

NOTA CIENTÍFICA

CORREDORES BIOLÓGICOS, SU IMPORTANCIA PARA LA GESTIÓN DE PAISAJES MARINOS

BIOLOGICAL CORRIDORS, ITS IMPORTANCE FOR THE MANAGEMENT OF SEASCAPES

Rodrigo Villate¹ y *Lindsay Canet-Desanti²

¹Fundación Yanama, Carrera 13 A # 89-38 Oficina 627, Edificio Nippon Center, Bogotá, Colombia. ²Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Apartado 93-7170, Turrialba, 30501 Costa Rica

*Autor de correspondencia: lcanet@catie.ac.cr

Fecha de recepción: 2 de agosto de 2010 - Fecha de aceptado: 10 de octubre de 2010

RESUMEN. La comunidad científica mundial ha manifestado su preocupación ante el evidente aumento en la tasa de pérdida de la biodiversidad. Tradicionalmente, la mayoría de los esfuerzos de conservación se han enfocado principalmente a la implementación de estrategias dirigidas al ámbito terrestre, dejando de lado su integralidad con los componentes dulceacuícolas y marinos. La complejidad del desequilibrio del planeta hace un llamado urgente para abordar el problema con estrategias integrales. Como parte de los esfuerzos propuestos por diferentes naciones del mundo, dentro del marco de la Convención de la Diversidad Biológica, una de las estrategias para reducir la pérdida de biodiversidad es el establecimiento de Corredores Biológicos. Esta alternativa se orienta a restablecer la conectividad biológica estructural y funcional entre Áreas Protegidas y hábitats naturales. En el caso de Costa Rica, los corredores biológicos representan uno de los ejes principales dentro de la estrategia de conservación por parte del Gobierno, las ONG y la sociedad civil. El arduo, pero rico proceso de alrededor de 10 años de gestión de Corredores Biológicos en el país han dejado un invaluable número de lecciones aprendidas, experiencias y conocimiento que en este artículo proponemos se adapten a la gestión de Áreas Marinas Protegidas, Áreas de Pesca Responsable, Corredores Marinos y manejo de paisajes marino-costeros.

Palabras clave: recursos marinos, Áreas Marinas Protegidas, corredores biológicos, corredores marinos.

ABSTRACT: The scientific community has expressed its concern at the apparent increase in the rate of biodiversity loss. Traditionally, most conservation efforts have focused primarily on the implementation of strategies for the terrestrial domain, leaving aside its entirety with fresh and sea components. The complexity of the imbalance of the planet makes an urgent call to address the problem with inclusive strategies. As part of the efforts proposed by different nations of the world, within the framework of the Convention on Biological Diversity, one of the strategies to reduce loss of biodiversity is the establishment of biological corridors. This alternative aims to restore the structural and functional biological connectivity between protected areas and natural habitats. In the case of Costa Rica, biological corridors are one of the main axes in the conservation strategies proposed by the Government, NGOs and civil society. The hard, but rich process of about 10 years of managing biological corridors in the country have left a number of invaluable lessons learned, experiences and knowledge that we now propose they should adapt to the management of coastal and marine landscapes, Marine Protected Areas, Areas for Responsible Fisheries and Marine Corridors.

Key words: marine resources, marine protected areas, biological corridors, marine corridors.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2008) estimó para el año 2006 que 43.5 millones de personas se dedicaban de modo directo a la pesca o acuicultura, la mayoría de ellos lo hacen de manera artesanal y a pequeña escala. Este sector pesquero ha desempeñado un papel muy significativo en

el desarrollo cultural, social, político y económico de todas las comunidades costeras y no costeras en el mundo. Sin embargo, también ha experimentado una marginalización de su actividad productiva a nivel global, dejándolo en un alto grado de vulnerabilidad y dependencia directa sobre los recursos naturales a su disposición. Esta histórica dependencia sobre los recursos marinos ha tenido

un significativo efecto sobre diferentes ecosistemas y comunidades marino costeras (Jennings y Kaiser, 1998; Jackson *et al.*, 2001; Carr *et al.*, 2003; Brander, 2007).

La pesca ha afectado a especies poco o no comerciales, como: tiburones, mamíferos marinos, tortugas y aves marinas, con cambios en las estructuras biológicas y modificaciones de sus hábitats dejando en riesgo su integridad ecológica. Incluso, la pesca artesanal intensiva ha transformado los arrecifes del Caribe de manera tal que comprometen su funcionalidad ecológica y la provisión de servicios ambientales, de los cuales depende un importante sector de la economía mundial (Jennings y Kaiser, 1998; Pauly *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2000; Jackson *et al.*, 2001; Carr *et al.*, 2003; Myers y Worm, 2003; Bellwood *et al.*, 2004; Lewison *et al.*, 2004; Myers *et al.*, 2007).

