



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

**XI CONGRESO**  
**“ACCIONES DECISIVAS PARA POTENCIAR NUESTRO DESARROLLO PORTUARIO,**  
**MARÍTIMO Y COSTERO”,**  
**7 y 8 de septiembre en la ciudad y puerto de Veracruz**

**METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE ZONAS COSTERAS BASADA**  
**EN UN MODELO SISTÉMICO**

Karina Griselda Ocaña Espinosa de los Monteros

\*Instituto Mexicano del Transporte, Km 12+000, Carretera Estatal No. 431 "El Colorado Galindo"/ Parque Tecnológico San Fandila/ Mpio. Pedro Escobedo/ Edo. Querétaro/ C.P.76703/ Tel (442)216.97.77 ext. 3315  
e-mail: Karina.Ocana@imt.mx

**RESUMEN**

En la presente investigación se desarrolló una metodología para la caracterización de zonas costeras, basada en un modelo sistémico, con el objetivo de aportar información de las principales presiones que recibe el sistema y cómo esto afecta a las propuestas de soluciones integrales y a la capacidad para recuperar el estado de equilibrio en las zonas costeras.

La metodología que se presenta permite organizar la gran complejidad que implica la interrelación e interconexión que existe entre los múltiples componentes del sistema, la cual permite obtener conocimiento para la caracterización de dicho sistema. Con el modelo de Zachman (Hay,2000) [1], se realizó un análisis para la detección de las fortalezas y debilidades del sistema, lo que permitió visualizar el impacto de los riesgos a que está expuesta una zona costera.

Con la metodología aplicada fue posible caracterizar el Banco Chinchorro, Quintana Roo, el cual se utilizó como caso de estudio.

**INTRODUCCIÓN**

Las obras de infraestructura que construye el ser humano para optimizar los recursos naturales y satisfacer sus necesidades, producen impactos tanto positivos como negativos en el ambiente. México cuenta con una gran cantidad de recursos naturales y lugares que han sido favorecidos por la naturaleza, donde la sobrecarga de las actividades antropogénicas genera problemas de impacto ambiental, especialmente en las zonas costeras y en su entorno.

**OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo fue aportar información acerca de las principales presiones que recibe el sistema y cómo esto afecta a las propuestas de soluciones integrales y a la capacidad para recuperar el estado de equilibrio en las zonas costeras.

En la presente investigación, se desarrolló una metodología para la caracterización de zonas costeras, basada en un modelo sistémico, con el propósito de tener una herramienta de planificación para proyectos ambientalmente sustentables, integrando una base de datos con las mejores prácticas de planificación, lo que facilitará el diagnóstico y la evaluación de la capacidad adaptativa de recuperación del sistema.



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

Se utilizó un modelo sistémico como una metodología para organizar la gran complejidad que implica la interrelación e interconexión que existe entre los múltiples componentes, y con ello obtener el conocimiento para su caracterización. Con base en el modelo de Zachman (Hay,2000) [1], se realizó un análisis para la detección de las fortalezas y debilidades del sistema, lo que permitió visualizar el impacto de los riesgos a que está expuesta una zona costera.

## **ANTECEDENTES**

La Metodología del IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change) (2007) [2], integra las áreas sociales dirigiendo su atención a la evaluación de los impactos de las alteraciones del cambio climático en sectores productivos como la agricultura y la pesca, e implementó instrumentos que indican en qué forma afectarán los asentamientos humanos y la reducción de la disponibilidad de recursos como el agua.

En la “Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable” de esta metodología [2], se consolidaron datos en mapas y tablas que incluyen información sobre la caracterización, los riesgos y vulnerabilidades detectadas, así como información sobre el manejo de los impactos en dos sitios de estudio.

Es imposible desarrollar modelos en los que se tomen en cuenta todos los componentes que integran un sistema costero, los modelos son siempre una aproximación a los escenarios, sin embargo, entre mayor sea la información del entorno sobre el diagnóstico de la situación existente así como de la identificación de los riesgos pueden establecerse mayores y mejores medidas de mitigación ante los impactos.

En el Programa Arrecifes del Caribe en Peligro (Burke, 2005) [3], se identificaron índices que aportan un mejor entendimiento de la magnitud de las presiones de las actividades humanas, y se integran algunos instrumentos jurídicos y normativos pero éstos son a nivel regional en la zona del Caribe.

