

Review

El ordenamiento ecológico marino en México: un reto y una invitación al quehacer científico

**Alejandro Espinoza-Tenorio^{1,2}, Marcia Moreno-Báez³, Daniel Pech⁴
Guillermo Jorge Villalobos-Zapata¹, Laura Vidal-Hernández¹, Julia Ramos-Miranda¹
Manuel Mendoza-Carranza², José Alberto Zepeda-Domínguez⁵, Graciela Alcalá-Moya⁶
Juan Carlos Pérez-Jiménez⁴, Fernando Rosete⁷, Cuauhtémoc León⁸ & Ileana Espejel⁹**

¹Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)
Universidad Autónoma de Campeche, Av. Agustín Melgar s/n, 24039, Campeche, México

²El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Villahermosa
Carr. Reforma 15.5 km, 86280, Villahermosa, México

³Marine Biology Research Division, Scripps Institution of Oceanography
University of California San Diego, La Jolla, CA 92093-0202, USA

⁴El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Campeche
Av. Rancho Polígono 2A, 24500, Campeche, México

⁵Instituto Politécnico Nacional – CICIMAR, Miguel Othon de Mendizabal S/N Col.
La Escalera. D.F., 07320

⁶Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD)
Instituto Politécnico Nacional, Calle 30 de Junio de 1520 s/n, 07340, DF, México

⁷Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y El Caribe (CREFAL)
Av. Lázaro Cárdenas 525, Col. Revolución, 61609, Pátzcuaro, Michoacán, México

⁸Centro de Especialistas en Gestión Ambiental (CEGAM), Andador Luis Martínez 18
Col. Romero de Terreros, 04310, DF, México

⁹Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada
km 103, 22800, Ensenada, México

RESUMEN. El Ordenamiento Ecológico Marino (OEM) ha sido adoptado en México como el instrumento de política ambiental que atiende las problemáticas marinas y da certidumbre a las actividades inherentes que ahí se desarrollan. Sin embargo, su ejecución aún representa un desafío para el gobierno, quién ha solicitado la participación activa del gremio científico en la elaboración de propuestas para mejorar los planes operativos de los OEM: los Programas de Ordenamiento Ecológico Marino (POEM). En el presente artículo se revisa el aporte de la academia, la construcción de los POEM y los retos que prevalecen para lograr una implementación efectiva de los OEM. México es un país con tantas lecciones aprendidas como por aprender. Futuras agendas de investigación debieran trascender a un siguiente nivel de discusión, donde se priorice articular acciones que busquen: 1) armonizar los OEM con otros instrumentos de manejo costero y marino, 2) promover y desarrollar un manejo adaptativo a través de indicadores de monitoreo y evaluación, 3) hacer más eficiente la planeación socialmente inclusiva, y 4) favorecer el desarrollo de capacidades a todos los niveles de decisión sobre el manejo integral de la zona costera y marina.

Palabras clave: ordenamiento ecológico marino, planeación espacial, manejo integral de zona costera, paisaje marino, indicador ambiental, México.

The marine spatial planning in Mexico: challenge and invitation to the scientific work

ABSTRACT. The Marine Spatial Planning (MSP) has been adopted in Mexico as an environmental planning instrument attending coastal-sea issues and guiding the activities carried out on those realms. However, its application is still a challenge for the government, who has requested scientists to actively participate in developing proposals in order to promote effective implementation of the MSP through operative plans: the Marine Spatial Planning Programs (MSPP). In this article we reviewed the academic inputs to the MSPP construction and the prevailed challenges to achieve an effective MSP implementation. We pointed out that Mexico is a country with many lessons learned but more to learn. Future research agendas should transcend

to the next level of discussion, where the articulation of actions will be prioritized looking to: 1) harmonize the MSP with other coastal-sea management instruments, 2) promote and develop an adaptive management agenda through monitoring and evaluation indicators, 3) improve and develop socially inclusive planning tools, and 4) to encourage the development of skills at all levels of decisions on the integrated management of coastland marine areas.

Keywords: marine spatial planning, public policies; integrated coastal zone management, marine seascape, environmental indicator, Mexico.

Corresponding author: Alejandro Espinoza-Tenorio (aespinoza@ecosur.mx)

INTRODUCCIÓN

La explotación intensiva de los recursos marinos y su consecuente deterioro ha evidenciado la necesidad de explorar nuevos modelos de aprovechamiento (Pauly *et al.*, 2002). A partir de la Cumbre de Río, en 1992, se impulsaron nuevos instrumentos de política ambiental para la planeación territorial, el control de los impactos ambientales y la conservación de la biodiversidad, tal es el caso del Ordenamiento Ecológico Marino (OEM). El OEM considera los atributos ecológicos y sociales para promover la coexistencia de las distintas actividades productivas, dar certidumbre a la protección ambiental (Bruce & Eliot, 2006), y facilitar el arbitraje de conflictos entre los diferentes usuarios a través de entablar un diálogo continuo (Douvere, 2008). El OEM propicia la coordinación con otros instrumentos de política sectorial, como las regulaciones pesqueras (*i.e.*, vedas, cuotas de extracción y permisos de pesca; Trouillet *et al.*, 2011). Aunque con una diversidad metodológica y un grado de éxito muy variado, existen ya ejercicios de este instrumento de planeación espacial operando a escalas regionales y nacionales (*e.g.*, DEFRA, 2007; Agardy, 2010).

En México, el OEM fue oficialmente incorporado a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, para regular las actividades humanas y revertir el rápido deterioro de los recursos y ecosistemas marinos (DOF, 1998). Con este instrumento se ha buscado propiciar, dentro de un esquema de Manejo Integral de la Zona Costera, la conservación de la biodiversidad sin frenar el crecimiento de la industria petrolera, el turismo, la pesca y la acuicultura (SEMARNAT, 2006b). La ejecución de un OEM depende de la representación de intereses dentro de su plan operativo, que se denomina Programa de Ordenamiento Ecológico Marino (POEM). Actualmente, la construcción de un POEM consensuado socialmente, representa el principal desafío para todos los sectores que utilizan del espacio marino y costero (Rosete *et al.*, 2005), donde el gobierno mexicano ha buscado una participación más activa del gremio científico (Córdova *et al.*, 2006,

2009). Sin embargo, con la experiencia obtenida hasta ahora, se puede señalar que para lograr la plena aplicabilidad de un OEM se requiere de una colaboración más amplia de la academia.

El objetivo de este artículo es examinar el quehacer académico en dos puntos claves del OEM: la construcción del POEM y la implementación del OEM. De acuerdo con la experiencia, ambos momentos son coyunturales porque en el primero el desafío radica en buscar la representatividad y funcionalidad del plan operativo, mientras que en el segundo proceso el reto es superar la compleja aplicabilidad del OEM. Los resultados pretenden ser puntos de referencia en la búsqueda de la armonización entre el trabajo académico, las metas del OEM y la gobernanza de los espacios marinos mexicanos, mismos que pueden ser útiles para otros países con esquemas de políticas costeras y marinas similares.

El ordenamiento marino en México

México es un país con experiencia en el desarrollo metodológico y aplicación de instrumentos de planeación espacial en ámbitos terrestres, pero en el espacio costero y marino la experiencia es incipiente (León *et al.*, 2004). La institución encargada de elaborar los OEM es la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), organismo federal que coordina a los diferentes niveles de gobierno que participan en asuntos relacionados con la conservación y uso de los recursos naturales (Fig. 1).

