

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
PROVISTOS POR LOS MANGLARES
DEL GOLFO DE NICOYA



Investigadores

Marcello Hernández-Blanco

Robert Costanza

Miguel Cifuentes-Jara

San José, Costa Rica

Octubre 2018

Fotografía por LUMA





Fotografía por LUMA



VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
PROVISTOS POR LOS MANGLARES
DEL GOLFO DE NICOYA



Esta investigación se hizo en el marco del Proyecto “Mejorar la conservación de los manglares en el Paisaje Marino del Pacífico Este Tropical (ETPS) a través del desarrollo e implementación de estrategias regionales y nacionales”.

Investigadores

Marcello Hernández-Blanco
Robert Costanza
Miguel Cifuentes-Jara

San José, Costa Rica
Octubre 2018

Citar como:

Hernández-Blanco, M; Costanza, R; Cifuentes-Jara, M (2018). *Valoración económica de los servicios ecosistémicos provistos por los manglares del Golfo de Nicoya*. San José, Costa Rica: Conservación Internacional.

11	RESUMEN EJECUTIVO
13	INTRODUCCIÓN
23	MÉTODOS
28	RESULTADOS
45	DISCUSIÓN
49	CONCLUSIONES
50	REFERENCIAS
54	APÉNDICE 1 Expertos entrevistados para la validación de la lista de servicios ecosistémicos
55	APÉNDICE 2 Referencias según método de valoración y servicio ecosistémico
62	APÉNDICE 3 Estadística sobre pesca artesanal en el Golfo de Nicoya
65	APÉNDICE 4 Mapas generados por el modelo de Vulnerabilidad Costera de INVEST



TABLA DE CONTENIDOS



ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACAT: Área de Conservación Arenal Tempisque

ACOPAC: Área de Conservación Pacífico Central

ACT: Área de Conservación Tempisque

BDVSE: Base de Datos de Valoración de Servicios Ecosistémicos

CCAD: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo

DDP: Disponibilidad De Pago agregada

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

GIZ: Agencia Alemana para la Cooperación Internacional

INCOPECA: Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura

INVEST: Valoración Integrada de Servicios Ecosistémicos y Compensaciones

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

MAC: Costo Marginal de Reducción del Carbono

REDD: Reducción de Emisiones por Degradación y Deforestación

SCC: Costo Social del Carbono

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

TEEB: La Economía de los Ecosistemas y de la Biodiversidad



VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PROVISTOS POR LOS MANGLARES DEL GOLFO DE NICOYA



RESUMEN EJECUTIVO

Los bosques de manglar han sido el ecosistema estuarino más estudiado en el Golfo de Nicoya, con una cobertura total de 20,739 ha. Debido a la naturaleza de bien público de muchos de los servicios ecosistémicos del manglar, no existen mercados para ellos y existe un potencial limitado para gestionarlos con los mercados convencionales. Y debido a las dificultades para estimar el valor de estos servicios no comercializados, los manglares a menudo están subvalorados en el análisis de costo-beneficio de la conservación en comparación a los usos comerciales del suelo, lo que provoca su degradación y pérdida. En este estudio se aplicó un enfoque híbrido para estimar el valor de los servicios ecosistémicos de los bosques de manglar en el Golfo de Nicoya, utilizando la transferencia de beneficios tradicional y la transferencia de beneficios modificada por expertos para 11 servicios ecosistémicos. Además se realizaron estudios primarios para 3 servicios ecosistémicos (pesca, regulación del clima y protección costera), incluyendo el uso de modelos de INVEST en combinación con la transferencia de beneficios. Usando la transferencia de beneficios tradicional, se estimó el valor económico de 11 servicios ecosistémicos de estos manglares en \$812 millones por año (mediana = \$88 millones por año), y el valor promedio total de los servicios ecosistémicos proporcionados por la extensión total de manglares en Costa Rica en \$1.5 mil millones por año (mediana = \$160 millones/año).

Al aplicar la transferencia de beneficios modificada por expertos, se estimó que el valor promedio total de los bosques de manglar del Golfo de Nicoya es de \$470 millones por año y un valor mediano de \$75 millones por año. Combinando los valores de la transferencia de beneficios modificada por expertos con las estimaciones de los estudios primarios, se calculó el valor promedio total de los servicios ecosistémicos evaluados de los bosques de manglar en el Golfo de Nicoya en \$ 408 millones por año, y un valor mediano total de \$ 86 millones. Esta comparación entre métodos es la primera hecha en el mundo para manglares y posiblemente para otros ecosistemas, hasta donde los autores tienen conocimiento, siendo una herramienta útil para la adecuada aplicación de estos. Teniendo en cuenta el valor mediano total de los servicios ecosistémicos de los manglares, este representa el 0.16% del PIB en Costa Rica en 2015.