El enfoque sistémico es una aproximación multidisciplinaria para identificar una situación que requiere una solución integral en muy diversos campos. El objeto de estudio da el nombre al sistema y alrededor de él se desarrollan diferentes formas de enfoque sistémico, el cual consiste en reconocer la existencia de una serie de conceptos genéricos aplicables y aplicados en diversos estudios tratando el problema genérico como un sistema. Rosney (1977) [4], Saéz (2009) [5].

## **PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA**

Las zonas costeras son ambientes dinámicos que son extremadamente sensibles a los cambios ambientales (ver Figura 1). En la actualidad, la causa principal de su destrucción son los eventos extremos, los cuales se han incrementado en intensidad y frecuencia, lo cual se atribuye al calentamiento de los océanos, se observó que el fenómeno climático conocido como *El Niño*, en 1998 incrementó la temperatura del mar, ocasionando daños severos (García, 2005) [6].

Diversos estudios sugieren que las zonas costeras tienen cierto grado de vulnerabilidad, y tienen cierto grado de adaptabilidad, el cual en algún momento dejará de ser suficiente para mitigar el aumento del nivel de agua en los océanos (De Jesús, 2007 [7]; Burke 2005 [3], García, 2005 [6], Lizárraga, 2003 [8]). Pero, cuando las zonas costeras ya presentan algún tipo



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

de daño o cierto grado de deterioro, se duda que éstas tengan la capacidad adaptativa, aunado a la continua presión por las actividades humanas, que difícilmente está regulada correctamente, por lo que se asume que la amenaza es potencial debido al aumento en los niveles del mar.

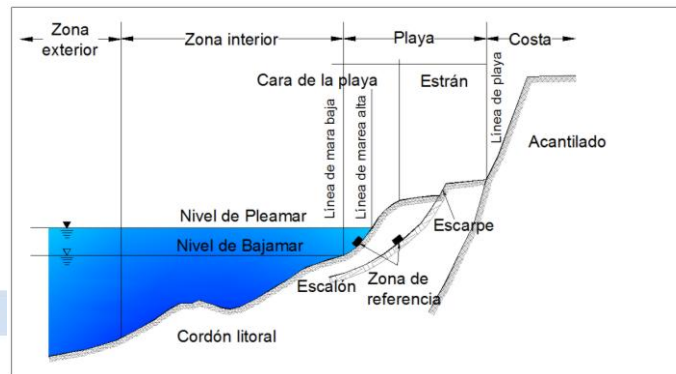


Figura 1. Perfil de playa y definición de terminología (Horikawa, 1978) [9].

### **PROPUESTA DE LA METODOLOGÍA**

En la presente investigación, se desarrolló una metodología para la caracterización de zonas costeras, basada en un modelo sistémico, con el propósito de desarrollar una herramienta como un instrumento de planificación para proyectos ambientalmente sustentables en zonas costeras, para poder implementar estrategias dinámicas y rápidas que faciliten el diagnóstico y la evaluación de la capacidad adaptativa de recuperación del sistema, con el fin de integrar una base de datos con las mejores prácticas de planificación para la conservación y equilibrio en estas zonas.

Se encontró el grado de influencia de las variables que intervienen en el equilibrio de la zona costera y a través de la metodología y se determinaron las interrelaciones e interconexiones entre sus componentes, lo que define su comportamiento. El objetivo del presente trabajo fue aportar información acerca de las principales presiones que recibe el sistema y cómo afecta en las propuestas de soluciones integrales y en la capacidad para recuperar el estado de equilibrio en las zonas costeras.

FUNDADA EN 1966

La metodología se propuso, debido a la importancia que tiene el desarrollar estrategias que proporcionen fundamentos para apoyar la toma de decisiones así como para analizar opciones de políticas, programas o el uso de instrumentos jurídicos y normativos, relacionados con la mitigación de impactos ante la materialización de riesgos en las zonas costeras.