A esta situación de sobrepesca se deben añadir otras amenazas antropogénicas como la contaminación por residuos sólidos (Kazarian, 2006; Young *et al.*, 2009), la alteración y degradación de la calidad del agua (Guinotte *et al.*, 2006) y los efectos del calentamiento global. Algunas consecuencias que alteran la funcionalidad en los ecosistemas marinos incluyen el aumento del nivel del mar por la expansión térmica de las aguas (Meehl *et al.*, 2005; Domínguez *et al.*, 2008; Solomon *et al.*, 2009); la acidificación de los océanos por su alta capacidad de absorción de CO₂ (Sabine *et al.*, 2004; Sabine y Gruber, 2005; Manning y Keeling, 2006; Doney *et al.*, 2009); y la expansión de las zonas de bajas concentraciones de oxígeno disuelto, especialmente en el Atlántico este tropical y el Pacífico ecuatorial (Stramma *et al.*, 2008).

Dado que los ecosistemas marinos están conectados a través de múltiples escalas por flujos de agua y desplazamientos de diferentes especies (Levin y Lubchenco, 2008), estos impactos cambiarán las dinámicas ecológicas en la columna de agua, los fondos y superficie del océano, además de las zonas de transición a ecosistemas terrestres. Muchas de las diferentes especies que habitan en arrecifes de coral, estuarios, manglares, praderas de pastos marinos, bosques de algas y áreas polares son muy sensibles a cambios climáticos drásticos y prolongados (Doney *et al.*, 2009; Herr y Gallad, 2009), además de estar muy ligados entre sí por los diferentes requerimientos de alimento y hábitat durante sus ciclos de vida y desarrollo ontogenético (Carr *et al.*, 2003).

Estos efectos sobre los ecosistemas tendrán diferentes consecuencias para la humanidad (Herr y Gallad, 2009;

World Bank, 2009). Worm *et al.* (2006), al analizar los impactos de la pérdida de la biodiversidad sobre diferentes servicios ecosistémicos de los ambientes marinos, sugieren que la tendencia en la disminución de la capacidad del océano para proporcionar alimento, mantener la calidad del agua y recuperarse a perturbaciones puede ser revertida.

Áreas de Conservación Marina

En los últimos 20 años la conservación marina ha tomado relevancia dentro de las agendas de conservación (Kelleher y Kenchington, 1992; Agardy, 1994; Halpern y Warner, 2002; Agardy *et al.*, 2003). Las primeras Áreas Marinas Protegidas (AMP) fueron declaradas a principios del Siglo XX, con un significativo aumento a partir de los años 70 (Kelleher y Kenchington, 1992; Green y Paine, 1997; Agardy *et al.*, 2003). Pese a los esfuerzos, en la actualidad, menos del 1% del océano del mundo (el 0.65% de las áreas marinas y el 1.6% del área total dentro de la Zona Económica Exclusiva), están bajo algún tipo de protección (Wood *et al.*, 2008; Herr y Gallad, 2009).

Tradicionalmente, la conservación marina se ha desarrollado desde cuatro enfoques principales: 1) la regulación y manejo de actividades puntuales (p.ej. restricciones en artes de pesca, esfuerzo de captura, de aprovechamiento de especies); 2) la creación de pequeñas AMP para protección especial de áreas particularmente valiosas; 3) el establecimiento de grandes AMP con diferentes niveles de protección y uso múltiple bajo un sistema de gestión integrado (Kelleher y Kenchington, 1992; Agardy *et al.*, 2003; Lubchenco *et al.*, 2003); y 4) la formación de redes de AMP diseñadas para conectar áreas (costeras y en alta mar) de particular importancia para los ciclos de vida y desarrollo de diferentes especies para cumplir con objetivos sociales y ecológicos, además de tener una amplia representatividad de la biodiversidad marina de una región (Agardy, 2000; Agardy *et al.*, 2003; Lubchenco *et al.*, 2003; Laffoley, 2008).

En la actualidad, la comunidad internacional ha hecho un llamado urgente para aumentar entre el 20 al 30% la protección de zonas marino costeras para finales del año 2012 (Plan de Implementación 2002 de la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDS) y las recomendaciones del V Congreso de Parques del Mundo en el año 2003). Las Áreas Protegidas (AP) han sido el bastión para la protección y conservación de la naturaleza. Sin embargo, la creciente demanda por recursos naturales, debido a la acelerada explosión demográfica y el deterioro ambiental del planeta, ha dejado a estas AP en un alto grado de vulnerabilidad ecológica.

La importancia para el bienestar de la humanidad que tienen los bienes y servicios obtenidos de los ecosistemas ha dejado clara la necesidad de fortalecer las estrategias de conservación a escala de paisaje. Esta condición ha sido reconocida a nivel internacional en la Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDSD, 2002) y la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB, 2002), que recomiendan el establecimiento de “corredores ecológicos”, a nivel regional y nacional, para cumplir con los siguientes objetivos: 1) conservación de la biodiversidad, 2) desarrollo sostenible, y 3) equidad en los beneficios percibidos por el uso de los recursos genéticos. De igual forma, la 7ª conferencia de las partes de la Convención sobre Diversidad Biológica en el año 2004 elaboró el Programa de Trabajo en Áreas Protegidas con el objetivo de establecer y mantener Sistemas de Áreas Protegidas, terrestres para el 2010 y marinas para el 2012. Estos Sistemas deberán ser comprehensivos, estar efectivamente manejados y ser ecológicamente representativos, de manera que en forma colectiva, reduzcan la tasa de pérdida de la biodiversidad (CDB, 2002; Herrera y Finegan, 2008).