1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define los manglares como bosques costeros que se encuentran en estuarios protegidos y a lo largo de las riberas de ríos y lagunas en los trópicos y subtrópicos. Spalding (2010, pp 1) define los manglares como “árboles o arbustos grandes, incluyendo helechos y palmas, que normalmente crecen en o adyacentes a la zona inter mareal y que han desarrollado adaptaciones especiales para sobrevivir en este ambiente”. El término manglar puede ser usado tanto para el ecosistema (que representa una interfase entre el ambiente terrestre y el marino que recibe entradas de agua del océano provenientes de las mareas y de agua dulce, sedimentos, nutrientes y depósitos de limo de los ríos) como para los árboles y arbustos (dependiendo de la topografía, el clima y las características edáficas) que habitan este ambiente de marea (FAO, 2007b).

Los manglares se pueden encontrar en 123 países. Están mayoritariamente restringidos a los trópicos y a algunas regiones templadas (Spalding, 2010). Cubren aproximadamente el 8% de la línea costera mundial y están distribuidos a lo largo del 25% de la línea costera tropical (Acharya, 2002). La FAO determinó que el área global de manglares es aproximadamente 15.2 millones de hectáreas. Las áreas de manglar más extensas están en Asia, África, Norte y Centro América. Indonesia, Australia, Brasil, Nigeria y México, juntos representan el 48% del total del área global, y 65% del área total de manglares se encuentra en 10 países, el resto se divide en 113 países (FAO, 2007a). Imbach y Windevoxhel estimaron que solo el 7% de los bosques naturales en Centro América son manglares (Imbach & Windevoxhel-Lora, 1998).

En el 2015, el número de personas viviendo dentro de 10 km de áreas significantes de manglar era aproximadamente

120 millones. La mayoría de la población que vive cerca de manglares en países en desarrollo en Asia y África del Oeste y Central, dependen de los recursos de estos ecosistemas para sus medios de vida y bienestar (Mukherjee et al., 2014). Los manglares proveen valiosos servicios ecosistémicos (i.e., los beneficios que las personas obtienen de ecosistemas saludables) a las comunidades locales y a la población mundial, los cuales serán descritos en detalle más adelante en este estudio. Estos servicios no han sido considerados totalmente en la toma de decisiones, lo que ha causado un impacto negativo significativo sobre los manglares y el bienestar humano.

De 1980 al 2005, aproximadamente 35,600 km² de manglares se perdieron a nivel global. La cobertura de manglares original era de aproximadamente 200,000 km² y 25% se ha perdido debido a causas antropológicas (Spalding, 2010). Los manglares están desapareciendo globalmente a una tasa anual de 1-2% (Barbier et al., 2011). Sin embargo, la tendencia no es uniforme mundialmente, mostrando una desaceleración de la tasa de pérdida de manglares en la mayoría de las regiones desde el año 2000, y una tasa mayor en Asia, que es la región con la mayor área de manglares (Russi et al., 2013).

Las principales causas de la pérdida de manglares son el desarrollo de la acuicultura, la deforestación (para leña y otros usos de la tierra como la urbanización y la agricultura) y la desviación de cauces de agua dulce. Por ejemplo, América Latina ha perdido sus manglares debido a la expansión de la agricultura y la ganadería, la corta para leña y materiales de construcción, y la acuicultura de camarón (Millennium Ecosystem Assessment, 2005b). Otras amenazas incluyen la contaminación, la fragmentación y el aumento del nivel del mar (Brander et al., 2012).



Fotografía por LUMA

MANGLARES DE COSTA RICA

En Costa Rica, los manglares se definen de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales propuesto por la Convención de RAMSAR. Así son considerados “sistemas estuarinos” y, más específicamente “humedales intermareales arbolados”. Según el Decreto Ejecutivo 35803-MINAET, la presencia de un manglar se define en Costa Rica por la presencia de las siguientes especies: *Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, *Pelliciera rhizophorae*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, *A. bicolor* y *Conocarpus erecta*¹.

Costa Rica tiene extensas áreas de manglar a lo largo de su costa Pacífica. Aquí, los bosques de manglar están dentro de los mejor desarrollados, más diversos y más grandes de América Central. Los manglares del Pacífico representan el 99% de la cobertura total de manglares del país, y consisten en las siguientes especies nucleares: manglar

salado (*Avicennia bicolor*), manglar negro (*Avicennia germinans*), manglar botón (*Conocarpus erectus*), manglar blanco (*Laguncularia racemosa*), manglar piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), manglar rojo (*Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa*), y mangle caballero (*Rhizophora harrisonii*) (Kappelle, 2016).

En la parte noroeste de la costa del Pacífico, los manglares tienden a ser más pequeños (hasta 12 m de altura en Potrero Grande, por ejemplo) posiblemente debido a la prolongada estación seca de diciembre a abril. Un poco más al sur, en condiciones más estuarinas, como los manglares de Tamarindo, los árboles de *Rhizophora mangle* pueden alcanzar los 25-30 m de altura (Spalding, 2010).

La costa Caribe tiene condiciones biofísicas muy diferentes, con una costa dominada por playas arenosas y un pequeño rango de mareas. El sitio de manglares más importante aquí se encuentra al sur, alrededor de la laguna de Gandoca (Spalding, 2010).

¹ En el anexo 1 de ese mismo decreto se puede encontrar una lista completa de las especies que pueden encontrarse en un manglar.