Se utilizó un modelo sistémico como una metodología para organizar la gran complejidad que implican las interrelaciones e interconexiones que existen entre los múltiples componentes y con ello obtener el conocimiento para su caracterización, para ello se realizó con base en el modelo de Zachman, Hay (2000) [1], una matriz de trabajo que sirvió para definir la metodología; como parte de la misma, se realizó un análisis para la detección de las fortalezas y debilidades del sistema, lo que permite visualizar el impacto de los riesgos a que está expuesta una zona costera.





FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

Este trabajo integró además un Plan de contingencia con el que se propuso una forma de cálculo para un fondo de contingencia, el cual se considera que contempla la materialización de los riesgos en función de la exposición calculada en la matriz de riesgo, si bien dicho fondo se calculó como la suma de los costos, y es poco probable que todos los riesgos se materialicen en un solo evento se consideró que puede tomarse como fondo inicial al menos el costo del riesgo de mayor impacto y exposición.

Lo anterior se propone como la creación de un fondo con un monto mínimo para la recuperación de la zona costera ante un evento destructivo, el cual de estar disponible facilitaría y aceleraría los trabajos de recuperación al menos desde el punto de vista económico, aumentaría el grado de resiliencia económica aumentando el grado de capacidad adaptativa del sistema en uno de sus componentes.

Se realizó la comparación de un modelo analítico con el que comúnmente se abordan los problemas costeros, de forma aislada y el esfuerzo se centraliza en solucionar el problema; al estudiar las zonas costeras desde el punto de vista sistémico se da el carácter multidimensional y multidisciplinario.

En la presente investigación se integró a la metodología la estimación de la probabilidad de que la zona costera tenga capacidad adaptativa en los aspectos social, ambiental y económico, lo cual se plasma en la matriz de resiliencia, para ello se revisaron las diferentes metodologías para el cálculo de la resiliencia, Berger (2008) [10], ver Figura 2.

En base a la caracterización de zonas costeras realizada por Arriaga (1998)[11], Aguilar (1993)[12], Loreto (2003)[13], García (2003)[14], CONANP (2005)[15], Garduño (2005)[16], Silva (2014)[17], se tomaron en cuenta los componentes del sistema y en base a ello se desarrolló la *FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA COSTERA*, en dicha herramienta se concentraron todos los aspectos que la componen: físicos, ambientales, sociales, económicos y políticos. Se integraron también los análisis de vulnerabilidad, FODA y resiliencia, los cuales sirvieron de base para la formulación del Plan de Contingencia y en el cálculo del monto del Fondo de contingencia; se incluyeron como parte de la metodología la documentación de las mejores y las malas prácticas en la zona costera, por tanto dicha ficha es la integración de las variables que tienen mayor influencia en la zona costera y en ella se concentra la información para su caracterización.

Se utilizó como caso de estudio la caracterización de la zona costera de Banco Chinchorro, esta zona se seleccionó debido a que es un banco de arrecifes, por tal razón es un sistema altamente complejo por todos los componentes y relaciones que lo integran. Para la implementación de la metodología en el caso de uso se realizó la recopilación de información acerca de la zona costera, utilizando datos de diversos estudios Arriaga (1998)[11], Aguilar (1993) [12], Loreto (2003)[13], García (2003)[14], CONANP (2005)[15], Garduño (2005)[16]; se completó la información con la encuesta de campo lo que permitió tener mayor información. Con la implementación en el caso de estudio se pudo revisar y validar la metodología para completar la ficha de caracterización.

La metodología es una herramienta de integración, es flexible para integrar más componentes o desechar los que se sugieren; es susceptible de mejora y se considera puede ser precedente en líneas futuras de investigación como el desarrollo de una base de datos de un Sistema de Gestión costera en México. Ver Figura 3.