En el caso de las estrategias terrestres de conservación, la integración de estos sistemas se da a partir de una planificación sistemática del territorio que integra a las AP, las zonas de amortiguamiento y los diferentes tipos de uso del suelo, a través de interconexiones o corredores biológicos (Bennett, 2004; Herrera y Finegan, 2008). Inicialmente, los corredores biológicos eran concebidos como áreas de bosques continuos que conectaban un AP con otra. Su propósito era restablecer la conectividad entre fragmentos aislados de bosques y así posibilitar el flujo genético entre las poblaciones silvestres (Noss, 1991; Hobbs, 1993; Bennett, 1998). Sin embargo, el concepto ha ido evolucionando en las últimas décadas y adaptándose a los contextos ambientales, sociales, políticos y económicos. Es así, como hoy en día, un corredor biológico se convierte en una estrategia de manejo de paisaje, con una amplia participación de diversos actores que en conjunto gestionan acciones para mantener o restaurar las funciones ecológicas, conservando la biodiversidad, mientras se provee a las comunidades de oportunidades apropiadas para el uso sostenible de los recursos naturales (Bennett, 2004, Canet-Desanti *et al.*, 2008).

Una de las experiencias más sobresalientes, es el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM), el cual ha asumido el reto de restablecer la conectividad entre las AP desde el sur de México hasta Panamá, proyecto que fue apoyado por los Jefes de Estado en la XIX Cumbre de Presidentes Centroamericanos celebrada en la Ciudad de Panamá en

1997. En su primera fase el proyecto se planteó generar un conjunto de mecanismos políticos, institucionales, económicos y financieros, sociales y científico-técnicos. Así, al cabo de los seis años de duración, cada uno de los países signatarios sería capaz de establecer, dentro de su estructura, un programa nacional de corredores biológicos que promueva y acompañe las iniciativas de corredores biológicos para restablecer la conectividad entre las AP y brindara servicios ecosistémicos a la sociedad (Miller *et al.*, 2001).

Por su parte, Costa Rica cuenta con el Programa Nacional de Corredores Biológicos establecido en el año 2006 por el Decreto Ejecutivo No. 33106-MINAE e inserto dentro de la estructura del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (PNCB, 2009), con alrededor de 30 iniciativas de corredores biológicos, gestionadas a partir de la integración de grupos sociales de base que trabajan en conjunto con agencias del gobierno, la academia, el sector productivo, ONG y la empresa privada (Canet-Desanti, 2009). Paralelamente, se han generado una serie de herramientas que han contribuido a orientar los procesos de corredores biológicos desde lo particular hacia una meta común de país (Canet-Desanti *et al.*, 2008; Canet-Desanti, 2009; SINAC, 2009a).

En este sentido, existen algunas propuestas para establecer corredores marinos. Tal es el caso del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) o el Corredor Marino del Pacífico Este Tropical, que al igual que el CBM, representan iniciativas de cooperación regional para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

Sin embargo, al igual que en los inicios del CBM, las estrategias de corredores marinos en general, aún necesitan la generación de insumos que puedan aterrizar la propuesta desde lo político hasta lo operativo. En donde se puedan articular los objetivos de conservación con los medios de vida de las comunidades costeras. El arduo, pero rico proceso de alrededor de 10 años de gestión de Corredores Biológicos en Costa Rica han dejado un invaluable número de lecciones aprendidas, experiencias y conocimiento que pueden ser adaptadas para la gestión de Áreas Marinas Protegidas, Áreas de Pesca Responsable, Corredores Marinos y Manejo de Paisajes Marino-Costeros de Costa Rica.

Una propuesta para Costa Rica

La alta diversidad y riqueza en recursos marino costeros que caracteriza a Costa Rica se fundamenta en el acceso a

dos costas, el Pacífico y el Caribe, y en su amplio territorio marino. Este último, con una extensión de 589,683 km², diez veces mayor que el territorio terrestre (51,100 km²). Otras características de importancia que favorecen esta condición son: el Domo Térmico de Costa Rica, la dorsal oceánica de Cocos y la fosa oceánica mesoamericana, todas en el Pacífico, en donde convergen numerosos recursos biológicos, minerales e hidrotermales todavía sin explorar (CIZZE-CR, 2008; Cortez y Wehermann, 2009; SINAC, 2009a).