No obstante, la implementación de un OEM es un proceso complejo y esencialmente político, que implica organizar y conciliar intereses de los tres órdenes de gobierno y los múltiples usuarios del espacio costero y marino. Por el enorme tamaño y diversidad de condiciones biofísicas, climáticas y culturales de los mares mexicanos, la estrategia que busca el ordenamiento de los mares (SEMARNAT, 2006a) solo se ha concretado parcialmente. Hasta fines de 2013 solo se han decretado formalmente dos OEM: Golfo de California, y Golfo de México y Mar Caribe. Mientras que el del Pacífico Norte está en consenso para posterior-

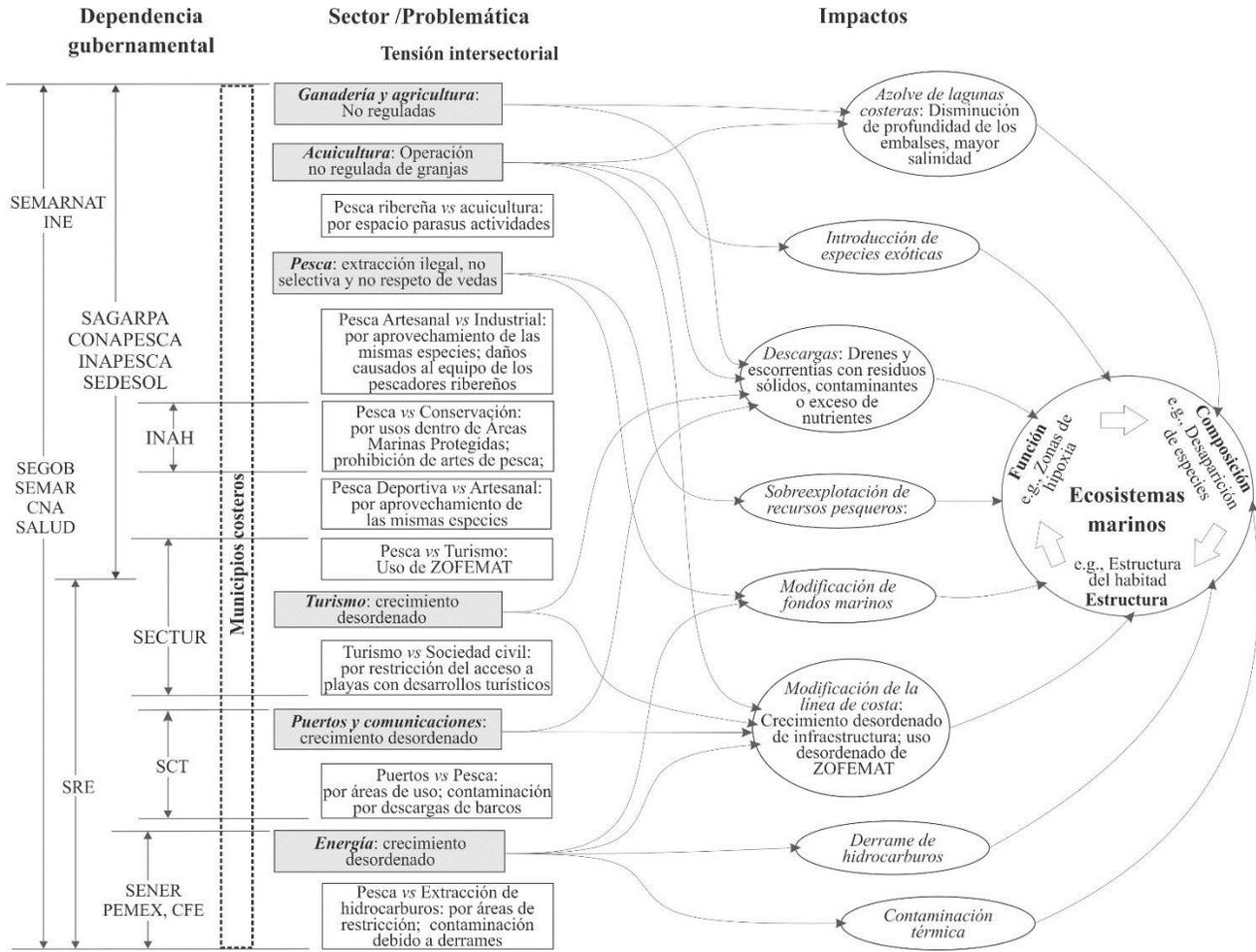


Figura 1. Mapa conceptual de la problemática que enfrenta el Ordenamiento Ecológico Marino en México y las instancias gubernamentales involucradas. Comisión Nacional del Agua (CNA), Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (antes INE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría de Salud (SALUD), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Secretaría de Turismo (SECTUR), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (ahora SEDATU), Secretaría de Gobernación (SEGOB), Secretaría de Marina (SEMAR), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Relaciones Exteriores (SER), Petróleos Mexicanos (PEMEX) y Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).

mente ser decretado y el del Pacífico Sur está en proceso de elaboración.

La investigación en el programa de ordenamiento

En la elaboración del OEM existen cinco fases: formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación (DOF, 2003). La primera ha sido especialmente difícil porque la construcción de POEM se ha basado en métodos propuestos para los ambientes terrestres. En el decreto del POEM del Golfo de California (2006) no se había aplicado una metodología específica para ambientes marinos (Rosete *et al.*, 2005),

mientras que en ejercicios posteriores se han seguido lineamientos teóricos que difieren en las metodologías y criterios técnicos. Esto ha ocasionado que las estructuras de los POEM decretados sean distintas. Por ejemplo, debido a los diferentes criterios para construir los POEM del Golfo de California y el del Golfo de México y el Mar Caribe, el segundo tiene un mayor número de Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) (203) que el primero (22) (Fig. 2).

Para solventar la falta de una metodología enfocada al ambiente marino y costero, se ha involucrado al sector académico en el diseño, selección de herramientas

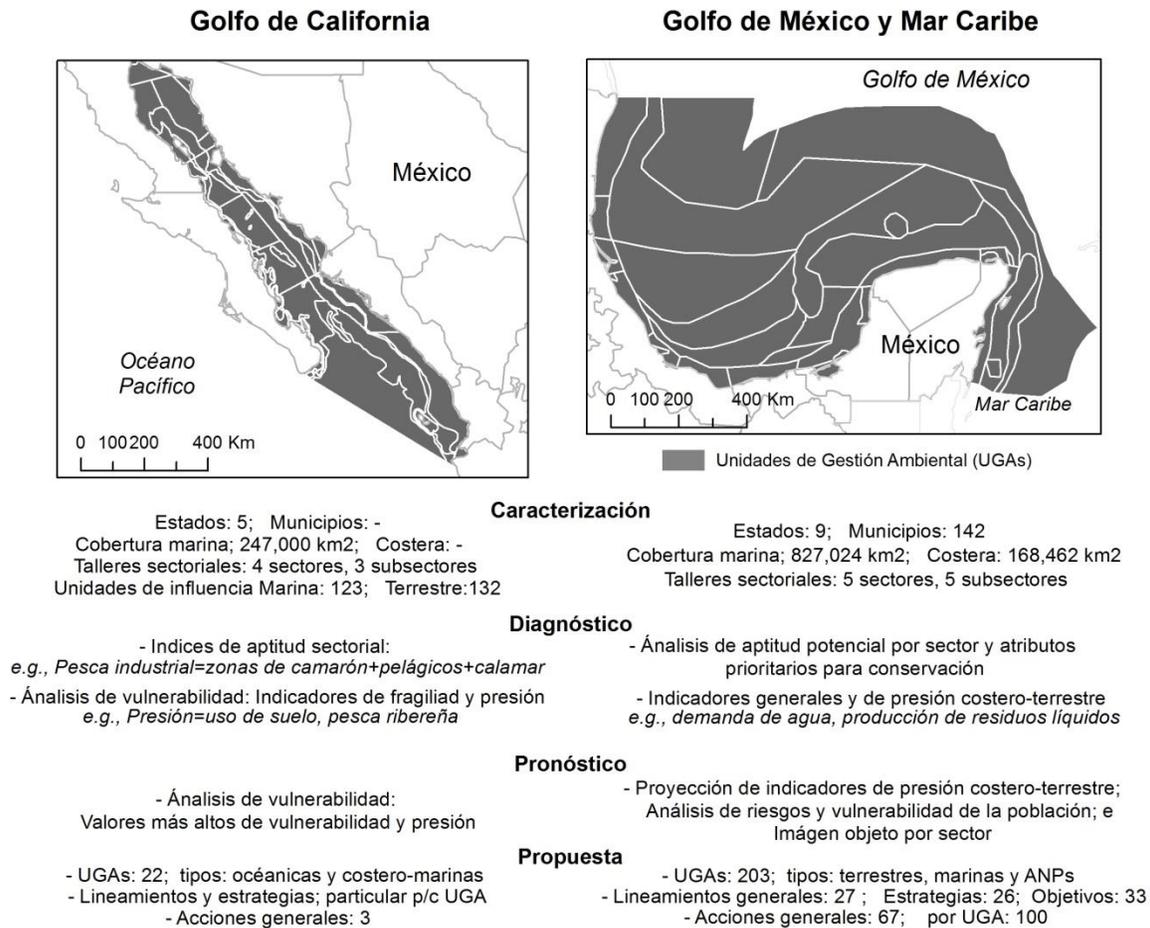


Figura 2. Comparativo metodológico de los dos Programas de Ordenamiento Ecológico Marino decretados en México: a) Golfo de California, b) Golfo de México y Mar Caribe (SEMARNAT, 2006c, 2011).

tecnológicas y desarrollo de metodologías. El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, antes INE), en coordinación con la SEMARNAT, organizó talleres de expertos (Córdova *et al.*, 2006, 2009), en los cuales se identificaron 25 líneas de investigación (Tabla 1), que enfatizaron la necesidad de contar con una línea base de información y el diseño de metodologías para regionalizar el espacio costero y marino mediante consensos (Espejel & Bermúdez, 2009). Algunas de estas propuestas ya se están considerando en la construcción de los POEM (DOF, 2003).