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

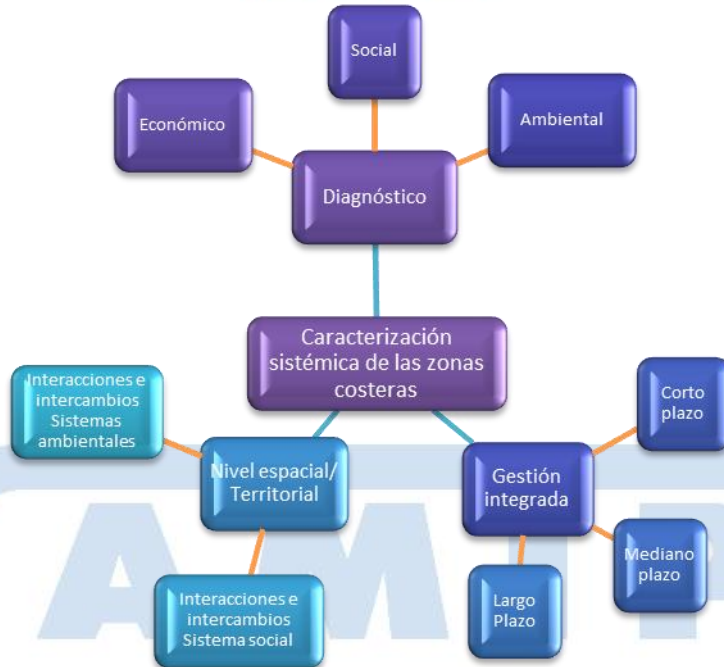


Figura 2. Resiliencia y Zonas costeras. Elaboración propia.

La metodología que se propone es:

1. Definición de la zona de estudio.
2. Definición de actores que intervienen en el sistema.
3. Definición de las relaciones del sistema.
4. Elaboración de matriz de riesgo.
5. Determinación de índices de vulnerabilidad y resiliencia.
6. Caracterización de la zona costera.

Si bien existen muchas investigaciones acerca de zonas costeras la mayoría se enfocan en el aspecto físico, biológico, social, económico o político, y en la mayoría de los casos se realizan estudios para la solución de una problemática, por lo que se estudian desde el punto de vista analítico las componentes que se consideran parte del problema.

El establecer fichas de diagnóstico y caracterización por zonas costeras que espacialmente pueden estar integradas no por una región, un municipio o un estado, sino por el funcionamiento mismo del sistema costero, el comportamiento del mismo nos dará el dato de la delimitación geográfica, ya que ésta se limitará por el área de influencia del sistema.

Desde el punto de vista de gestión se considera que existen muchas áreas de oportunidad para fomentar la implementación y formalización de un Sistema de Gestión Costera en México que en primer lugar automatice la metodología de caracterización como un primer paso, independientemente de la problemática de cada sitio o bien si es un Área protegida o no, la motivación principal es incrementar el capital de conocimiento de las zonas costeras para un manejo eficiente y sobre todo sostenible.

Con un diagnóstico real de las zonas costeras y con la estimación de los grados de resiliencia así como de los grados de vulnerabilidad de acuerdo a las particularidades de cada sistema costero, con la elaboración de planes de contingencia a la medida de cada sistema costero, la



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

estimación de fondos de contingencia para los riesgos de mayor impacto y grado de exposición, los recursos costeros pueden llegar a tener un manejo más eficiente e integral buscando mantener la estabilidad y equilibrio en cada sistema.

Se incluyeron para el caso de estudio, los mapas temáticos del estado de Quintana Roo, con lo que se completó la información para la caracterización de la zona costera de Banco Chinchorro.