Una de las estimaciones más recientes del área total de manglares en Costa Rica, en 2013, fue de 36,250 ha (Programa REDD/CCAD-GIZ - SINAC, 2015) (Figura 1). La FAO había estimado previamente la extensión de los manglares en el país en el 2000 en 41,840 ha y en 1980 en 63,400 ha (FAO, 2007a). Aunque se han aplicado diferentes técnicas para calcular la cobertura total de manglares en el país, de acuerdo con estos datos, Costa Rica ha perdido aproximadamente 27,150 ha o el 43% del área original de manglares entre 1980 y 2013; una tasa de pérdida anual de 1.3%.

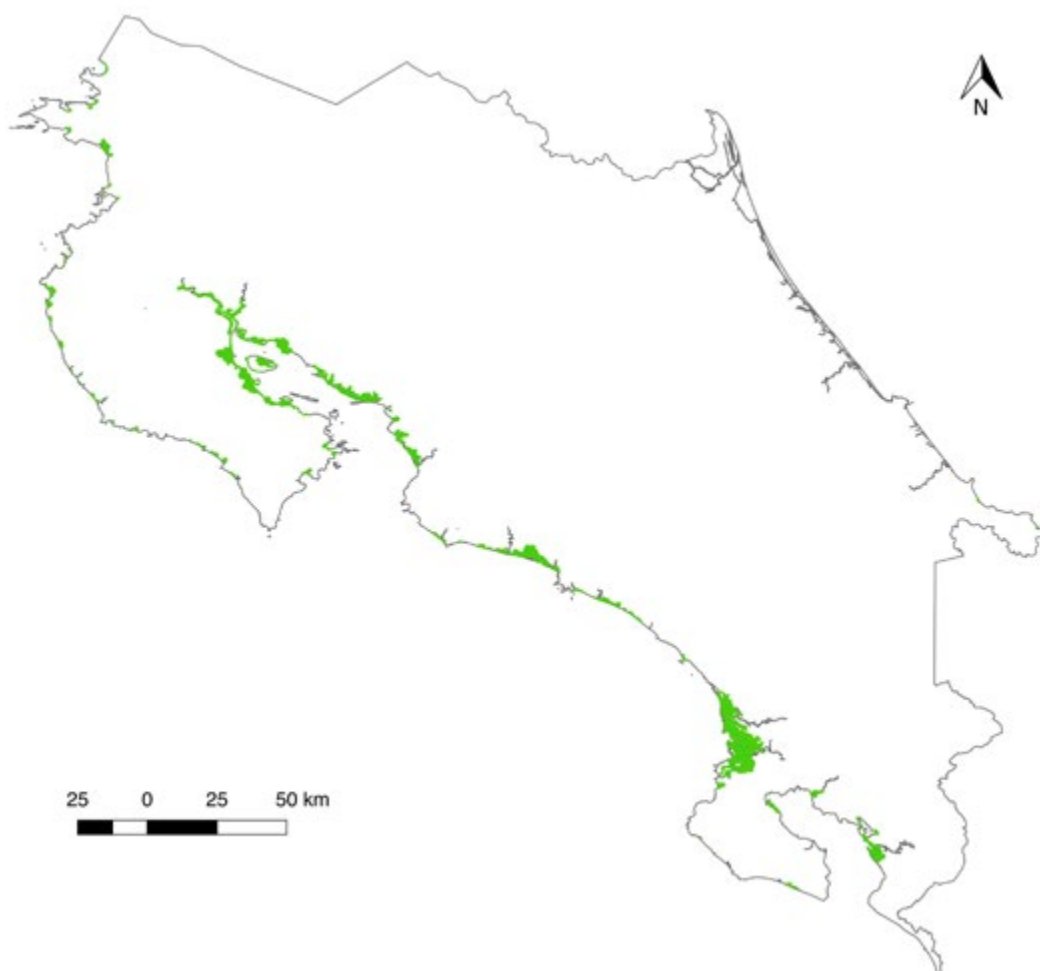


Figura 1. Manglares de Costa Rica en 2013.

Fuente: Programa REDD/CCAD-GIZ - SINAC, 2015

Los manglares en Costa Rica, como en otras partes del mundo, se han visto significativamente afectados por actividades humanas como la extracción de productos forestales como ácido tánico (extraído de la corteza de *Rhizophora*), carbón y materiales de construcción, entre otros. Entre 1960 y 1980, los manglares en algunas áreas (especialmente en el Golfo de Nicoya) se drenaron y se convirtieron en campos de arroz, estanques de sal, campos agrícolas y estanques de camarones (FAO, 2005c). En la costa del Pacífico, los manglares se han utilizado como vertederos o se han rellenado (Kappelle, 2016). Sin embargo, los manglares en Costa Rica ahora están mayormente protegidos por ley y su pérdida se ha desacelerado (Zamora-Trejos & Cortés, 2009).



GOLFO DE NICOYA

El Golfo de Nicoya se encuentra en la parte noroeste de la costa del Pacífico de Costa Rica. Es uno de los sistemas ecológicos y geográficos más importantes del país. Los ríos Tempisque, Barranca y Grande de Tárcoles drenan hacia el Golfo creando un estuario altamente productivo (Kappelle, 2016). Representa uno de los estuarios más grandes de América Central, con una superficie de 1,530 km² (Fernández, Alvarado, & Nielsen, 2006).