En general, la biodiversidad marina del país comprende un total de 6,778 especies, que representan el 3.5% de todas las especies marinas conocidas en el mundo. De éstas, 4745 están registradas para la costa Pacífica y 2321 para el Caribe, 288 se comparten en ambas costas y 85 especies son endémicas para el país (Wehermann *et al.*, 2009). En este sentido, se resalta la importancia de la Isla del Coco, porque el 41.2% de los endemismos están en esa isla. Aún más, ésta aumenta considerablemente la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de Costa Rica, confiriéndole frontera marina con Colombia y Ecuador además de Nicaragua y Panamá (Wehermann *et al.*, 2009; Cortez y Wehermann, 2009).

En la actualidad, Costa Rica tiene dieciocho áreas protegidas marinas, que administran el 23% de la línea de costa pacífica y el 29% de la línea de costa caribeña, el 17.2% de sus aguas marinas territoriales bajo protección y solamente el 0.9% de la ZEE bajo conservación, lo que representa una extensión protegida del área jurisdiccional marina del 0.01%, lo cual es insuficiente ante las enormes presiones de uso, contaminación y vulnerabilidad climática a la cual están sometidos estos ecosistemas (Estado de la Nación, 2008; Estado de la Nación, 2009; SINAC, 2009b).

Asimismo, la Estrategia Nacional para la gestión integral de los recursos marinos y costeros de Costa Rica (CIZEE-CR, 2008) y el Plan de Implementación: GRUAS II Ámbito Marino Fase I (2008-20012) (SINAC, 2009b) identificaron como limitantes para su implementación la falta de articulación y coordinación entre organizaciones e instituciones, una limitada capacidad técnica y experiencia en la administración y manejo del recurso, vacíos en el marco legal y administrativo, y poca capacidad de gestión.

El país cuenta con la Red Nacional de Corredores Biológicos integradas por las organizaciones con injerencia nacional en la mayoría de los sectores científico, ambientalista, agropecuario, turístico, hídrico, planificación,

entre muchos más. En este sentido, estos corredores deben servir como plataforma para la gestión y conservación de paisajes marinos.

El primer paso para establecer un corredor biológico consiste en identificar aquellos elementos de la biodiversidad que se desean conservar. Estos pueden ser ecosistemas, especies o ambos. En el caso de los corredores biológicos en Costa Rica, antes de que iniciara el CBM en 1999, el país elaboró la Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con fines de Conservación de la Biodiversidad, conocido como GRUAS I. El objetivo de la propuesta era determinar la extensión territorial requerida para conservar al menos el 90% de la biodiversidad del país (García, 1996). Esta fue la base para identificar las zonas prioritarias para el establecimiento de corredores biológicos. Diez años después, el país elaboró GRUAS II para reevaluar las metas de conservación.

A diferencia de GRUAS I, esta nueva propuesta, además de contemplar vacíos de conservación terrestre, evaluó vacíos en aguas continentales y ecosistemas marinos y costeros (SINAC, 2008b). En cuanto al componente marino, el estudio identificó 35 sitios de importancia para la conservación marino costera. Esta propuesta de conservación cubre un espacio de 20,071 km², de los cuales el 90.5% (19,076 km²) están por fuera de las AP y se distribuyen en 1,323 km² para el litoral del Caribe y 17,753 km² para el Pacífico (SINAC, 2008b). Lo anterior deja claro que las AP no están siendo suficientes para conservar estos sitios de importancia.

Por otro lado, de estos 35 vacíos de conservación marinos, seis están ubicados en altamar y 28 a lo largo de la costa, 23 en la pacífica y cinco en la atlántica. De esta forma, de los 23 sitios en el Pacífico solamente cuatro no están dentro de corredores biológicos, mientras que en el atlántico, solamente uno está fuera de los corredores biológicos (Figura 1) (SINAC, 2009b). Asimismo, es indiscutible la importancia de integrar esfuerzos con estos corredores biológicos, para que además de interconectar a las AMP, también incluyan dentro de su planificación estratégica una línea para la gestión de los recursos marino costeros.

Asimismo, GRUAS II hace un llamado para integrar las estrategias de conservación orientadas a los componentes: terrestre, dulceacuícola y marino costero (SINAC, 2008a). La mayoría de los corredores biológicos en el país, dedican importantes esfuerzos al rescate del recurso hídrico, siendo este un primer paso hacia la integración con el componente

dulceacuícola. De igual forma, este proceso se debe dar hacia lo marino. En el caso del Corredor Biológico Paso de la Danta (ubicado al sur de la costa del Pacífico), este invierte importantes esfuerzos a la conservación de playas de anidamiento de tortugas marinas y a la conservación de manglares.