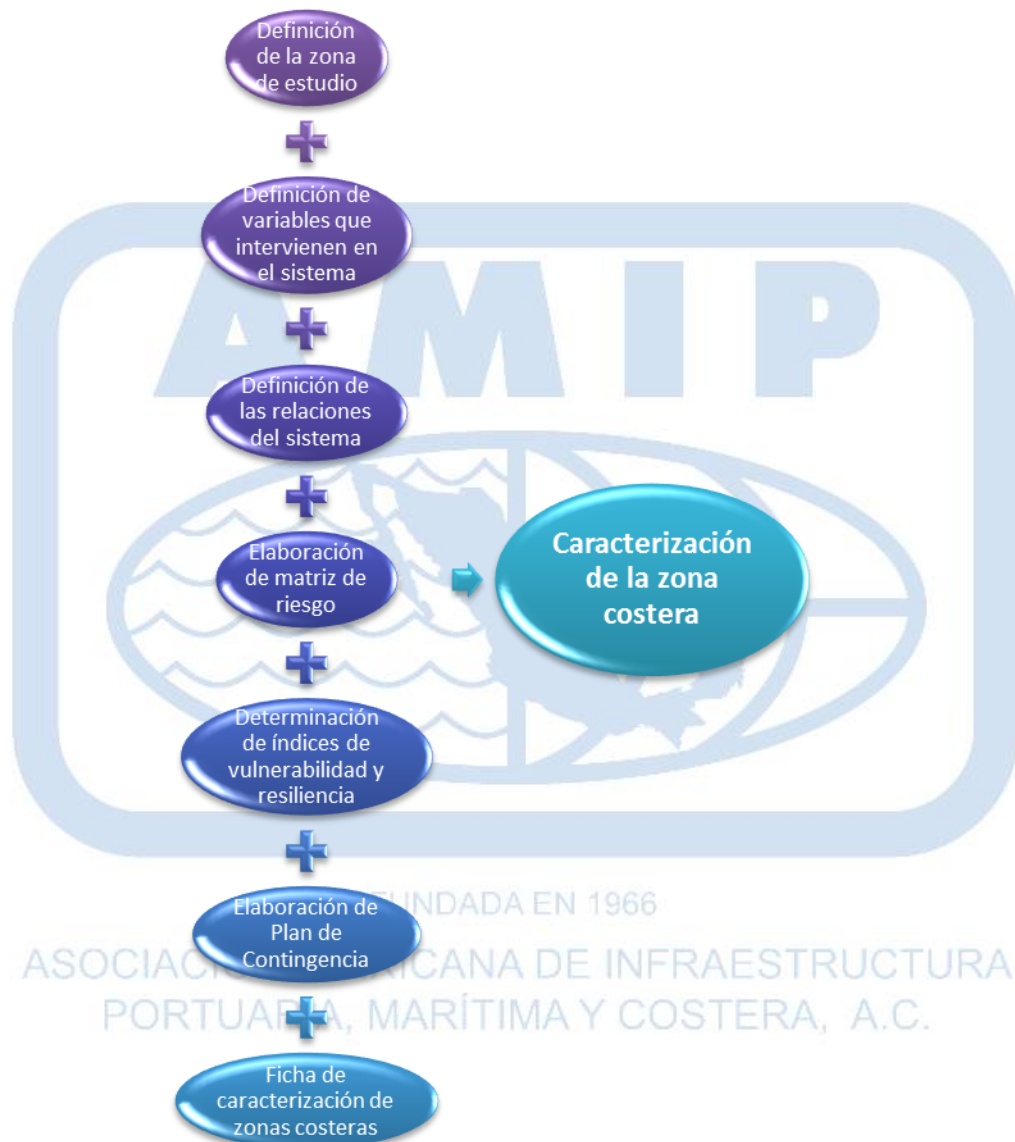


Figura 3. Metodología para la caracterización de zonas costeras. Elaboración propia.





FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

## CONCLUSIONES

La metodología para la caracterización de zonas costeras, basada en un modelo sistémico, es una herramienta que dimensiona el sistema costero de forma multidimensional y multidisciplinaria, la cual no se enfoca en solucionar un problema, y sólo estudiar la zona desde el punto de vista físico, permite determinar los componentes con sus interrelaciones e interconexiones, las presiones y sus impactos así como la capacidad de recuperación del sistema.

La herramienta puede utilizarse como un instrumento de gestión y planificación para proyectos ambientalmente sustentables en zonas costeras, busca implementar estrategias dinámicas para el diagnóstico del sistema de forma integral.

Se estimaron los grados de vulnerabilidad e impacto así como de resiliencia de las variables que intervienen en el equilibrio de la zona costera en los entornos físico, ambiental, social, económico y político, con ello se desarrolló una matriz que permite llegar de forma rápida al Plan de contingencia y al cálculo del fondo de contingencia tomando en cuenta el nivel de impacto y de exposición de los riesgos (Ocaña, 2016) [18]. La composición de la metodología, permite realizar el análisis de las políticas, programas, normas y uso de instrumentos relacionados con la mitigación de impactos y la adaptación a los cambios en las zonas costeras.