Una contribución académica tangible es la jerarquización de los productos espaciales durante las cuatro etapas que constituyen un POEM. Durante la fase de caracterización (1) se delimita el área de estudio y el resultado son mapas de distribución de atributos ambientales y socio-económicos que se describen en fichas descriptivas. Con ello, durante la fase de diag-

nóstico (2), se regionaliza de acuerdo a unidades ambientales y, a través de un análisis interdisciplinario, se definen las aptitudes y problemáticas sectoriales y territoriales del área a ordenar. En la fase de pronóstico (3) se hacen escenarios tendenciales, contextuales y estratégicos, mientras que los mapas de zonificación final se diseñan durante la fase de propuesta (4), cuando se asignan UGAs con una política definida (aprovechamiento, conservación, protección, restauración).

Caracterización: el reto de crear y organizar información

La delimitación y descripción del área a ordenar es la más demandante de información, ya que para referir los atributos de los ecosistemas se necesita una caracterización estructural y funcional de la biodiversidad y los hábitats, incluyendo sistemas sociales y ecológicos asociados, como los costeros. Esto representa un gran reto, no sólo por la escasez de información, sino también

Tabla 1. Descripción de las etapas de elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y sus líneas gubernamentales de investigación. (Fuentes: SEMARNAT, 2006a; Rosete & Enríquez, 2009)

Objetivo /Metas	Retos	Líneas de investigación gubernamental
<p>Caracterización</p> <p>Describir el estado de los componentes natural, social y económico /Área a ordenar, sectores involucrados y talleres sectoriales</p>	<p>- Construir, recopilar, priorizar e integrar información a escalas temporales y espaciales diversas</p>	<p>Océánicas: 1.1 Realizar estudios hidrodinámicos a mesoescala en las Aguas Marinas Interiores; 1.2 Elaborar inventarios de recursos de profundidad; 1.3 Generar series de datos sobre el estado de salud de los ecosistemas costeros (monitoreo y evaluación); 1.4 Crear más información sobre patrones de distribución de especies; 1.5 Priorizar las variables según la cantidad de información que proporcionen.</p> <p>Costeras: 1.6 Integrar la información de las bitácoras de pesca y generar bases de datos; 1.7 Conjuntar y sistematizar la información no digitalizada existente sobre la distribución de especies; 1.8 Generar atlas de distribución de especies a partir de la información con la que ya se cuenta (e.g., FAO); 1.9 Actualizar sistemáticamente la Carta Nacional Pesquera; 1.10 Completar la carpeta de normas oficiales mexicanas por recursos.</p> <p>Socio-económicas: 1.11 Incluir temas de investigación poco desarrollados, como la etnología.</p>
<p>Diagnóstico</p> <p>Identificar y analizar los conflictos ambientales entre los sectores/Análisis de aptitud y conflictos ambientales; taller de validación de los mapas de aptitud y zonificación</p>	<p>- Priorizar conflictos ambientales; incluidos los provenientes de la zona costero-terrestre</p> <p>- Realizar mapas de aptitud a grandes escalas con información de menor escala</p>	<p>Océánicas: 2.1 Determinar ecotonos de los Grandes Ecosistemas Marinos; 2.2 Definir provincias biogeográficas.</p> <p>Costeras: 2.3 Identificar áreas de injerencia socioeconómica sobre otras temáticas.</p> <p>Socio-económicas: 2.4 Cruzar datos de imágenes dinámicas con datos sectoriales con un Sistema de Información Geográfica (SIG) dinámico.</p>
<p>Pronóstico</p> <p>Predecir el comportamiento futuro de una situación, con base en el análisis del pasado /Análisis de procesos de deterioro ambiental por sector y escenarios de tendencia, contexto y estrategia</p>	<p>- Diseño de mapas de tendencias de degradación en ausencia de series de tiempo apropiadas</p>	<p>Océánicas: 3.1 Vulnerabilidad antropogénica hacia la dinámica del océano; 3.2 Entender cómo un ecosistema marino perturbado regresa a su estado original; 3.3 Estudiar la resiliencia de los ecosistemas oceánicos.</p> <p>Costeras: 3.4 Desarrollar estudios de vulnerabilidad, considerando el cambio climático, y proponer escenarios a futuro; 3.5 Crear un catálogo de capacidad de carga, limpieza y tiempo de residencia de la franja de Aguas Marinas Interiores.</p>
<p>Propuesta</p> <p>Obtener un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso entre los sectores y minimice los conflictos ambientales /Unidades de Gestión Ambiental y sus lineamientos ecológicos</p>	<p>- Diseño de Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) en tres dimensiones</p> <p>- Estrategias que consideren usos poco compatibles</p>	<p>Costeras: 4.1 Revisar cómo incorporar al proceso de regionalización las llanuras de inundación, ya que la Zona Federal Marítima Terrestre no las refleja; 4.2 Definir qué elementos deben considerarse para regionalizar a lo largo de la costa; 4.3 Crear un eje interdisciplinario, que abarque tanto ciencias duras como humanísticas, para trabajar la parte de regionalización socioeconómica, incorporando conceptos como el desarrollo regional.</p> <p>Socio-económicas: 4.4 Proponer mecanismos de vinculación del ordenamiento ecológico terrestre con el ordenamiento marino a través de cuencas y 4.5 Explorar la posibilidad de que el ordenamiento costero sea un instrumento de planeación territorial de competencia federal.</p>

por su dispersión, desactualización o difícil acceso. Como las bases de datos suelen ser hetero-géneas en precisión, exactitud y consistencia, se suele utilizar información oficial, que tiene un formato y temporalidad homogéneo (repetidas cada década o quinquenio; Seingier *et al.*, 2011a) y son las únicas que se consideran legalmente válidas (M.C. Carmona-Lara; *com. pers.*). La obtención de datos a partir de técnicas de percepción remota y simulación numérica es fundamental para describir aspectos como la productividad primaria y la distribución y patrones de transporte de sedimento (Aguirre-Gómez & Morales-Manilla, 2005).

Una forma de compensar la ausencia de datos socio-económicos (*e.g.*, actores y sectores involucrados, bienes y servicios ecosistémicos, intereses económicos) ha sido mediante la incorporación de metodologías participativas (ver Tabla 1) como el Análisis de Opinión, que además brindan certeza técnica y restan discrecionalidad al proceso de ordenamiento (SEMARNAT, 2006c; Espejel *et al.*, 2009). Asimismo, estos procesos participativos pueden incorporar el conocimiento ecológico local y tradicional como fuentes de información complementarias (Espinoza-Tenorio *et al.*, 2010; Moreno-Báez *et al.*, 2010).

Para que la información no se presente como variables o parámetros independientes, es necesario usar un sistema de indicadores para describir el espacio y los problemas del territorio. Como estos análisis integrales para la zona costera y marina aún son escasos (Seingier *et al.*, 2009, 2011a, 2011b), se requiere usar eficientemente la información con su sistematización y organización. Esos arreglos de información se pueden construir priorizando la información según su valía para la toma de decisiones y apoyarse en información bibliográfica e inventarios históricos derivados de esfuerzos individuales o colectivos, como en el caso de las redes temáticas de investigación (*e.g.*, red de estudios de largo plazo, red de desastres hidrometeorológicos y climáticos).

Diagnóstico: procesos de integración y priorización

Dos partes claves durante el proceso de diagnóstico son la regionalización y el análisis de aptitud. El desarrollo de una propuesta de regionalización debe incluir métodos y herramientas que faciliten la identificación de unidades espaciales marinas. Como el proceso de diseño de estas unidades depende de condiciones espacio-temporales y de los sistemas de gobernabilidad de los recursos (Díaz de León *et al.*, 2009), actualmente se recomienda incorporar metodologías como el Análisis de Discrepancias (GAP, por sus siglas en inglés), Sistemas de Inteligencia Artificial (*e.g.*, ARIES) y modelos de optimización (*e.g.*, MARXAN;

Makino *et al.*, 2013), que permiten identificar sitios prioritarios para una regionalización marina integrada.

