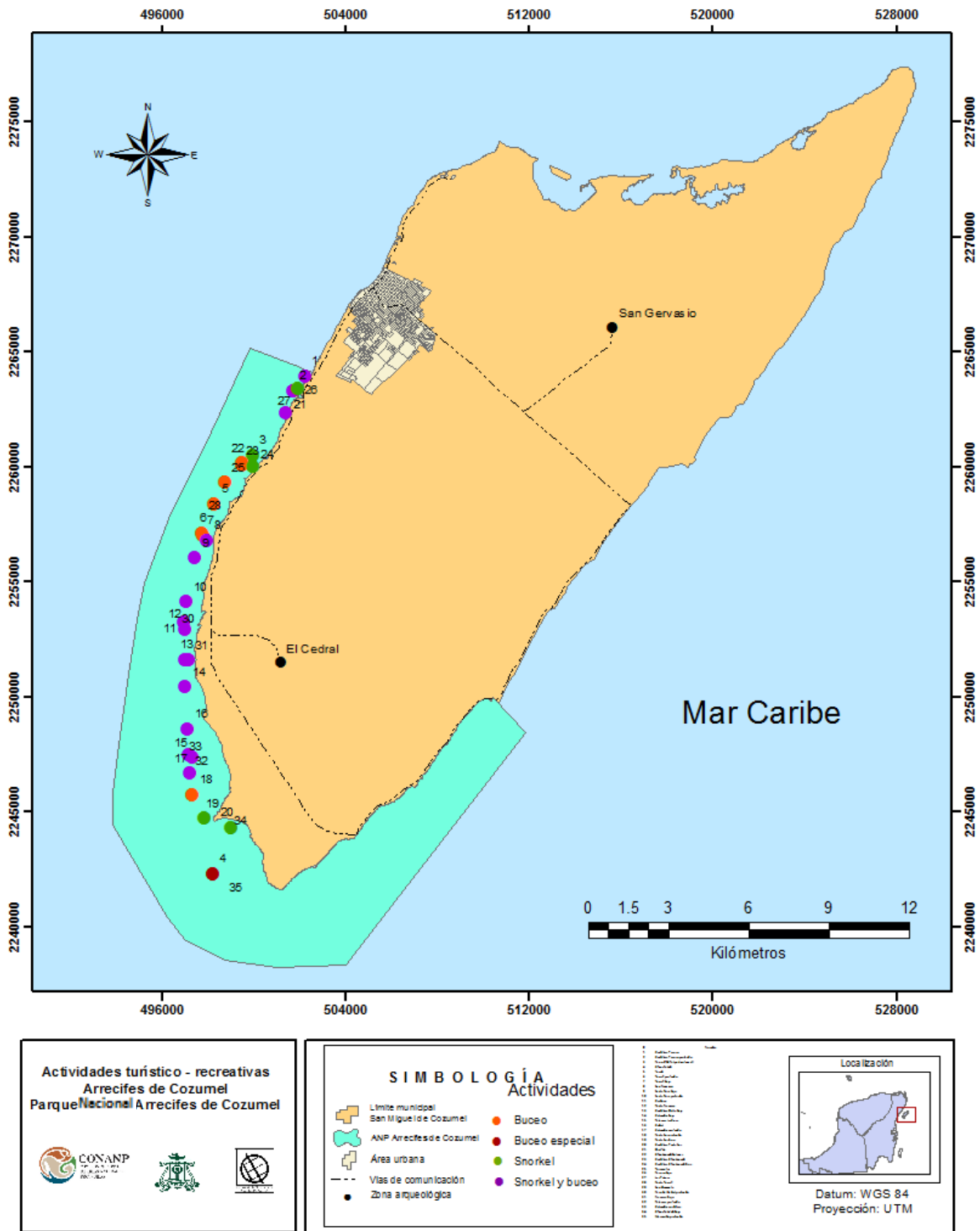
Amplitud de arrecifes

- Limite municipal San Miguel de Cozumel
- ANP Arrecifes de Cozumel
- Area urbana
- Vias de comunicacion
- Zona arqueologica
- Arrecifes
- Amplitud de arrecifes