Es importante tener claro que los factores biofísicos clave para la conectividad terrestre son diferentes en el ámbito marino. Una de las diferencias más obvias es la prevalencia de un medio fluido y tridimensional en los ambientes marinos (Carr *et al.*, 2003; Dudley, 2009). Esta condición ambiental influencia procesos ecológicos como las migraciones ontogenéticas entre diferentes hábitats (Carr *et al.*, 2003; Mumby, 2006), tanto para vertebrados (Bellwood *et al.*, 2004; Whaylen *et al.*, 2006) y grandes predadores (Carr *et al.*, 2003) como invertebrados (Hiddink, 2003); incluso entre hábitats dulceacuícolas y el mar (Lenormand *et al.*, 2004). Así mismo, genera la existencia de flujos multi-direccionales como olas, mareas y corrientes (Dudley, 2009), que influyen sobre dinámicas de transporte de materiales y organismos generando patrones de conectividad y dispersión a pequeña y gran escala entre hábitats, ecosistemas y regiones (Roberts y Suhayda, 1983; Reeb *et al.*, 2000; Carr *et al.*, 2003). Esta característica tiene una profunda influencia sobre la estructura (abierto) de diferentes poblaciones, las interacciones tróficas entre especies y la capacidad de las especies para responder espacialmente a cambios ambientales (Carr *et al.*, 2003). Otro factor a tomar en consideración son los ciclos de vida de las especies de interés. Esto debido a que la protección completa puede sólo ser necesaria durante épocas y lugares definidos para proteger periodos y áreas reproductivas. Ecosistemas tales como los arrecifes de coral, estuarios y praderas de pastos marinos son imprescindibles para el mantenimiento de los ciclos de vida de varias especies (Reid *et al.*, 2009). Incluso, las escalas a las que se produce la conectividad marina pueden ser muy extensas, abarcando jurisdicciones de diferentes países e interacciones entre el mar y la tierra (Carr *et al.*, 2003; Dudley, 2009).

Aunado a lo anterior, las áreas marinas son consideradas “zonas comunes” o bienes de uso común, sin un régimen de tenencia, en las cuales el control de acceso, el uso, la protección y la conservación resultan particularmente difíciles de regular y gestionar (Hardin, 1968; Dietz *et al.*, 2003). Igualmente compleja es la aplicación de límites y restricciones a influencias externas, teniendo en cuenta que las AMP están “abiertas” a influencias que ocurren fuera del área de control (Dietz *et al.*, 2003; Dudley, 2009).

Por tal razón, es necesario que dentro de estos corredores existan diferentes categorías de manejo que les permita gestionar estos ecosistemas dentro de los límites de su funcionamiento, sin dejar de lado, la importancia que estos tienen dentro de la economía de las comunidades humanas que dependen de ellos (Agardy, 1994; Allison *et al.*, 1998; Halpern y Warner, 2002; Halpern, 2003; Agardy *et al.*, 2003; Lubchenco *et al.*, 2003; Laffoley, 2008; Wood *et al.*, 2008).

Considerando lo anterior, en el año 2008, se ampliaron las categorías de manejo de AP, incluyendo dos categorías establecidas específicamente para áreas marinas: las Reservas Marinas y las Áreas Marinas de Manejo (Gaceta no. 68 del 2008, Decreto #34433-MINAE, reglamento a la Ley de Biodiversidad). Así mismo, en el año 2009 se oficializó el reglamento para el establecimiento de Áreas Marinas de Pesca Responsable por medio del Decreto #35502-MAG, que establece al Instituto Costarricense de Acuicultura y Pesca (INCOPEPESCA) como la instancia encargada de la gestión de dichas áreas.

CONSIDERACIONES FINALES

La importancia mundial que han tomado las acciones de conservación de los recursos marinos y costeros, además de las metas de conservación mundiales, indica que el momento es oportuno para plantear estrategias que integren los componentes terrestre, dulceacuícola y marino costero. A su vez, es imprescindible que se promuevan modelos de gobernanza que reconozcan el aporte de las comunidades a la conservación de sitios clave, junto con la funcionalidad de los ecosistemas, que proporcionan servicios a la sociedad. El establecimiento de áreas para la conservación, la pesca responsable, y el buen uso de los recursos marinos deben integrarse mediante sistemas comprensivos, que estén efectivamente manejados y que sean ecológicamente representativos.

No se trata de crear otras plataformas de gestión, se trata de integrar esfuerzos con iniciativas ya existentes. Los procesos de implementación de corredores biológicos en el país han demostrado que estas estrategias generan considerables beneficios para las comunidades presentes en estas áreas, ya que han servido como alternativas para la inclusión y participación social, permitiendo una mejora en el manejo del paisaje, lo que ha favorecido una descentralización y una mejor gobernanza. Así mismo, fortalecen una identidad cultural, la cohesión social, además de mejorar la calidad de vida de las personas.