La forma del golfo y su batimetría determina tres regiones principales (Figura 2): (1) la región interna y poco profunda, que se extiende desde una línea entre la punta de la península de Puntarenas y la isla de San Lucas hasta la desembocadura del río Tempisque; (2) la región media, con límites al sur con una línea desde las Islas Negritos en la costa oeste hasta Puerto Caldera en la costa este; y (3) la región inferior, desde Islas Negritos hacia el sur en una línea que cruza el Golfo desde Bahía Ballena hasta Bahía Herradura (Rivera, 2018). La parte interna del golfo está

rodeada principalmente por bosques de manglar, planicies mareales y playas de arena (Kappelle, 2016).

En un análisis de partes interesadas y beneficiarios del Golfo de Nicoya desarrollado por la Fundación Marviva para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), se encontró que en las 21 comunidades evaluadas², el 100% de estas comunidades se dedicaban a la pesca, el 35% a extracción de moluscos, 29% a monocultivos y 10% al turismo, entre otras actividades menos frecuentes desarrolladas por estas comunidades (Proyecto Golfos, 2012b).

2 Chacarita, Barrio El Carmen, Chomes, Punta Morales (que incluye Cocorocas), Costa de Pájaros, Manzanillo, Colorado, San Buenaventura, Puerto Níspero, Pochote, Puerto Jesús, Puerto Thiel, Corozal, Jicaral, Lepanto, Cabo Blanco, Paquera, Bahía Tambor, Cabuya, Isla Chira e Isla Venado.

Las formaciones de manglar se ven favorecidas por la interacción de la escorrentía de agua dulce de los ríos que fluyen hacia ellos y del agua salada del mar. La gran cantidad de sedimentos y nutrientes que se depositan en esta área por los ríos y mareas que afluyen soportan la productividad de los manglares. Las principales especies de manglares en el golfo son *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Avicennia germinans*, *Avicennia bicolor* y *Laguncularia racemosa* (Proyecto Golfos, 2012a).

Los bosques de manglar han sido el ecosistema estuarino más estudiado en el Golfo de Nicoya (Kappelle, 2016). La cobertura total de manglares en el Golfo es 20,739 ha (Rivera, 2018) que está bajo el manejo de tres Áreas de Conservación del SINAC: Área de Conservación Arenal Tempisque (ACAT), Área de Conservación Pacífico Central (ACOPAC) y Área de Conservación Tempisque (ACT) (Figura 2).