Para lograr una delimitación espacial consensuada, es importante diseñar esquemas de regionalización que involucren el concepto de paisaje marino como unidad ambiental, porque implica homogeneidad territorial marina que es una cuestión básica en este tipo de análisis (Fig. 3). Esto requiere estudiar los ambientes marinos como paisajes tridimensionales, poblados y con fronteras abiertas (Carr *et al.*, 2003), de manera que, al generar los mapas de regionalización, se integren los procesos que ocurren en el ecosistema (*i.e.*, la variable conectividad entre comunidades bénticas y pelágicas por procesos en la columna de agua; Agardy, 2010). Eso facilita la delimitación de las unidades ambientales homogéneas que incluyan la porción terrestre de la zona costera (*i.e.*, regiones hipsográficas; Escofet, 2006; Alvarez-Romero *et al.*, 2011), proporción de costa con respecto al mar (Escofet & Espejel, 2004), las cuencas hidrológicas costeras (Espejel & Bermúdez, 2009), así como las aguas oceánicas como Grandes Ecosistemas Marinos (Escofet, 2006).

Cada unidad ambiental resultante es descrita con la integración de datos cuantitativos y cualitativos de los distintos subsistemas que conforman un ecosistema marino; involucra el análisis de datos de diferente naturaleza (línea de investigación gubernamental 2.4; Tabla 1) para determinar conflictos potenciales entre sectores o actividades incompatibles y toma en cuenta las condiciones de los atributos naturales en los ambientes marinos, considerando las actividades que ejercen presión sobre los mismos (SEMARNAT, 2006c).

Los indicadores ambientales con enfoque sistémico dan soporte al análisis de aptitud al proveer una visión completa del panorama y reflejar el grado de vulnerabilidad ambiental de la unidad. Aunque los índices de aptitud sectorial se han enfocado principalmente en indicadores biofísicos (*e.g.*, distribución de especies, inventarios de recursos de profundidad, comunidades bentónicas), el desarrollo de indicadores sociales (*e.g.*, índices de desarrollo humano distribución del ingreso, expulsión y atracción de población) ha fortalecido el diagnóstico de las actividades productivas (Azuz-Adeath *et al.*, 2010a, 2010b, 2010c). Con respecto a los indicadores de vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos, recientemente el gobierno mexicano ha reconocido e implementado, principalmente a través de políticas de mitigación ante el cambio climático, la necesidad de desarrollar estrategias de monitoreo adaptativo por medio de indicadores ambientales (DOF, 2009, 2012; CONANP, 2010). Con la caracterización de las unidades ambientales y la agrupación de las mismas según

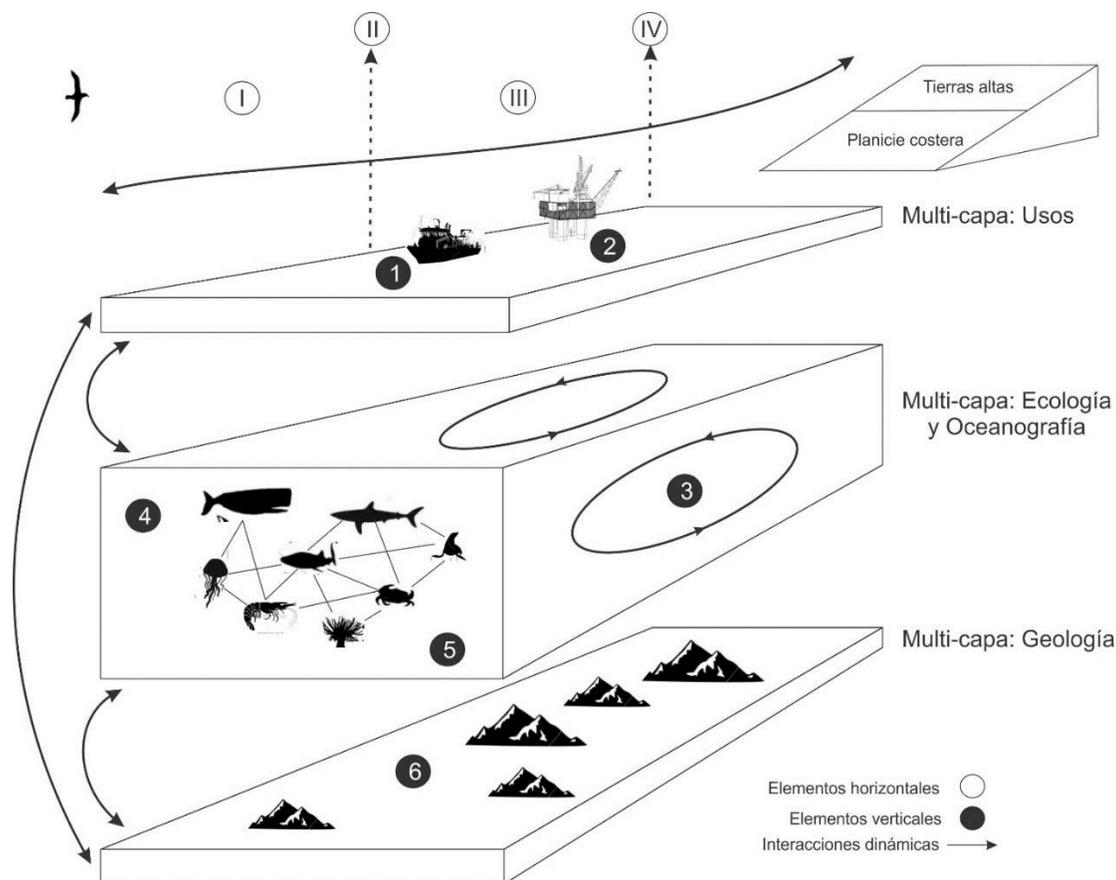


Figura 3. Esquema tridimensional de un paisaje marino poblado, entendido como la unidad ambiental homogénea dentro de un proceso de ordenamiento. En la dimensión vertical, el paisaje marino se puede establecer con un sistema multi-capas de usos (1: actividades móviles y 2: fijas), oceanografía (3: corrientes), ecología (4: ambiente pelágico y 5: bentónico) y geología (6: fondo marino). En la dimensión horizontal, como elementos comunes de regionalización, se establecen I: provincias oceánicas abiertas, II: el ecotono entre el borde de la plataforma (200 m) y el talud (2000 m), III: la plataforma continental o nerítica (10-200 m), así como, influenciadas por el subir y bajar de la marea, están IV: la zona litoral (intermareal o intercotidal) y supralitoral (playa) (Escofet & Espejel, 2004; Escofet, 2006; Espejel & Bermúdez, 2009).

los conflictos sectoriales, se construyen los mapas de aptitud sectorial de cada unidad ambiental.

Pronóstico: escenarios para toma de decisiones

La etapa de pronóstico permite la construcción de escenarios (tendencial-sin proyecto, contextual-con proyecto y estratégico-consensuado) que reflejan el impacto potencial de procesos naturales y actividades humanas en los ecosistemas costeros-marinos. Los escenarios se basan en los contextos tendenciales creados con los indicadores de aptitud (etapa de diagnóstico) y empleando modelos predictivos de riesgo ante, por ejemplo, eventos meteorológicos extremos (Espejel *et al.*, 2010). Sin embargo, la definición de tendencias en los ecosistemas marinos puede presentar retos en cuanto a su resolución espacio-temporal, sobretodo si la escala de los POEM no es

adecuada (escalas muy gruesas en el caso de México). Por ejemplo, la información oficial sobre la abundancia y disponibilidad de especies comerciales, que generalmente es imprecisa (Cisneros-Montemayor *et al.*, 2013), es creada a través de modelos predictivos con un nivel alto de incertidumbre que no permite percibir el estado real del recurso. Esto propicia una falsa ilusión de abundancia (León *et al.*, 2004; Erisman *et al.*, 2011) que afecta directamente la determinación de medidas de manejo adecuadas para conciliar objetivos sectoriales desiguales (*e.g.*, uso extractivo de hidrocarburos *vs* cuotas de pesca).

El contexto social en una comunidad pesquera es otro ejemplo donde es difícil crear escenarios potenciales. El dinamismo y constante incremento de pescadores en la zona costera (Berkes *et al.*, 2006), así como los conflictos sociales y económicos tanto locales

como regionales derivados de las relaciones entre un sector informal de extracción (pescadores) y un sector formal muy capitalizado (comerciantes) de productos de los recursos pesqueros (Quezada, 1995), dificultan los pronósticos.

Propuesta: maximizar consensos, minimizar conflictos

En la etapa de propuesta se requiere formular e integrar consensos entre sectores para reducir conflictos, conciliar intereses y generar acuerdos para la utilización del territorio. El mapa resultado es de zonificación con UGAs. El sistema multicriterio (Malczewski, 1999), estrategias como *focus group* (Morgan, 1997) y programas como el Super Decisions® y opciones de los propios Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituyen ejemplos de herramientas que facilitan este tipo de procesos. Sin embargo, uno de los problemas dentro de la etapa de propuesta es la pérdida de detalle en el diseño de UGAs ya que se unen por políticas y se pierden las particularidades del sector, quedando varias unidades ambientales unidas en una sola UGA de aprovechamiento que incluye, por ejemplo, al sector turístico y pesquero juntos. Esto se hace porque la política de aprovechamiento comparte lineamientos y estrategias ambientales. El agrupamiento de varias unidades ambientales que comparten conflictos sectoriales en grandes UGAs, no siempre refleja que compartan los mismos lineamientos de una política.