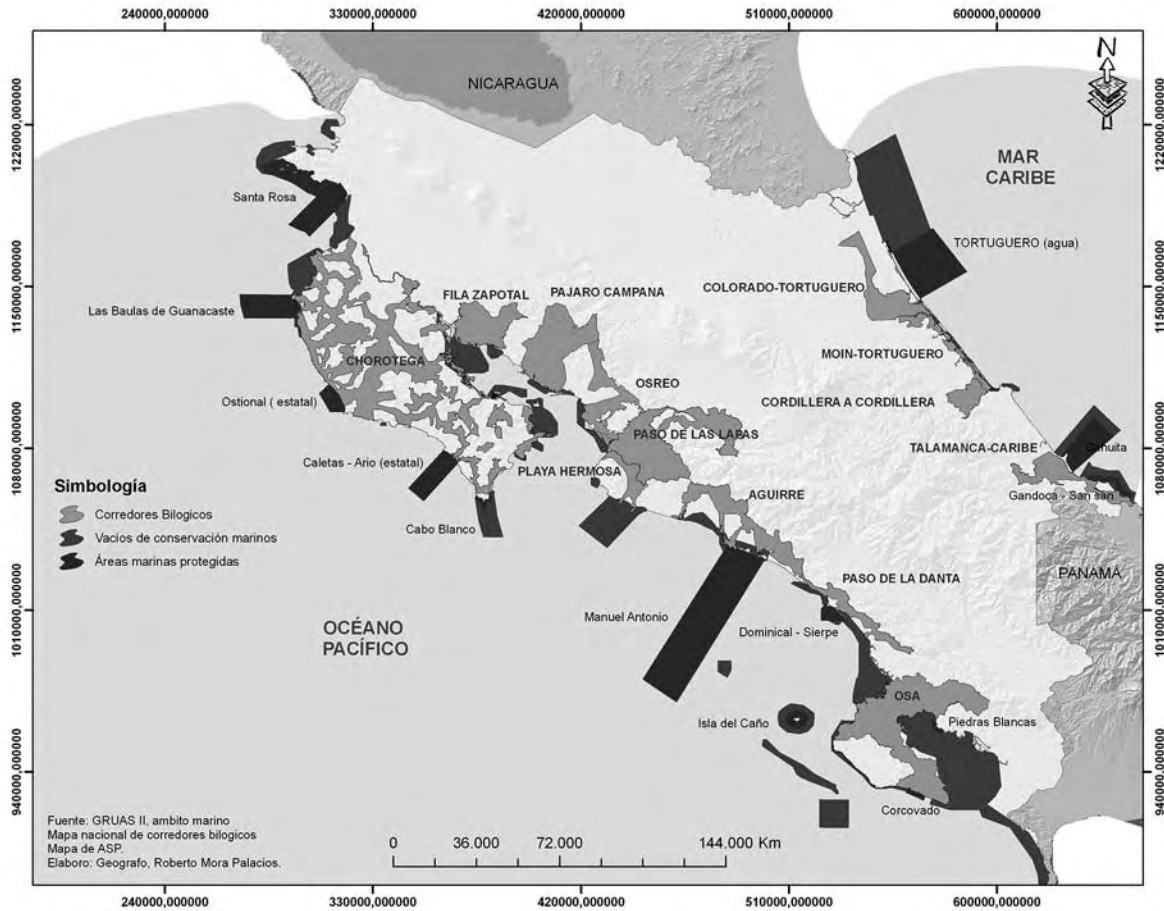


Figura 1. Vacíos de Conservación Marina, Áreas Protegidas y Corredores Biológicos en Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Roberto Mora por su colaboración en la elaboración del mapa utilizado en la presente Nota Científica, así como todos sus aportes en la elaboración de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

Agardy, T. 1994. Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. *Trends in Ecology and Evolution* 9(7): 267-270.

Agardy, T. 2000. Opportunities and constrains for using marine protected areas to conserve reef ecosystems. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*. Bali, Indonesia. 23-27 October. pp. 7.

Agardy, T., P. Bridgewater, M. Crosby, J. Day, P. Dayton, R. Kenchington, D. Laffoley, P. McConney, P. Murray, J. Parks y L. Peau. 2003. Dangerous targets? Unresolved

issues and ideological clashes around marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Fresh Water Ecosystems* 3: 353-367.

Allison, G., J. Lubchenco y M. Carr. 1998. Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecological Applications* 8(1): 79-92.

Bellwood, D. R., T. P. Hughes, C. Folke y M. Nystrom. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 424: 827-833.

Bennett, A. 1998. Enlazando el paisaje: el papel de los corredores biológicos y la conectividad en la conservación de la vida silvestre. IUCN. Gland, Suiza. 276 p.

Bennett, G. 2004. Integrating biodiversity conservation and sustainable use: lessons learned from ecological networks. IUCN. Gland, Suiza y Cambridge, UK. 55 p.