Los beneficios de una base de datos completa y unificada son los siguientes:

- Proporcionar las bases para el establecimiento de Áreas naturalmente protegidas y reservas naturales.
- Proporcionar áreas de oportunidad a la inversión conociendo las fortalezas y debilidades de la región así como el grado de aceptación de las presiones que se generan con el fin de no debilitar al sistema.
- Apoyar en la distribución de los usos del suelo tomando en cuenta las potencialidades y restricciones del entorno.
- Proveer información sistematizada para la toma de decisiones, en el marco de un desarrollo sostenible.
- Vincular aspectos físicos, sociales, políticos, económicos y ambientales.
- Identificar los principales componentes, los procesos, sus interacciones e interrelaciones del sistema costero.
- Ser una herramienta que facilite la información en proyectos ambientales al definir usos de suelo y lineamientos para la regulación de las actividades productivas y el manejo de los recursos naturales.

En el presente trabajo se realizó una amplia recopilación de información del caso de estudio de Banco Chinchorro, con la mayor cantidad de datos posibles adquiriéndose de un gran número de fuentes dedicadas al mismo sitio de estudio, estudios físicos, biológicos y de vulnerabilidad.

Se realizaron entrevistas de campo utilizando los formularios propuestos en la metodología, que permitió enriquecer la información agregando el punto de vista integral de la percepción del entorno. Como resultado de la aplicación de la metodología a la zona costera de Banco Chinchorro, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Banco Chinchorro es una zona costera, compuesta por barreras de arrecifes, es un atolón de cuatro cayos y forma parte de la segunda barrera de arrecifes más grande del mundo.
- Tiene una gran riqueza natural y biodiversidad, es un sistema estable, vulnerable principalmente al incremento del nivel del agua a largo plazo, a la turbidez en el agua ya sea



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

por agentes naturales o antropogénicos, pero tiene una gran capacidad de recuperación y adaptación ante eventos extraordinarios como huracanes, como prueba el paso del Huracán Dean en 2007.

- De acuerdo al análisis FODA el sistema costero desde el punto de vista físico y ambiental, es fuerte mientras permanece en condiciones estables, tiene un nivel medio de oportunidades y de amenazas; el nivel de debilidades es alto debido a amenazas como la contaminación, el incremento de la turbidez, el incremento del nivel del mar por efecto de cambio climático, por tal razón el plan de contingencia que se presenta se enfoca en reducir la probabilidad de que dichas amenazas se materialicen o aumente su presión, ya que las actividades antropogénicas son la principal vulnerabilidad de esta zona costera.
- Se considera de suma importancia tener un organismo integrador tanto de los actores que intervienen el sistema así como del capital de conocimiento generado para fortalecer las acciones de los planes, programas e instrumentos de gestión, administración y regulación costera.
- Banco Chinchorro es una zona que provee de importantes servicios ambientales, uno de los principales es el amortiguamiento del oleaje a la zona costera de Mahahual, Quintana Roo.
- Las principales presiones que recibe la zona costera son producto de las actividades humanas, por lo que la regulación y el incremento del nivel de educación de la población para la autogestión de los servicios ambientales son de suma importancia.
- De acuerdo al análisis realizado Banco Chinchorro como sistema costero posee una resiliencia física alta por la capacidad de recuperación que tiene, desde el punto de vista ambiental, se consideró que el nivel de resiliencia es medio ya que aunque tiene una capacidad alta de recuperación, el sistema tiene un gran número de debilidades lo que lo hace vulnerable, en el aspecto social, se consideró que tiene un nivel medio debido a que la población es muy pequeña y la capacidad económica que tienen de recuperación está muy limitada por sus bajos ingresos, en los aspectos económico y político se consideró también un nivel medio, por la razón de que tanto la capacidad de recuperación económica como los aspectos e instrumentos normativos y jurídicos, dependen del Gobierno Federal, después del Estatal (Gobierno del estado de Quintana Roo) y del Municipal (Municipio de Othón P. Blanco); las decisiones en estos dos aspectos son centralizadas y el acceso a fondos de contingencia, gestión y conservación provienen de la centralización por lo que es largo el tiempo de espera para tener recursos disponibles o instrumentos acordes a las necesidades de la zona costera de Banco Chinchorro, (Ocaña,2016) [18].