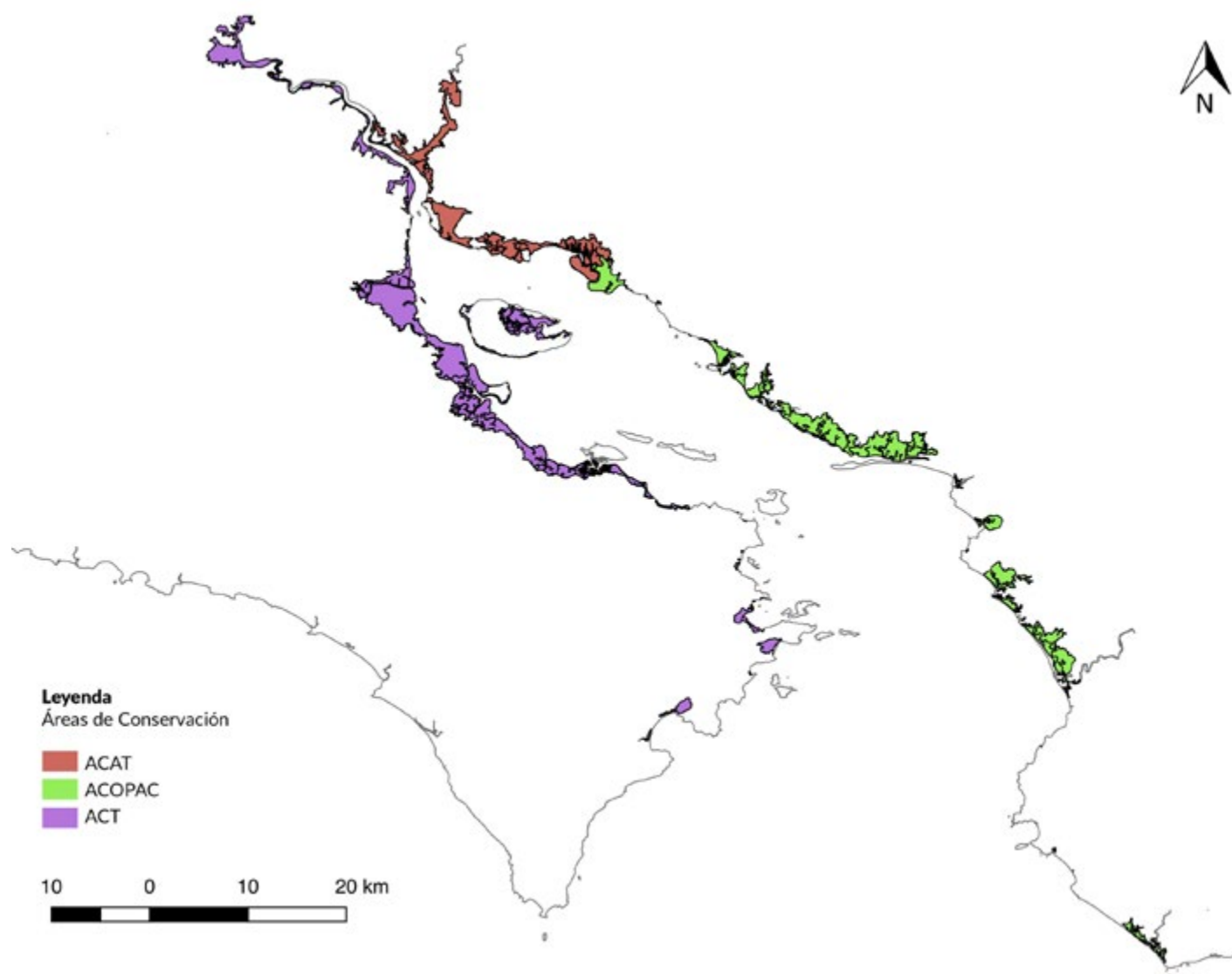


Figura 2. Cobertura de manglares en el Golfo de Nicoya, indicando las Áreas de Conservación del SINAC.
Fuente: Rivera, 2018



VALOR ECONÓMICO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LOS MANGLARES

Los servicios ecosistémicos se definen como “los beneficios que las personas obtienen del funcionamiento de los ecosistemas, las características ecológicas, funciones o procesos que contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano” (Costanza et al., 1997; Costanza et al., 2011; Millennium Ecosystem Assessment, 2005a).

Los manglares son conocidos por proporcionar muchos servicios ecosistémicos como alimentos, materias primas, regulación climática, control de la contaminación, protección costera, oportunidades recreativas y experiencias espirituales entre muchos otros (Millennium Ecosystem Assessment, 2005b; Russi et al., 2013).

En el Cuadro 1 se resume la lista de servicios ecosistémicos que brindan los bosques de manglar según diferentes autores. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio determinó que los servicios más frecuentes o significativos proporcionados por los bosques de manglar son alimentos, como la producción de peces e invertebrados; materias primas, como madera y combustible; regulación biológica, como las interacciones reguladoras entre diferentes interacciones tróficas; control de la contaminación y desintoxicación, principalmente a través de la retención, recuperación y eliminación del exceso de nutrientes y contaminantes; retención de suelos y protección contra tormentas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005b).

Muchos de estos servicios ecosistémicos tienen las características de “bienes públicos” (Brander et al., 2012).

Existe un bien público cuando los bienes (o servicios) no son rivales (un individuo puede beneficiarse de la existencia de un atributo ambiental y esto no reduce el beneficio que otro individuo puede recibir por ese mismo atributo) y no excluible (es difícil o imposible excluir a las personas de beneficiarse). Esto es en contraste con los bienes privados, que son tanto rivales como excluibles (Barbier, Acreman, & Knowler, 1997, Costanza, 2008).

Los mercados funcionan mejor con bienes y servicios privados, (rivales y excluibles). Debido a la naturaleza de bien público de muchos de los servicios ecosistémicos del manglar (especialmente los servicios reguladores y culturales), no existen mercados para ellos y existe un potencial limitado para gestionarlos con los mercados convencionales (Brander et al., 2012). Debido a las dificultades para estimar el valor de estos servicios no comercializados, los manglares a menudo se subestiman en análisis de costo-beneficio de conservación versus usos comerciales del suelo (Salem y Mercer, 2012; Acharya, 2002), causando su degradación y pérdida global tal y como se mencionó previamente. Por lo tanto, la valoración de los múltiples servicios ecosistémicos que los manglares brindan a la sociedad es necesaria para una gestión y protección sostenible de estos ecosistemas. Además, es necesaria una combinación de instituciones de mercado y no basadas en el mercado para su gestión efectiva y sostenible.

Cuadro 1

Lista de servicios ecosistémicos provista por los manglares de acuerdo a varios autores