El desarrollo de lineamientos donde se contemplan estrategias dirigidas a mejorar, mantener o restaurar los ecosistemas, incluyen propuestas como: a) desarrollo de nuevos controles de calidad en la pesquería que incluyan una regulación de la oferta y demanda, el establecimiento de niveles sustentables de esfuerzo de pesca y la zonificación; b) mejoramiento de instrumentos económicos para que las capturas por pesca sean óptimas y redituables, apoyando a su vez instrumentos y acciones de conservación; y c) determinación del volumen mínimo y condiciones de calidad del agua en las cuencas y costas necesarias para asegurar la conservación y restauración de los ecosistemas marinos costeros.

Ciencia para ejecutar y evaluar el ordenamiento

El quehacer del gremio científico va más allá de la construcción del POEM durante la etapa de formulación, pues puede ayudar a hacer más efectivas las fases de ejecutar y evaluar, que tienen que ver con la implementación de un OEM. Para hacer la aplicación de este instrumento lo más integral y articulado, la academia tiene la capacidad de asesorar y fortalecer el proceso a través de cuatro acciones fundamentales (Fig. 4): a) conciliación institucional, b) manejo adaptativo, c) planeación socialmente inclusiva y d) capacitación para el manejo integral de la zona costera y marina.

Conciliación institucional: armonización con otros instrumentos de planeación espacial

Los OEM en México están recibiendo un creciente apoyo gubernamental, pero dentro de un contexto de gran complejidad institucional que dificulta la planeación integral en las zonas marinas (Rosete *et al.*, 2005). Como consecuencia, actualmente hay una excesiva regulación costera porque también hay ordenamientos sectoriales pesqueros y acuícolas, ordenamientos turísticos y territoriales de estados y municipios costeros.

Estas condiciones sectoriales inhiben la articulación y coordinación que debe existir entre las instituciones encargadas de la administración de los recursos naturales (Zárate-Lomelí, 2004); igualmente, limita el financiamiento para aplicar las políticas impuestas en los OEM (Azuela, 2006). Para que las estrategias de manejo propuestas en el OEM se complementen e integren con las medidas de manejo ya existentes en el área a ordenar, es importante tanto identificar a las instituciones presentes (fase de caracterización), como considerar los intereses coincidentes entre ellas y los diferentes órdenes de gobierno (fase de diagnóstico). Debido a la reconocida vulnerabilidad del ambiente marino ante impactos en la zona costera-terrestre (Alvarez-Romero *et al.*, 2011), se reconoce la necesidad de una imperiosa coordinación de instrumentos de planeación terrestre (*e.g.*, ordenamientos ecológicos regionales y locales), así como consideraciones a nivel institucional para hacer más efectiva la implementación de los OEM (Carmona-Lara, 2012).

Para conservar las conexiones ecológicas a diferentes escalas es prioritario que durante la etapa de propuesta se busque coordinar las estrategias de los OEM con las de los instrumentos de planeación sectorial. Por ejemplo, los Programas de Ordenamiento Pesquero y los de acuicultura, recientemente promovidos por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), cuyo propósito es regular y administrar geográficamente el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros (Botello *et al.*, 2010). La congruencia entre estos ordenamientos debe reflejarse en la definición de un conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de las actividades humanas de forma sustentable, considerando la disponibilidad de los recursos marinos y costeros, y el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, económicos, culturales y sociales dentro de las zonas ordenadas. Sin embargo, los ordenamientos y planes pesqueros y acuícolas aún requieren evolucionar en su diseño para pasar de instrumentos de un solo recurso, a instrumentos que ordenen unidades de múltiples recursos vinculados por interrelaciones ecológicas (*e.g.*, camarón y especies asociadas a su hábitat o captu-

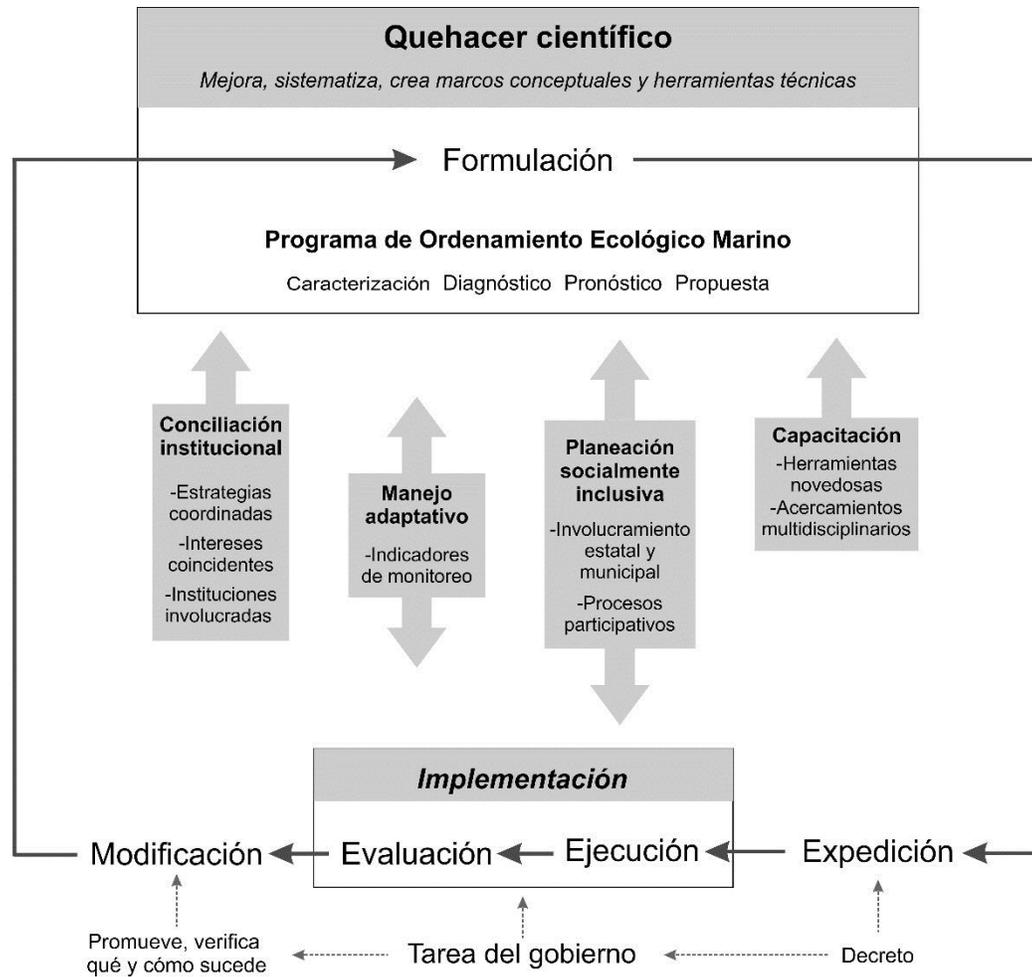


Figura 4. Diagrama de la intervención académica para fortalecer un proceso integral y articulado de aplicación del Ordenamiento Ecológico Marino.

ra). Esta nueva visión requerirá también integrar eficientemente información sobre los procesos sociales y económicos de las pesquerías (*e.g.*, temporada de pesca para una o dos comunidades y demandas de mercado).

Cuando se seleccionan y se diseñan las UGAs (fase de propuesta) es también necesario un esfuerzo de coordinación del POEM con Áreas Marinas Protegidas (AMPs). Las AMPs representan el instrumento ambiental espacial más favorecido por el gobierno mexicano (actualmente cubre un 19.5% del mar patrimonial; Bezaury-Creel, 2005), pero cuya efectividad está limitada por la falta de conectividad entre los ecosistemas protegidos (Zárate-Lomelí, 2004). El diseño de sistemas de planeación marina articulados entre ambos instrumentos permitiría establecer estrategias de conectividad de mayor cobertura entre zonas de protección (*e.g.*, redes y corredores biológicos) o incluso coordinar áreas de usos múltiples (Klein *et al.*, 2008). Este esfuerzo debería concretarse

en un POEM cuando se seleccionen y se diseñen las UGAs, garantizando en este caso una salvaguarda ante el cambio climático y los cambios de distribución de especies (Poloczanska *et al.*, 2013).