Se puede decir que los sistemas de arrecifes coralinos son tan sensibles que en ellos impactan los cambios físicos, socioeconómicos, y ambientales del entorno tanto de la zona costera como de las cuencas cercanas, su estudio y conocimiento nos puede facilitar el uso racional de los recursos naturales y de infraestructura en estas zonas. Al conocer los grados de vulnerabilidad en la zona costera, es posible proponer estrategias y acciones específicas, con lo que se dan las bases para establecer planes y programas de gestión costera, lo que daría las herramientas para un balance entre el desarrollo costero y la preservación del sistema.

El trabajo para la construcción del caso de estudio en la zona costera de Banco Chinchorro, fue recopilar, organizar y acoplar información documental y geográfica para el conocimiento de la zona de estudio con el fin de tener una caracterización del lugar, aplicando la metodología propuesta, para facilitar la toma de decisiones para establecer planes y programas que permitan un manejo sustentable e integral.

La información cartográfica incluyó la digitalización de las líneas de costa en 5 diferentes años, lo cual permitió realizar una comparación de la evolución que ha tenido la zona; debido a los cambios de escala y a las imprecisiones que se tienen por el tipo de fuente de donde se





FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

obtuvieron, fue necesario realizar algunas correcciones para acoplar los datos digitales en un solo mapa lo que permitió hacer dicha comparación.

Se observó que en cuanto a la morfología costera la línea de playa en Mahahual, costa que se localiza a 30 Km. frente a Banco Chinchorro, mantiene hasta ahora un balance, la razón se presume es que el arrecife de Banco Chinchorro tiene una gran extensión lo que da una protección amplia a la zona costera que abriga, lo cual es uno de los principales servicios ambientales y de mayor valor que ésta zona costera proporciona.

Definitivamente la información en este aspecto es escasa ya que no existe un programa de monitoreo en la línea de playa de Mahahual y durante la realización de este trabajo se observó la necesidad de realizar monitoreos de la línea de costa, de la granulometría en la zona costera así como en Banco Chinchorro para poder establecer una relación, así mismo de realizar campañas para la obtención de perfiles playeros estacionales y vincularlos con la información meteorológica e hidrológica, y al mismo tiempo estudiar la hidrodinámica del lugar en los mismos tiempos para poder establecer un análisis más preciso del comportamiento de la zona.

La información documental para la caracterización de la zona costera de Banco Chinchorro abarcó los aspectos físico, ambiental, biológico, socioeconómico, entre otros. Se obtuvo del análisis de información de 7 años los datos promedios, máximos y mínimos de la precipitación, temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, dirección y magnitud del viento, los datos permitieron caracterizar el sitio desde el punto de vista físico. Las encuestas de campo que se incluyeron en la metodología tienen la gran ventaja de ser el enlace de la visión de los diferentes actores con la información histórica y documental, dando un sentido integrador.

La metodología para la caracterización de zonas costeras, basada en un modelo sistémico, es una herramienta que dimensiona el sistema de forma multidimensional y multidisciplinaria, la cual no se enfoca en solucionar un problema, y sólo estudiar la zona desde el punto de vista físico, sino que permite determinar los componentes con sus interrelaciones e interconexiones, las presiones y sus impactos así como la capacidad de recuperación del sistema; puede utilizarse como un instrumento de gestión y planificación para proyectos ambientalmente sustentables en zonas costeras y busca implementar estrategias dinámicas para el diagnóstico del sistema de forma integral.

Debido a la revisión realizada en el estado del arte, se detectó que las problemáticas en zonas costeras se abordan en su gran mayoría de forma analítica, por tal motivo se propuso realizar el análisis desde el enfoque sistémico, obteniendo como resultado de la metodología, el desarrollo de la *FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA COSTERA*, donde se concentraron los aspectos físicos, ambientales, sociales, económicos y políticos. Las zonas costeras combinan un potencial turístico y de desarrollo en general, en un ecosistema extremadamente frágil, por lo que cualquier programa o plan para su protección debe de subsistir en el tiempo a pesar de los cambios de gobiernos y autoridades.