MEA, 2005	Russi et al, 2013 (TEEB)	Quoc Tuan Vo et al., 2012	Salem & Mercer, 2012	Mehvar et al., 2018	Moberg & Romback, 2003	Mukherjee et al., 2014	Barbier et al., 2011	Spalding, 2010
Alimentos	Alimentos	Alimentos	Pesca comercial y caza	Pesca	Mariscos, miel, azúcar, frutos, alcohol, vinagre	Pesca (alimento), Pesca (acuicultura), miel	Alimentos	Pesca
Fibra, madera, combustible	Materias primas	Productos de madera (madera, fibra, combustible)	Cosecha de materiales naturales	Materias primas	Taninos, col, madera, paja, leña, pelaje, forraje para animales	Madera, forraje	Materias primas	Madera/leña
x	Recursos ornamentales	x	x	x	x	x	x	x
Productos bioquímicos	Recursos medicinales	Medicinas	x	x	Medicina tradicional	Productos farmacéuticos	x	Medicinas
Materiales genéticos	Materiales genéticos	Materiales genéticos	x	x	Materiales genéticos	x	x	x
x	Suministro de agua potable	x	Mejora en la calidad del agua	Filtración del agua	Captación de agua y recarga de agua subterránea	x	x	x
x	x	x	x	x	Productos de la industria de acuarios	x	x	x
x	x	x	x	x	Mantener los medios de vida de las comunidades costeras	x	x	x
x	x	x	x	x	Hábitat para personas indígenas	x	x	x
x	x	x	Recursos energéticos	x	x	Recursos energéticos	x	x
Regulación del clima	Regulación del clima	Almacenamiento de carbono	Reducción del calentamiento global	Secuestro de carbono	Sumidero de dióxido de carbono	Secuestro de carbono	Secuestro de carbono	Secuestro de carbono
x	x	Regulación de microclima	x	x	x	x	x	x
Regulación biológica	Control biológico	x	x	x	x	x	x	x
Control de la contaminación y desoxificación	Tratamiento de desechos/ purificación del agua	Reducción de la contaminación del aire	Depósito de desechos	Almacenamiento de contaminantes y desintoxicación	Atrapa sedimentos y contaminantes	Reducción de la contaminación, indicador de riesgo ambiental	Purificación del agua	Biofiltración
Protección de la erosión	Prevención de la erosión	x	x	Estabilización de la costa y control de la erosión	Control de la erosión	x	Control de la erosión	Control de la erosión
Peligros Naturales	Moderación de eventos extremos	x	Protección contra tormentas	Protección contra tormentas y atenuación de olas	Protección contra tormentas	Protección costera	Protección costera	Protección costera

MEA, 2005	Russi et al., 2013 (TEEB)	Quoc Tuan Vo et al., 2012	Salem & Mercer, 2012	Mehvar et al., 2018	Moberg & Ronnback, 2003	Mukherjee et al., 2014	Barbier et al., 2011	Spalding, 2010
x	x	x	Protección contra inundaciones	Control de inundaciones	Protección contra inundaciones	x	x	x
x	x	x	Protección contra inundaciones	Control de inundaciones	Protección contra inundaciones	x	x	x
x	Regulación de los flujos de agua	Protección de la cuenca	x	Regulación de los flujos de agua	Interrompe la descarga de agua dulce	Protección contra la intrusión salina y / o sedimentación	x	x
x	Influencia en la calidad del aire	x	x	Producción de oxígeno	Producción de oxígeno	x	x	x
x	x	x	x	x	Filtro de nutrientes	Biorremediación del agua	x	x
x	Polimización	x	x	x	x	x	x	x
Espiritual e inspiración	Inspiración para cultura, arte y diseño / experiencia espiritual	Usos culturales	x	Valor artístico	Valores culturales, espirituales y artísticos	x	x	x
Recreación	Recreación/ oportunidades de turismo	Usos recreacionales	Recreación, turismo. Pesca y caza recreacional.	x	Apoyo recreacional	Ecoturismo y recreación	Turismo y recreación	Recreación
x	x	x	Apreciación de la existencia de especies	x	x	x	x	x
Estética	Información estética	x	x	Estética	x	Valor estético	x	x
Educaciones	Información cognitiva (educación y ciencia)	Usos educacionales	x	Oportunidades educacionales	Información educacional y científica	x	Educación e investigación	x
x	x	x	Valores de existencia, legado, opción	x	x	x	x	Usos no materiales
Biodiversidad	Mantenimiento del ciclo de vida (biodiversidad)	Biodiversidad	x	Anidamiento y hábitat para peces y otras especies marinas	Vivero, alimentación y criadero. Mantenimiento de la biodiversidad	Pesca (anidación)	Mantenimiento de la pesca (criadero)	Biodiversidad
Formación del suelo	Mantenimiento de la fertilidad del suelo	x	x	x	Formación de suelo superior	x	x	x
Ciclo de nutrientes	Ciclo de nutrientes	Ciclo de nutrientes	x	x	Exportación de materia orgánica	x	x	x

Cuadro 1

Lista de servicios ecosistémicos provista por los manglares de acuerdo a varios autores

En este contexto, el término “valoración” se entiende como la contribución de un bien o servicio al bienestar sostenible (Costanza et al., 2014). La valoración de los servicios ecosistémicos ayuda a los responsables de la toma de decisiones a comprender su valor para la sociedad y el costo de su pérdida o el beneficio de su conservación (Mukherjee et al., 2014; Himes-Cornellet al., 2018; Acharya, 2002; Brander et al., 2012). El valor de los servicios ecosistémicos es, por lo tanto, la contribución relativa del capital natural en interacción con el capital social, construido y humano, al bienestar humano sostenible (Costanza et al., 2014, Turner et al., 2016).