Manejo adaptativo: definición de indicadores de monitoreo para la evaluación

El manejo adaptativo tiene como objetivo mejorar las acciones y medidas de planeación mediante la revisión sistemática, estructurada y a largo plazo de todo proceso de planeación ambiental (Lee, 1994). Un manejo adaptativo anticipa proactivamente la necesidad de cambiar las prácticas de manejo, aprender de la experiencia y adoptar estrategias de acuerdo a las nuevas circunstancias (Kaufman *et al.*, 2009). Propiciar un manejo adaptativo en todo el proceso de un OEM, desde la formulación hasta la modificación, implica investigar, modelar y comunicar cómo los ecosistemas marinos pueden responder a la intervención humana (Arkema *et al.*, 2006). Por lo tanto es necesario

considerar, desde la etapa de diagnóstico del POEM, un sistema de indicadores como el mecanismo para evaluar permanentemente el desempeño del mismo a través de sus efectos en el estado de salud de los atributos ambientales y socio-económicos ante impactos que suelen ser interconectados, múltiples y acumulativos (Seinger *et al.*, 2010). Lo anterior facilita generar una línea base de información continua que ayude a detectar los cambios en los ecosistemas y podría proveer de información espacial y temporal de los atributos del área ordenada. Además, el monitoreo permite medir los efectos de cambio climático y la efectividad de las medidas de mitigación y adaptación, detectando el nivel de vulnerabilidad de las comunidades humanas (Vidal-Hernández, 2010). La estandarización de parámetros para dar seguimiento a acciones de manejo (monitoreo) y para rediseñar objetivos de acuerdo a nuevos escenarios (evaluación), garantiza una retro-alimentación uniforme y precisa al proceso del OEM a lo largo del tiempo (Fig. 4).

Una propiedad indispensable de un sistema de indicadores de monitoreo es que puedan asociarse o complementarse con otros de carácter sectorial. Por ejemplo, los indicadores relacionados con la extracción de los recursos como la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), que utilizan los Programas de Ordenamiento Pesquero y los acuícolas (Botello *et al.*, 2010), podrían complementarse con indicadores sociales (Morzaria-Luna *et al.*, 2013) y ambientales de los POEM. El establecimiento de programas de monitoreo y evaluación con base en indicadores, en conjunto con una política adecuada de acceso a la información, pueden llegar a ser clave para establecer prioridades que permeen en la agenda gubernamental de investigación (Tabla 1). Es importante resaltar que estos procesos requieren de una inversión en tiempo y recursos que generalmente se subestiman en los procesos de planeación (Agardy, 2010), y que, sin embargo, es crucial considerarla para la definición de metas claras con resultados medibles.

A pesar que no se ha evaluado ninguno de los OEM decretados, actualmente se están llevando a cabo ejercicios de homologación de indicadores entre diferentes jurisdicciones internacionales como en los ecosistemas compartidos del Golfo de México (Hempel & Sherman, 2003; Azuz-Adeath *et al.*, 2010a, 2010b, 2010c; Seinger *et al.*, 2010). Estas acciones han sido planteadas como estratégicas para vincular la investigación científica y tecnológica para apoyar la toma de decisiones en la evaluación y monitoreo ambiental de los océanos y costas (SEMARNAT, 2006c).

Planeación socialmente inclusiva

Alcanzar consensos entre sectores implica vencer la resistencia de los usuarios y tomadores de decisiones que consideran a los OEM como una barrera para la inversión y el avance económico (Bezaury-Creel, 2005). El uso sectorial de los recursos costeros y marinos suele generar competencia y al mismo tiempo, conflictos sociales entre los usuarios involucrados (Fischer, 1999). Esta situación causa frecuentemente retrasos mayores en la obtención de acuerdos intersectoriales a nivel regional y, por lo tanto, en la implementación de un ordenamiento.

Uno de los factores que afecta a los procesos participativos en los OEM es que cubren grandes extensiones territoriales con fuerte asimetría social y económica, lo que obstaculiza una de las características propias del manejo adaptativo, que es la de propiciar una intervención y participación social efectiva. En el caso de los OEM de grandes sistemas marinos, ha sido común que los participantes de los análisis de conflictos (fase de diagnóstico) desconozcan las condiciones específicas de una localidad o las implicaciones locales de problemas regionales o nacionales.

La migración humana tiene implicaciones para la plena comprensión de los fenómenos regionales a cierta escala que puede relacionarse con las temporadas de extracción de los recursos (Cinti *et al.*, 2010) o con políticas públicas de “reacomodo” de la fuerza de trabajo ante la caída de actividades productivas tierra adentro (Quezada, 1995). La comprensión fragmentada de los participantes sobre factores demográficos, socio-económicos, culturales y políticos propician una alta vulnerabilidad a las contingencias relacionadas con los cambios ambientales (Seingier *et al.*, 2009, 2011a, 2011b).

La ejecución de los OEM se podría facilitar con el desarrollo de estrategias de gobernanza que agilicen la agenda de validación social a través de metodologías que simplifiquen la participación directa y transparente de los tomadores de decisiones. Incorporaría representantes claves de los diferentes sectores involucrados y de la agenda política nacional, estatal y local, facilitaría el diálogo y el establecimiento de acuerdos para solventar las discrepancias sociales (Sánchez & Palacio, 2004). Adicionalmente, los OEM podrían enfocarse principalmente al manejo o la conservación de ecosistemas prioritarios (*e.g.*, ecosistemas lagunas, bahías, zonas de arrecifes) con problemáticas compartidas entre sectores y en escalas locales. Esto facilitaría los procesos participativos y de coexistencia de actividades productivas, así como la identificación de incentivos para recompensar comportamientos y actividades sustentables.

Los OEM permiten reformular los alcances de los planes sectoriales de desarrollo y facilitan la construcción de una agenda de temas ambientales en un contexto regional (León *et al.*, 2004). Esto ha propiciado la discusión sobre las implicaciones de una mayor participación estatal y municipal (Tabla 1) a pesar que la normatividad establece que el OEM es regido por instancias federales. La necesidad de involucrar a las instituciones estatales y municipales tiene un fundamento práctico y es una garantía en el proceso de implementación. Este enfoque facilitaría la ejecución de políticas de manejo basadas y adaptadas al contexto histórico de las comunidades y aumentaría el éxito de las mismas. Un ejemplo son los ordenamientos territoriales de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, ahora SEDATU), que comenzaron la planeación cubriendo estados y sus costas para, posteriormente, desarrollar acercamientos locales. Al cubrir necesidades de diferentes escalas durante las etapas de pronóstico y propuesta permiten evitar la repetición y traslape de esfuerzos (Sánchez & Palacio, 2004).

Capacitación para el manejo integral de la zona costera y marina

La capacitación técnica es indispensable para poder integrar adecuadamente las herramientas que ayudarán a planear e implementar un OEM (Sánchez & Palacio, 2004). Sin embargo, las capacidades del gremio académico mexicano para diseñar acercamientos metodológicos son incipientes. El reto es encausar una mayor capacidad académica y de organización en aquellas regiones donde sea necesario (Espinoza-Tenorio *et al.*, 2011). La formación de recursos humanos es una herramienta importante para impulsar técnicas de planeación estratégica, manejo integral de recursos naturales, conservación dentro de las etapas de diagnóstico y pronóstico. En nuestra experiencia se necesita una capacitación interdisciplinaria para considerar herramientas de política ambiental, como el pago de servicios ambientales, uno de los instrumentos más promisorios para ser incorporado en los OEM.

Para que cualquier esfuerzo de capacitación para la participación en el OEM sea eficiente, se necesita involucrar a diversas instituciones gubernamentales y Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) que juegan un papel trascendental dentro de los procesos de planeación ambiental y cuya participación ayuda a maximizar los recursos humanos y económicos y sobretodo, promueve la participación democrática.

CONSIDERACIONES FINALES

Las razones de la limitada aplicación de instrumentos de planeación ambiental en países como México son complicadas, pues muchas veces los elementos que

inhiben estas nuevas iniciativas provienen de contextos históricos y regionales poco favorables (Sosa-López, 2009). La participación activa del gremio científico en los OEM es crucial ya que provee de conocimiento estratégico que apoya la toma de decisiones y facilita el enlace coordinado y efectivo entre la investigación y la implementación (investigación-acción; Knight *et al.*, 2008). No obstante, para que el OEM pueda llegar a consolidarse como el instrumento ambiental que permita el manejo de los recursos marinos y costeros, necesita trascender a un siguiente nivel de discusión académica, donde el trabajo en equipo inter, multi y trans-disciplinario es imprescindible (Vázquez *et al.*, 2011). Este manejo integral permitiría propiciar una discusión conceptual sobre las formas operativas para lograr un manejo espacial articulado que refuerce o propicie nuevas estructuras de gobernanza y que conserve la elasticidad de los paisajes marinos y sus servicios ambientales ante impactos por actividades productivas actuales y futuras (*e.g.*, extracción de hidrocarburos y pesca en aguas profundas, desalinización masiva del agua de mar). Igualmente, se necesita integrar la identificación de riesgos y sus áreas de impacto, el entendimiento de factores ecológicos, sociales y económicos que actúan a diferentes escalas y buscar métodos eficientes para la sistematización, integración y comunicación de la información.