- Brander, K. M. 2007. Global fish production and climate change. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 104(50): 19709-19714.
- Canet-Desanti, L. 2009. Diagnóstico Nacional sobre la efectividad de manejo de los corredores biológicos de Costa Rica (en línea). Consultado el 20 de enero 2010. Disponible en www.corredoresbiologicos.go.cr.
- Canet-Desanti, L., B. Finegan, C. Bouroncle, I. Gutiérrez y B. Herrera. 2008. El monitoreo de la efectividad de manejo de corredores biológicos: una herramienta basada en la experiencia de los comités de gestión en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 54: 51-58.
- Carr, M., J. Neigel, J. Estes, S. Andellman, R. Warner y J. Largier. 2003. Comparing marine and terrestrial ecosystems: implications for the design of coastal marine reserves. *Ecological Applications* 13(1): S90-S107.
- Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica (CIZEE-CR). 2008. Estrategia nacional para la gestión integral de los recursos marinos y costeros de Costa Rica. San José, Costa Rica. 74 p.
- Convención sobre Diversidad Biológica (CDB). 2002. Objective and structure of the Program of Work on Protected Areas. Disponible en: <http://www.cbd.int/protected/objectives.shtml>.
- Cortez, J. e I. Wehermann. 2009. Diversity of marine habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica. *In*: Wehermann, I. y J. Cortez (eds.). *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Verlag. San José, Costa Rica. pp. 1-45.
- Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible (CMDSD). 2002. Plan de implementación de la cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible. Johannesburgo Agosto 24-Septiembre 4. Disponible en: http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/WSSD_PlanImpl.pdf.
- Dietz, T., E. Ostrom y P. Stern. 2003. The struggle to govern the commons. *Science* 302: 1907-1912.
- Domínguez, C., J. Chirch, N. White, P. Gleker, S. Wijffels, P. Barker y J. R. Dunn. 2008. Improved estimates of upper ocean warming and multidecadal sea level rise. *Nature* 453: 1090-1092.
- Doney, S., V. Fabry, R. Feely y J. Kleypas. 2009. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Annual Review of Marine Science* 1: 169-192.
- Dudley, N. 2009. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. UICN. Gland, Suiza. 96 p.
- Estado de la Nación. 2008. Decimocuarto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Programa estado de la nación en desarrollo humano sostenible (Costa Rica). San José, Costa Rica. pp. 64.
- Estado de la Nación. 2009. Decimoquinto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible. Programa estado de la nación en desarrollo humano sostenible (Costa Rica) San José, Costa Rica. pp. 64.
- García, R. 1996. Propuesta Técnica de Ordenamiento Territorial con Fines de Conservación de Biodiversidad: Proyecto GRUAS. Informe de país: Costa Rica. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano. CCA-PNUD/GEF-RLA/95/G41. San José, Costa Rica. 114 p.
- Green, B. J. y J. Paine. 1997. State of the world's protected areas at the end of the twentieth century. Paper presented at UICN Commission on Protected Areas Symposium on "Protected Areas in the 21st century: from islands to networks". Albany, Australia. 24-29 November.
- Guinotte, J., J. Orr, S. Cairns, A. Freiwald, L. Morgan y R. George. 2006. Will human induced changes in sea water chemistry alter the distribution of deep sea scleractinian corals? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4(1): 141-146.
- Halpern, B. 2003. The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications* 13(1): 117-137.
- Halpern, B. y R. Warner. 2002. Marine reserves have rapid and lasting effects. *Ecology Letters* 5: 361-366.
- Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science*. 162(3859): 1243-1248.

- Herr, D. y G. Gallad. 2009. The ocean and climate change. Tools and guidelines for action. UICN, Gland, Suiza. 72 p.
- Herrera, B. y B. Finegan. 2008. La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: experiencias recientes y desafíos para Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente 54: 4-13.
- Hiddink, J. G. 2003. Modeling the adaptive value of intertidal migration and nursery use in the bivalve *Macoma balthica*. Marine Ecology Progress Series 252: 73-185.
- Hobbs, R. 1993. Can revegetation assist in the conservation of biodiversity in agricultural areas? Pacific Conservation Biology 1: 389-391.
- Jackson, J., M. Kirby, W. Berger, K. Bjorndal, L. Botsford, B. Bourque, R. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J. Estes, T. Hughers, S. Kidwell, K. Lange, H. Lenihan, J. Pandolfi, C. Peterson, R. Stenek, M. Tegner y R. Warner. 2001. Historical over-fishing and recent collapse of coastal ecosystems. Science 293: 629-637.
- Jennings, S. y M. J. Kaiser. 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. Advances in Marine Biology 34: 201-352.
- Kazarian, U. 2006. Islands of garbage continue to grow in the pacific. Sustainable Development Law and Policy 7(1): 1-63.
- Kelleher, G. y R. Kenchington. 1992. Guidelines for establishing Marine Protected Areas. A marine conservation and development report. IUCN. Gland, Suiza. 79 p.
- Laffoley, D. 2008. El camino hacia las redes mundiales de áreas marinas protegidas. Plan de acción de la Comisión Mundial de Áreas Protegidas. UICN-CMAP. Gland, Suiza. 22 p.
- Lenormand, S., J. Dodson y A. Menard. Seasonal and ontogenetic patterning the migration of anadromous brook Charr (*Salvelinus fontinalis*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science 61: 54-67.
- Levin, S. y J. Lubchenco. 2008. Resilience, robustness and marine ecosystem based management. BioScience 58(1): 1-7.
- Lewison, R., L. Crowder, A. Read y S. Freeman. 2004. Understanding impacts of fisheries by-catch on marine megafauna. Trends in Ecology and Evolution 19(11): 598-604.
- Lubchenco, J., S. Palumbi, S. Gaines y S. Andelman. 2003. Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. Ecological Applications 13(1): S3-S7.
- Manning, A. y R. Keeling. 2006. Global oceanic and land biotic carbon sinks from the Scripps atmospheric oxygen flask sampling network. Tellus 58B: 95-116.
- Meehl, G., W. Washington, W. Collins, J. Arblaster, A. Hu, L. Buja, W. Strand y H. Teng. 2005. How much more global warming and sea level rise? Science 307: 1769-1772.
- Miller, K., E. Chang y N. Johnson. 2001. En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano. World Resources Institute, World Wildlife Foundation y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación. Washington, USA. 49 p.
- Mumby, P. 2006. Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. Biological conservation 128: 215-222.
- Myers, R. A., J. Baum, T. Shepherd, S. Powers y C. Peterson. 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. Science 315: 1846-1850.
- Myers, R. A. y B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature 423: 280-283.
- Noss, R. 1991. Landscape connectivity: different functions at different scale. *In*: Hundson, W. (ed.). Landscape linkages and biodiversity. Defender of Wildlife. USA. 196 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2008. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma, Italia. 218 p.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Foese y F. Torres. 1998. Fishing down marine food webs. Science New Series 279(5352): 860-863.
- Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB). 2009. Plan Estratégico 2009-2014. Sistema Nacional de