El valor económico a menudo se define en términos económicos estrictos como la disponibilidad de pago agregada (DDP) para el flujo de servicios o para aceptar una compensación por su pérdida. En este estudio se considera que tal definición es demasiado estrecha al valorar los ecosistemas y sus servicios (Farber et al., 2002). Dado que los servicios ecosistémicos son contribuciones directas e indirectas al bienestar humano sostenible (que es más que el agregado de bienestar individual autoevaluado) también depende del bienestar de la comunidad o sociedad, y de la sostenibilidad del sistema de soporte de vida ecológico (i.e., capital natural). Además, los seres humanos no perciben adecuadamente todas las cosas que contribuyen a su bienestar.

Vale la pena señalar que la valoración convencional basada en la DDP debe aplicarse de forma adicional, y no como remplazo, a las valuaciones sociales y ecológicas más amplias (Costanza et al., 2017; De Groot et al., 2006). Los precios de mercado o los precios de pseudo mercado que provienen de encuestas suelen existir para servicios de aprovisionamiento (por ejemplo, alimentos, agua, materias primas) y para algunos servicios culturales (por ejemplo, recreación / turismo), pero no existen para la mayoría de los servicios reguladores y de soporte.

La estimación del valor de los servicios ecosistémicos de los manglares se puede utilizar de 3 maneras:

(1) concientizar sobre cómo el estrecho paradigma económico domina las decisiones gubernamentales y la necesidad de formas paralelas de medir los recursos naturales como una estrategia de conservación complementaria; (2) comparar alternativas comerciales y de conservación basadas en criterios tales como el valor presente neto y las relaciones costo-beneficio que otorgan un peso adecuado a los bienes y servicios que no son de mercado; y (3) calcular la cantidad que un desarrollador comercial podría tener que pagar por un impacto ambiental en los manglares (Lal, 2003).

De acuerdo con Mehvar et al. (2018), el valor de los servicios ecosistémicos se puede medir de tres maneras: 1) Valor económico total (VET) que se refiere al valor de un servicio ecosistémico específico en toda el área cubierta por un ecosistema durante un período definido, 2) valor promedio de un ecosistema por unidad de área o tiempo; y (3) valor marginal, que es el valor adicional obtenido o perdido por un cambio incremental en la provisión de un servicio ecosistémico específico (Mehvar et al., 2018).

El VET puede desglosarse en valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso se componen de uso directo, uso indirecto y valores de opción (Barbier et al., 1997). Los valores de uso directo son usos consuntivos y no consuntivos que requieren una interacción física con el ecosistema, como la pesca, combustibles y recreación. Los valores de uso indirecto son funciones ecológicas regulatorias que conducen a beneficios indirectos, como la regulación del clima, la protección costera y el control de la erosión. Los valores de no uso se refieren a los valores de existencia y legado de los manglares (Salem y Mercer, 2012).

Existe una variedad de metodologías diferentes para estimar el valor de los servicios ecosistémicos de los manglares. El Cuadro 2 enumera los métodos de valoración más utilizados para cada servicio de ecosistema de los manglares.

Servicios ecosistémicos de manglares	Métodos de valoración comúnmente utilizados
Alimento	PM, P
Materias primas	PM, P
Medicinas	CE, CR, P
Materiales genéticos	PM, CE
Regulación del clima	CE, CR
Regulación biológica	CE, P
Control de la contaminación y destoxificación	CR, CE, VC
Protección costera / Protección contra la erosión	CR, CE
Recreación/turismo	CV, VC, H, P
Educación	VC, los beneficios surgen de los gastos del programa de educación
Biodiversidad	VC
Valores de opción	VC

Cuadro 2

PM= Método del Precio de Mercado, P= Método del Enfoque de Producción, CR= Método del Costo de Remplazo, CE= Método del Costo Evitado, VC= Método de Valoración Contingente, CV= Método del Costo de Viaje, H= Método de Precios Hedónicos
Fuente: Turner et al., 2016; Salem & Mercer, 2012; Lal, 2003; Mehvar et al., 2018

La lista de estudios sobre valoración económica es extensa. Spalding proporciona una serie de valores económicos para los servicios de los ecosistemas a partir de estudios mundiales, regionales y nacionales (Spalding, 2010). El autor argumenta que los valores económicos totales de los manglares varían de \$13,819 /ha/año (PNUMA / GPA, 2003) a \$22,526 /ha/año (Chong, 2006). Salem y Mercer también proporcionan un buen resumen de los estudios de valoración de los manglares, en el que citan valores medios en US\$ por hectárea por año para la pesca (23,613), actividad forestal (38,115), protección costera (3,116), recreación y turismo (37,927), retención de nutrientes (44), captura de carbono (967), no uso (17,373), biodiversidad (52), purificación de agua y aire/asimilación de desechos (4,748) y usos tradicionales (114), con base en 149 observaciones (Salem & Mercer, 2012). Se pueden encontrar otras listas de estimaciones de valor en Russi et al., (2013); Lal, (2003); De Groot et al., (2012); Vo et al., (2012); Mukherjee et al., (2014); Mehvar et al., (2018); y Barbier et al., (2011). Himes-Cornell et al. (2018) proporcionan la revisión más reciente sobre la valoración de los manglares, que se hizo durante el periodo 2007-2016. Los autores encontraron que la mayoría de los estudios de valoración son de Asia (53%) y África (14%), mientras que América Central y Sudamérica representan solo el 6%. Además, los autores afirman que los estudios de valoración suelen estimar solo una pequeña cantidad de servicios, que van desde 1.8 servicios por estudio en América del Norte hasta 4,9 en África. Los servicios más comúnmente valorados son alimentos, materias primas,