Localización

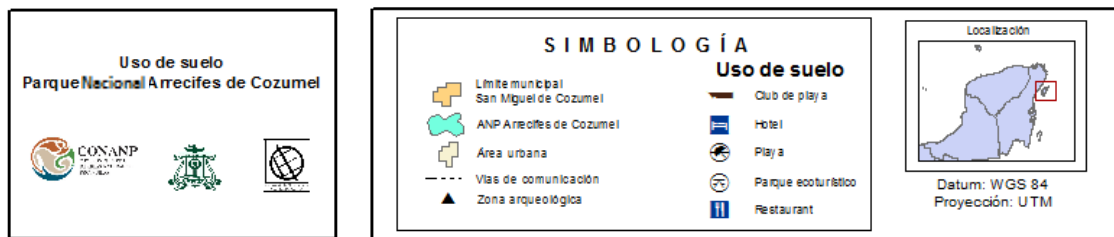
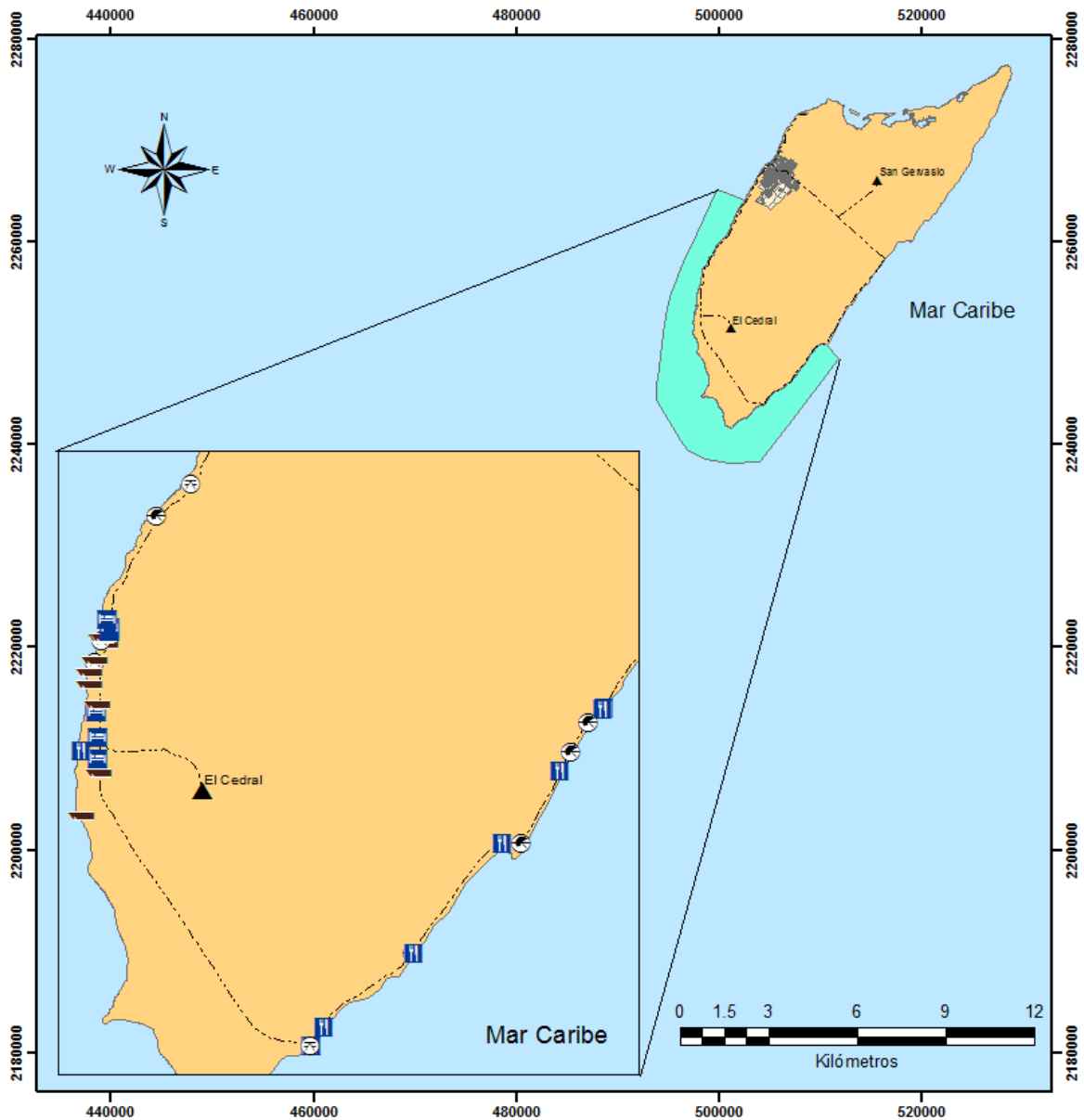
Datum: WGS 84
Proyección: UTM

Mapa 2.- Amplitud de arrecifes en el PMN Arrecifes de Cozumel



Mapa 3.- Actividades turístico-recreativas en el PN Arrecifes de Cozumel

Con base en los datos recabados en campo se identificaron diversos clubs de playa que ofertan varias actividades recreativas en los arrecifes, destacando el snorkel y buceo en los arrecifes que anteriormente se identificaron con mayor dimensión.



Mapa 4.- Uso de suelo en el PMN Arrecifes de Cozumel

La actividad turística en la Isla se ve en dos dimensiones, por un lado al Oeste de la Isla se identifica mayor presencia de turistas realizando actividades específicas dentro de los arrecifes, ofertadas por clubs de playa y hoteles, que son los establecimientos de mayor afluencia en esta zona de la Isla, mientras que en la porción Este de la Isla las actividades son más personales, donde la mayor presencia comercial es de alimentos.