Una ventaja del contexto mexicano, es que los OEM se están creando bajo una mayor conciencia y experiencia del aprovechamiento sustentable y bajo una creciente capacidad científico-humana para consolidarlos. Si bien en México los procesos del OEM siguen explorándose, su planteamiento como estrategia de manejo federal se adelantó por varios años al “coastal and marine spatial planning”, implementado por Estados Unidos de Norte América como una respuesta de política nacional ante el accidente de derrame de petróleo causado por la plataforma “Deepwater Horizon” en 2010 (US White House Office, 2010).

En este sentido México es un país con tantas lecciones aprendidas como lecciones por aprender. El presente trabajo invita al gremio científico y académico de Latinoamérica a impulsar cuatro acciones cardinales que promuevan una implementación efectiva de los OEM a través del fortalecimiento de un marco metodológico integral y completo que logre recuperar las experiencias nacionales e internacionales sobre este instrumento de planeación espacial.

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este trabajo se realizó gracias al proyecto "El pepino de mar de las costas de Campeche: potencialmente explotable?" (FOMIX- Campeche) y al

soporte económico a A E-T por parte del Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) por el proyecto Posdoctoral "Indicadores de percepción de los usuarios sobre el corredor turístico Isla Aguada-Champotón, Campeche".

REFERENCIAS

- Agardy, T. 2010. Ocean zoning: making marine management more effective. Earthscan, London, 240 pp.
- Aguirre-Gómez, R. & L.M. Morales-Manilla. 2005. Análisis espectral del arrecife coralino de Cayo Arcas, Campeche, México. *Invest. Geograf.*, 57: 7-20.
- Alvarez-Romero, J.G., R.L. Pressey, N.C. Ban, K. Vance-Borland, C. Willer, C.J. Klein & S.D. Gaines. 2011. Integrated land-sea conservation planning: the missing links. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 42: 381-409.
- Arkema, K.K., S.C. Abramson & B.M. Dewsbury. 2006. Marine ecosystem-based management: from characterization to implementation. *Front. Ecol. Environ.*, 4(10): 525-532.
- Azuela, A. 2006. El ordenamiento ecológico del territorio en México: génesis y perspectivas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F., 163 pp.
- Azuz-Adeath, I., C. Arredondo-García, I. Espejel, E. Rivera-Arriaga, G. Seinger & J.L. Ferman. 2010a. Propuesta de indicadores de la red mexicana de manejo integrado costero-marino. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual & G.J. Villalobos-Zapata (eds.). *Cambio climático en México: un enfoque costero y marino*. UAC, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 901-994.
- Azuz-Adeath, I., I. Espejel, E. Rivera-Arriaga, J.L. Ferman & G. Seinger. 2010b. Referentes internacionales sobre indicadores e índices. Historia y estado del arte. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual & G.J. Villalobos-Zapata (eds.). *Cambio climático en México: un enfoque costero y marino*. UAC, CetyS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 845-858.
- Azuz-Adeath, I., J.L. Ferman, I. Espejel, E. Rivera-Arriaga, G. Seinger & C. Vázquez-González. 2010c. Antecedentes del proceso de construcción de indicadores para la gestión costera y marina ante el cambio climático de la Red Mexicana de Manejo Integrado Costero-Marino. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual & G.J. Villalobos-Zapata (eds.). *Cambio climático en México: un enfoque costero y marino*. UAC, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 873-900.
- Berkes, F., T.P. Hughes, R.S. Steneck, J.A. Wilson, D.R. Bellwood, B. Crona, C. Folke, L.H. Gunderson, H.M. Leslie, J. Norberg, M. Nyström, P. Olsson, H. Österblom, M. Scheffer & B. Worm. 2006. Globalization, roving bandits, and marine resources. *Science*, 311: 1557-1558.
- Bezaury-Creel, J.E. 2005. Protected areas and coastal and ocean management in Mexico. *Ocean Coast. Manage.*, 48: 1016-1046.
- Botello, R.M., T.R. Villaseñor & M.F. Rodríguez. 2010. Ordenamiento de pesquerías por recursos estratégicos de México. CONAPESCA, SAGARPA, 289 pp.
- Bruce, E.M. & I.G. Eliot. 2006. A spatial model for marine park zoning. *Coast. Manage.*, 34(1): 17-38.
- Carr, M.H., J.E. Neigel, J.A. Estes, S. Andelman, R.R. Warner & J.L. Largier. 2003. Comparing marine and terrestrial ecosystems: implications for the design of coastal marine reserves. *Ecol. Appl.*, 13(1): 90-107.
- Cinti, A., W. Shaw & J. Torre. 2010. Insights from the users to improve fisheries performance: fishers' knowledge and attitudes on fisheries policies in Bahía de Kino, Gulf of California, Mexico. *Mar. Policy*, 34: 1322-1334.
- Cisneros-Montemayor, A.M., M.A. Cisneros-Mata, S. Harper & D. Pauly. 2013. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Mar. Policy*, 39: 283-288.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2010. Estrategia de cambio climático para áreas protegidas. SEMARNAT, México D.F., 25 pp.
- Córdova, A.V., F. Rosete-Verges, G.H. Enríquez & B. Fernández de la Torre. 2006. Ordenamiento ecológico marino. Visión temática de la regionalización. SEMARNAT, INE, 226 pp.
- Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA). 2007. A sea change: a Marine Bill White Paper. Department for Environment Food and Rural Affairs, London, 176 pp.
- Diario Oficial (DOF). 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 126 pp.
- Diario Oficial (DOF). 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, 24 pp.
- Diario Oficial (DOF). 2009. Decreto por el que se aprueba el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, 2 pp.
- Diario Oficial (DOF). 2012. Ley General de Cambio Climático, 45 pp.
- Díaz de León, A., T.P. Álvarez & O.I. Barrón. 2009. Experiencias globales de clasificación y ejercicios de zonificación. In: A.V. Córdoba, F. Rosete-Verges,