- Áreas de Conservación (SINAC). San José, Costa Rica. 37 p.
- Reeb, C. A., L. Arcangeli y B. A. Block. 2000. Structure and migration corridors in Pacific populations of the sword fish (*Xiphius gladius*), as inferred through analysis of mitochondrial DNA. *Marine Biology* 236: 1123-1131.
- Reid, C., J. Marshall, D. Logan y D. Kleine. 2009. Coral reefs and climate change, the guide for education and awareness. The University of Queensland, Brisbane. 256 p.
- Roberts, H. y J. Suhayda. 1983. Wave current interactions on a shallow reef, Nicaragua Central America. *Coral Reefs* 1(1): 209-214.
- Sabine, C., R. Feely, N. Gruber, R. Key, K. Lee, J. Bullister, B. Tilbrook, F. Millero, T. H. Peng, A. Kozyr, T. Ono T y A. Ríos. 2004. The oceanic for anthropogenic CO₂. *Science* 305: 368-371.
- Sabine, C. y N. Gruber. 2005. Response to comment on the ocean sinks for anthropogenic CO₂. *Science* 308: 1743.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2008a. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. *En*: Volumen I: análisis de vacíos de representatividad e integridad de la biodiversidad terrestre. San José, Costa Rica. 60 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2008b. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. *En*: Volumen II: Análisis de vacíos de representatividad e integridad de la biodiversidad de los sistemas de aguas continentales. San José, Costa Rica. 93 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2009a. GRUAS II: Propuesta de ordenamiento territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. *En*: Volumen III: análisis de vacíos de representatividad e integridad de la biodiversidad marina y costera. San José, Costa Rica. 60 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). 2009b. Plan de implementación: Grúas ámbito Marino. *En*: Fase I (2008-2012): fortalecimiento de las capacidades para la gestión. San José, Costa Rica. 54 p.
- Solomon, S., G. K. Plattner, R. Knutti y P. Friedlingstein. 2009. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 106(6): 1704-1709.
- Stevens, J. D., R. Bonfil, N. K. Dulvy y P. A. Walker. 2000. The effect of fishing on sharks, rays and chimeras (Chondriactians) and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science* 57: 476-494.
- Stramma, L., G. Johnson, J. Sprintall y V. Mohrholz. 2008. Expanding oxygen minimum zones in the tropical oceans. *Science* 320: 655-657.
- Wehermann, I., J. Cortez y S. Echeverria-Saenz. 2009. Marine biodiversity of Costa Rica: perspectives and conclusions. *In*: Wehermann, I. y J. Cortez (eds.). *Marine biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Verlag. San José, Costa Rica. pp. 521-530.
- Whaylen, L., P. Bush, B. Johnson, C. Luke, C. Macoy, S. Heppel, B. Semmens y M. Boardman. 2006. Aggregation dynamics and lessons learned from monitoring Nassau grouper spawning aggregations in Little Cayman island. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute Proceedings*. Disponible en: <http://www.reef.org/data/Whaylenetal2006GCFI.pdf> Pp. 1 -14
- Wood, L. J., L. Fish, J. Laughren y D. Pauly. 2008. Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action. *Oryx* 42: 340-351.
- World Bank. 2009. Convenient solutions to an inconvenient truth: ecosystem based approaches to climate change. Environment and Development. Washington DC. USA. 132 p.
- Worm, B., E. Barbier, N. Beaumont, E. Duffy, C. Folke, B. Halpern, J. Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. Palumbi, E. Sala, K. Selkoe, J. J. Stachowicz y W. Watson. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314: 787-790.
- Young, L., C. Vanderlip, D. Duffy, A. Vsevolod y S. Shaffer. 2009. Bringing home the trash: do colony based differences in foraging distribution lead to increased plastic ingestion in Laysan albatrosses? *PLoS ONE* 4(10): 1-2.