El modelo sistémico es la base de ésta metodología, como elemento integrador con la matriz de trabajo propuesta, sin duda es una aportación que permite conjuntar los componentes, las relaciones e interconexiones que existen en el sistema costero. La metodología tiene la ventaja de ser flexible y se pueden agregar o desechar componentes de acuerdo a las particularidades de cada caso de estudio; adicionalmente ésta herramienta no es sólo de diagnóstico, se propone utilizarla como ayuda en el monitoreo ya sea semestral, anual o cada que exista un cambio en el sistema, lo anterior como parte de un observatorio integrado a un Sistema Nacional de Gestión Costera en México que se propone como parte de futuras líneas de investigación, como apoyo en la toma de decisiones estratégicas.



FUNDADA EN 1966  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE INFRAESTRUCTURA  
PORTUARIA, MARÍTIMA Y COSTERA, A.C.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hay, David C., *A Different Kind of Life Cycle: The Zachman Framework*, Essential Strategies, Inc., Estados Unidos, 2000.
- [2] IPCC, *Reporte, Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*, Por autores del Grupo de Trabajo II del IPCC de México, Costa Rica y Venezuela. IPCC. 2007.
- [3] Burke, Lauretta; Maidens, Jonathan; , *Análisis de Cuencas Hidrológicas en el Arrecife Mesoamericano*. Descripción del Proyecto., World Resources Institute (WRI). USA, 2005.
- [4] Rosney, J. de (1977) *El Macroscopio*, Editorial AC, Madrid (Traducción de F. Sáez Vacas).
- [5] Sáez Vacas, Fernando, *Complejidad y Tecnologías de la Información (Generalidades)*, Historia del Enfoque sistémico. España. 2009.
- [6] García Gastelum, Alejandro; Ferman Alamada, José Luis; Arredondo García, María Concepción et al. "Modelo de planeación ambiental de la zona costera a partir de indicadores ambientales". *SAPIENS*, dic. 2005, vol.6, no.2, p.9-24. ISSN 1317-5815., no.2.
- [7] De Jesús-Navarrete, Alberto. *Revista de biología marina y oceanografía*, ISSN 0718-1957 versión on-line, *Rev. Biol. Marina y Oceanografía*. V.42 No.2 Valparaíso Ago. 2007, Nematodos de los arrecifes de Isla Mujeres y Banco Chinchorro, Quintana Roo, México.
- [8] Lizárraga Arciniega, Román; Appendini Albrechtsen, Christian; Fischer, David. "Planificación para el manejo de la erosión de playa en playas de Rosarito, B.C., un prototipo para México. Parte I: Vulnerabilidad a la erosión", México.
- [9] Horikawa, K., *Coastan Engineering*, University of Tokyo, Press, Tokyo, 1978.
- [10] Berger, DeW. M, Azurdia, B.I., *Resiliencia adaptativa y sincretismo tecnológico, adaptación al cambio climático*, Observatorio de la sostenibilidad, Red Latinoamericana, San José de Costa Rica, 2008.
- [11] Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra. 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. 1998.
- [12] Aguilar-Perera, A. & Aguilar-Dávila, W.. 1993. Banco Chinchorro: arrecife coralino en el Caribe. Pp. 807-816 in S.I. Salazar-Vallejo & N.E. González (eds.), *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, México. 1993.
- [13] Loreto, R.M., Lara, M. & Schmitter-Soto, J.J., *Coral reef fish assemblages at Banco Chinchorro, Mexican Caribbean*. *Bulletin of Marine Science* 73(1): 153-170. 2003.
- [14] García Gastelum, et al. "Modelo de planeación ambiental de la zona costera a partir de indicadores ambientales". *SAPIENS*, dic. 2005, vol.6, no.2, p.9-24. ISSN 1317-5815., No.2.
- [15] CONANP, *The Ramsar Convention on Wetlands*, 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar.
- [16] Garduño López, René, Sánchez-Santillán, Norma y Sánchez-Trejo, Rubén, "Los arrecifes de coral: especies indicadoras de los cambios climáticos", Departamento de Climatología. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. Departamento El Hombre y su Ambiente. UAM-Xochimilco. México, 2005.
- [17] Silva Casarín, R., et al. "Caracterización de la zona costera y planteamiento de elementos técnicos para la elaboración de criterios de regulación y manejo sustentable", Universidad Autónoma de México, Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales ISBN: 978-607-02-6287-6. México, 2014.
- [18] Ocaña Espinosa de los M., Karina G., "Metodología para la caracterización de zonas costeras basada en un modelo sistémico", Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, 2016.