- G.H. Enríquez & B. Fernández de la Torre (eds.). Ordenamiento ecológico marino. Visión integrada de la regionalización. SEMARNAT, INE, México, pp. 21-41.
- Douvere, F. 2008. The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management. *Mar. Policy*, 32(5): 762-771.
- Erismán, B.E., L.G. Allen, J.T. Claisse, D.J. Pondella, E.F. Miller, J.H. Murray & C. Walters. 2011. The illusion of plenty: hyperstability masks collapses in two recreational fisheries that target fish spawning aggregations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 68(10): 1705-1716.
- Escofet, A. 2006. Escalas jerárquicas anidadas. In: A.V. Córdoba, F. Rosete-Verges, G.H. Enríquez & B. Fernández de la Torre (eds.). Ordenamiento ecológico marino. Visión temática de la regionalización. SEMARNAT, INE, México, pp. 87-102.
- Escofet, A. & I. Espejel. 2004. Geographic indicators of coastal orientation and large marine ecosystems: alternative basis for management-oriented cross-national comparisons. *Coast. Manage.*, 32(2): 117-128.
- Espejel, I. & R. Bermúdez. 2009. Propuesta metodológica para la regionalización de los mares Mexicanos. In: A. Córdoba, F. Rosete-Verges, G.H. Enríquez & B. Fernández de la Torre (eds.). Ordenamiento Ecológico Marino: visión integrada de la regionalización. SEMARNAT, INE, México, pp. 151-224.
- Espejel, I., V. Palacios-Chávez, C. León, C. Nieves & A. García-Gastelum. 2010. El imperativo de la incorporación del riesgo en la planeación y gestión de nuevas ciudades, un ejercicio analítico para un puerto por nacer. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual & G.J. Villalobos-Zapata (eds.). Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. UAC, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 545-560.
- Espejel, I., J.L. Ferman, C. Arredondo-García, A. García, C. Leyva, G. Seinger, J.C. Ramírez, C. Nieves, L. Poncela, P. Álvarez, V. Palacios & H. Rivera. 2009. Ordenamiento ecológico y educación. In: M.T. Sánchez-Salazar, G. Bocco & J.M. Casado-Izquierdo (Coords.). La política de ordenamiento territorial 398 México: de la teoría a la práctica. SEMAR/ INECC, UNAM, IGyCIGA, México D.F., 107-131 pp.
- Espinoza-Tenorio, A., I. Espejel & M. Wolff. 2011. Capacity building to achieve sustainable fisheries: a case study in Mexico. *Ocean Coast. Manage.*, 54: 731-741.
- Espinoza-Tenorio, A., G. Montañón-Moctezuma & I. Espejel. 2010. Ecosystem-based analysis in a marine protected area where fisheries and protected species coexist. *Environ. Manage.*, 45 739-750.
- Fischer, W.D. 1999. Técnicas para la formulación de políticas en zonas costeras. UABC, México, 243 pp.
- Hempel, G. & K. Sherman. 2003. Large marine ecosystems of the world: trends in exploitation, protection, and research. Elsevier, Amsterdam, 423 pp.
- Kaufman, L., B.L. Karrer & H.C. Peterson. 2009. Monitoring and evaluation. In: L.K. McLeod & H.M. Leslie (eds.). Ecosystem-based management for the oceans. Island Press, Washington, D.C., pp. 115-128.
- Klein, C.J., A. Chan, L. Kircher, A.J. Cundiff, N. Gardner, Y. Hrovat, A. Scholz, B.E. Kendall & S. Airame. 2008. Striking a balance between biodiversity conservation and socioeconomic viability in the design of marine protected areas. *Conserv. Biol.*, 22(3): 691-700.
- Knight, A.T., R.M. Cowling, M. Rouget, A. Balmford, A.T. Lombard & B.M. Campbell. 2008. Knowing but not doing: selecting priority conservation areas and the research-implementation gap. *Conserv. Biol.*, 22(3): 610-617.
- Lee, K.N. 1994. Compass and gyroscope: integrating science and politics for the environment. Island Press, Washington D.C., 255 pp.
- León, C., I. Espejel, L.C. Bravo-Peña, J.L. Ferman, B. Graizbord, J.L. Sobrino & J. Sosa. 2004. El ordenamiento ecológico como un instrumento de política pública para impulsar el desarrollo sustentable: caso en el noroeste de México. In: E. Rivera-Arriaga, G.J. Villalobos-Zapata, I. Azuz-Adeath & F. Rosado-May (eds.). El manejo costero en México. UAC, SEMARNAT, CETYS-Universidad, UQRoo, pp. 341-352.
- Makino, A., M. Beger, C.J. Klein, S.D. Jupiter & H.P. Possingham. 2013. Integrated planning for land-sea ecosystem connectivity to protect coral reefs. *Biol. Conserv.*, 165: 35-42.
- Malczewski, J. 1999. GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons, New York, 392 pp.
- Moctezuma, M., F. Alcocer, M. Carmona-Lara & F. Rosete. 2013. Hacia el diseño de una Ley General para la gestión integrada y sustentable de las Costas Mexicanas. Senado de la República LXII Legislatura, Los Cabos Coastkeeper A.C., INECC-SEMARNAT, IJJ-UNAM, México D.F., 246 pp.
- Moreno-Báez, M., J.O. Barron, R. Cudney-Bueno & W.W. Shaw. 2010. Using fishers' local knowledge to aid management at regional scales: spatial distribution of small-scale fisheries in the northern Gulf of California, Mexico. *B. Mar. Sci.*, 86(2): 339-353.
- Morgan, D.L. 1997. Focus groups as qualitative research. Sage Publications, Thousand Oaks, 88 pp.
- Morzaria-Luna, H.N., P. Turk-Boyer & M. Moreno-Baez. 2013. Social indicators of vulnerability for fishing communities in the Northern Gulf of California,

- Mexico: implications for climate change. *Mar. Policy*, 45: 182-193
- Pauly, D., V. Christensen, S. Guenette, T.J. Pitcher, U.R. Sumaila, C.J. Walters, R. Watson & D. Zeller. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418: 689-695.
- Poloczanska, E.S., C.J. Brown, W.J. Sydeman, W. Kiessling, D.S. Schoeman, P.J. Moore, K. Brander, J.F. Bruno, L.B. Buckley, M.T. Burrows, C.M. Duarte, B.S. Halpern, J. Holding, C.V. Kappel, M.I. O'Connor, J.M. Pandolfi, C. Parmesan, F. Schwing, S.A. Thompson & A.J. Richardson. 2013. Global imprint of climate change on marine life. *Nature Climate Change*, 3(10): 919-925.
- Quezada, D.R. 1995. Papel y transformación de las Unidades de Producción Pesquera Ejidales en el sector halieútico, Yucatán, México. Université Laval, Mérida, 305 pp.
- Rosete, F. & G. Enríquez. 2009. Conclusiones generales y agenda de investigación. In: A. Córdova, F. Rosete-Verges, G.H. Enríquez & B. Fernández de la Torre (eds.). Ordenamiento ecológico marino. Visión integrada de la regionalización. SEMARNAT, INE, México, pp. 225-229.
- Rosete, F.A., G. Enríquez-Hernández & A. Córdova & Vázquez. 2005. El ordenamiento ecológico marino y costero: tendencias y perspectivas. *Gaceta Ecológica*, 76: 67-83.
- Sánchez, S.M.T. & P.J.L. Palacio. 2004. La experiencia mexicana en la elaboración de los Programas Estatales de Ordenamiento Territorial. Diagnóstico, problemática y perspectivas desde el punto de vista de la participación del Instituto de Geografía de la UNAM. *Invest. Geograf.*, 53: 75-97.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006a. Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en mares y costas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 28 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006b. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 336 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2006c. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 129 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2011. Bitácora ambiental Golfo de México y Mar Caribe. Disponible en: [http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/bitacora-ambiental/bitacora-ambiental-golfo-de-mexico-y-mar-caribe]. Revisado: 6 Junio 2012.
- Seinger, G., I. Espejel & J.L. Ferman-Aldama. 2010. Selección de índices sociales, económicos y ambientales para la construcción de modelos de evaluación y de monitoreo del contexto costero mexicano. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual & G.J. Villalobos-Zapata (eds.). Cambio climático en México: un enfoque costero y marino. UAC, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 859-872.
- Seingier, G., I. Espejel & J.L. Fermán-Almada. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública*, 1: 54-69.
- Seingier, G., I. Espejel, J.L. Ferman, G. Aramburo-Vizcarra, G. Montano-Cira & I. Azuz. 2011b. Mexico's coasts: half-way to sustainability. *Ocean Coast. Manage.*, 54: 123-128.
- Seingier, G., I. Espejel, J.L. Fermán-Almada, O. Delgado-González, G. Montaña-Moctezuma, I. Azuz-Adeath & G. Aramburo-Vizcarra. 2011a. Designing an integrated coastal orientation index: a cross-comparison of Mexican municipalities. *Ecol. Indic.*, 11(2): 633-642.
- Sosa-López, J. 2009. Gobierno local y políticas públicas para el desarrollo sustentable. In: J.T. Padilla-López, S. Graf-Montero & E. Santana-Castellón (eds.). Alternativas para una nueva gobernanza ambiental: intermunicipalidad y desarrollo territorial. Universidad de Guadalajara, Jalisco, 71 pp.
- Trouillet, B., T. Guineberteau, M. De Cacqueray & J. Rochette. 2011. Planning the sea: the French experience. Contribution to marine spatial planning perspectives. *Mar. Policy*, 35(3): 324-334.
- US White House Office. 2010. Executive Order 13547-Stewardship of the ocean, our coasts and the Great Lakes, Washington, D.C., 5 pp.
- Vázquez, C., C. Aguilar, H. Benet, R. Carmona, T. De la Vega, H. Espinosa, M. Flores, P. Franco, I. Frias, J. Guzmán, A. Hernández, A. Licona, F. Martínez, A. Maymes, M. Mondragón, T. Montano, L. Ojeda, A. Ríos, E. Rochín, L. Rodríguez, R. Romero, F. Solís, S. Valdés & I. Velásquez. 2011. Twenty years of interdisciplinary studies of the "MEZA" program's contributions to society, ecology, and the education of postgraduate students. *Ecol. Soc.*, 16(4): 19.
- Vidal-Hernández, L.E. 2010. Análisis de capacidad de gestión ambiental ante el cambio climático en instrumentos de planeación de la costa de Quintana Roo. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, L. Alpuche-Gual & G.J. Villalobos-Zapata (eds.). Cambio climático en México: un enfoque costero y

marino. UAC, CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 689-710.

Received: 13 January 2014; Accepted: 18 June 2014

Zárate-Lomelí, D. 2004. Instrumentos para la gestión y el manejo de la zona costera de México. In: E. Rivera-Arriaga, G.J. Villalobos-Zapata, I. Azuz-Adeath & F. Rosado-May (eds.). El manejo costero en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo, 654 pp.