CONANP

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Áreas Naturales Protegidas de Cozumel



Fig. 1 Visor vista general

El desarrollo del visor en general muestra la información que ha sido representada en la cartografía temática, en el que además de ver la información de forma gráfica se presenta de forma alfanumérica, retomando los tributos de las capas de información empleadas.

Discusión y conclusiones

La concepción de ANP como santuarios dista mucho de la realidad y se ha destacado por Wearing, y esta realidad concuerda con lo identificado en las ANP de la Isla de Cozumel; si bien es una isla con una diversidad natural que impulsa el turismo y se aprovechan los recursos, por tanto se hace necesario implementar estrategias de monitoreo con respecto al uso de suelo en las ANP, a fin de administrar adecuadamente las actividades y servicios que se ofertan y practican en las ANP. Hablar de LCA como Diedrich hace mención, involucra parámetros naturales, sociales y económicos, ya que se debe considerar que el uso de los recursos naturales se ve limitado a cubrir ciertas necesidades de la población, dentro de las cuales el turismo tiene gran importancia como motor de la economía local y nacional.

En medio de una era globalizada el uso de la tecnología beneficia el tratamiento de problemáticas y posibilita el análisis de éstos para facilitar la toma de decisiones y solucionar el problema, tal es así que para cuestiones de impacto ambiental los Sistemas de Información Geográfica han resultado pieza clave para abordar las problemáticas

Tras haber recabado los datos y mediante el tratamiento de éstos, se generó información importante, de donde resalta que dentro del PN Arrecifes de Cozumel la porción Oeste y Suroeste es dónde la mayor presencia de turistas realizando actividades recreativas afecta el hábitat de las especies que residen en él, si bien la CONANP tiene un control de los servicios y actividades que los clubs de playa, parques y hoteles ofertan, sin embargo el control estadístico difiere de la realidad; las actividades realizadas dentro de los arrecifes de mayor dimensión requiere de mayor supervisión y cumplimiento de normas a fin de preservar las especies, los recursos naturales y ofertar a turistas nacionales y extranjeros actividades recreativas sustentables.

Agradecimientos

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Universidad de Quintana Roo por el apoyo a los proyectos: “Estudio de límite de cambio aceptable del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel” y “Estudio de límite de cambio aceptable del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel”; a la Academia Mexicana de la Ciencia por la beca nacional de Verano de la investigación científica 2014 otorgada a Mireya Dionicio Martínez.

Referencia bibliográfica

Cole, D.N., Stankey, G.H., 1998. Historical development of Limits of Acceptable Change: conceptual clarifications and possible extensions. In: McCool, S.F., Cole, D.N. (Eds.), Proceedings of Limits of Acceptable Change and Related Planning Processes: Progress and Future Directions, 1997, Gen. Tech. Rep. INT-GTR-371. US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT.

Del Río San José Jorge, (2010) Introducción al tratamiento de datos espaciales en hidrología. Editorial Bubok en España.

Diedrich Amy , Balaguer Huguet Pablo, Tintoré Subirana Joaquín, (2011) Methodology for applying the Limits of Acceptable Change process to the management of recreational boating in the Balearic Islands, Spain (Western Mediterranean). *Ocean & Coastal Management* 54 341-351.

Frissel Jr., S.S., 1963. Recreational use of campsites in the Quetico-Superior canoe country. Thesis, University of Minnesota, St. Paul, MN, 66 pp.

Hassouna, Khaled M. (1997) Developing a natural resource database for Geographic Information System (Tesis de maestría inédita) Virginia Polytechnic Institute and State University.

INEGI (2000) Base de Datos Geográfico. Diccionario de datos de uso potencial escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/>.

Iroldi Oscar (2000) Evaluaciones Ecoturísticas Rápidas (EETR): Nueva Metodología para la Gestión Turística Sostenible de Áreas Naturales.

Stankey, G., Cole, D., Lucas, R., Peterson, M., Frissell, S., Washburne, R., 1985. The Limits of Acceptable Change (LAC) system for wilderness planning. USDA Forest Service General Technical Report INT-176.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. TEXTO VIGENTE: Última reforma publicada DOF 16-01-2014. Internet: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2000. TEXTO VIGENTE: Última reforma publicada DOF 21-05-2014. Internet: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf

SEGOB (2009):DOF: 25/09/2012 DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de área de Protección de Flora y Fauna, la porción norte y la franja costera oriental,

terrestres y marinas de la isla de Cozumel, Municipio del estado de Quintana Roo. Diario Oficial de la Federación, 25 de septiembre de 2012. Secretaría de Gobernación. México.

SEGOB (2009)DECRETO por el que se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Arrecifes de Cozumel, ubicada frente a las costas del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo. Diario Oficial de la Federación, 19 de julio de 1996. Secretaría de Gobernación. México.

Fuente cartográfica

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, archivos shapefile de Áreas Naturales Protegidas.