regulación climática, protección costera, tratamiento de residuos, mantenimiento del ciclo de vida de las especies migratorias y oportunidades de recreación y turismo (Himes-Cornell et al., 2018). Otros autores coinciden con Himes-Cornell et. al en que las pesquerías y la protección costera se encuentran entre los servicios ecosistémicos más valorados (Mehvar et al., 2018), mientras que los estudios sobre biodiversidad son muy escasos (Vegh, et al., 2014).

En Costa Rica solo hay un estudio sobre los manglares en el Golfo de Nicoya (Arguedas-Marín, 2015) que estimó el valor de la extracción de moluscos (\$175 - 280/ha/ año) y el secuestro de carbono (\$15 - 38 /ha/año). Otros estudios similares incluyen los de humedales, especialmente de Sitios Ramsar (Hernández-Blanco et al, 2017), y el humedal Térraba-Sierpe en el Pacífico Sur (Barton, 1995; Earth Economics, 2010; y Sánchez et al., 2013). Este estudio es el primero de este tipo en Costa Rica y calcula el valor de 11 servicios ecosistémicos del Golfo de Nicoya utilizando un enfoque detallado e innovador, basado en información primaria y secundaria, así como en modelos ecológicos. Representa un enfoque híbrido nunca aplicado en Costa Rica hasta ahora. Además, amplía esa estimación y proporciona un valor económico de los servicios ecosistémicos para la cobertura total de los manglares en el país, con el objetivo de mostrarle a los tomadores de decisiones la importancia ecológica y socio-económica de proteger estos ecosistemas en peligro.



2. MÉTODOS

Se aplicó un enfoque híbrido para estimar el valor de los servicios ecosistémicos de los bosques de manglar en el Golfo de Nicoya, lo que significa que se realizaron estudios primarios (realizados por los autores de esta investigación) y secundarios (realizados por otros autores en distintas partes del mundo). Debido a las restricciones de tiempo y presupuesto, a veces no es posible realizar estudios primarios para valorar los servicios ecosistémicos (Wilson & Hoehn 2006; Plummer 2009) y, por lo tanto, se deben utilizar datos secundarios.

Para tener una primera aproximación del valor económico de los manglares en el Golfo, este se estimó utilizando la técnica de transferencia de beneficios. Este método consiste en “aplicar estimaciones de valor económico de una ubicación a un sitio similar en otra ubicación” (Plummer 2009). La aplicación de un valor medio o mediano tomado de varios sitios de estudio (origen de los estudios primarios) al sitio de política (área valorada) es preferible a la transferencia de un solo punto de estimación ya que un valor promedio de varios estudios probablemente producirá un resultado más preciso. Debido a la limitada información biofísico-económica disponible en Costa Rica requerida para los estudios de capital natural en manglares, el método de transferencia de beneficios es uno de los principales enfoques aplicados en este estudio.

Siguiendo este enfoque, se extrajeron 67 estimaciones de 11 servicios ecosistémicos de manglares en unidades por hectárea por año de la Base de Datos de Valoración de Servicios Ecosistémicos (BDVSE) del TEEB (La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad) (Van der Ploeg & de Groot, 2010) (ver la sección Referencias en este documento

para la lista de estudios de los cuales se extrajeron estos valores). Se eligieron estudios que comparten características similares a Costa Rica, especialmente la ubicación (i.e., países tropicales) y estudios que proporcionan valores de flujos en lugar de capital. Estos 11 servicios ecosistémicos representan todos los servicios que la BDVSE tiene en este momento y representan todos los servicios mencionados en la literatura (Cuadro 1).

Debido a que se utilizaron estimaciones de diferentes países (por lo tanto diferentes monedas) y de diferentes años, se convirtieron todas las estimaciones en dólares internacionales³ del 2015 por hectárea por año, primero aplicando el índice de precios al consumidor para expresar todos los valores en valores del 2015, y luego el índice de Paridad del Poder Adquisitivo para convertir los valores a dólares internacionales a fin de tener en cuenta los diferentes niveles de ingresos de los países de donde se extrajeron los datos. Finalmente se calcularon los valores mínimo, máximo, medio y mediano de cada servicio ecosistémico. La estandarización de los valores como se describe permite comparar directamente entre los estudios y aumenta la fortaleza de las inferencias realizadas. Estos valores luego se multiplicaron por la extensión total de los manglares en el Golfo de Nicoya. Finalmente, los valores se multiplicaron por valores de hectárea por año para obtener estimaciones del valor total.

3 Un dólar internacional compraría en el país citado una cantidad comparable de bienes y servicios que compraría un dólar de EE. UU. en los Estados Unidos. Este término se usa a menudo junto con los datos de paridad de poder adquisitivo (PPA).

También se usaron estos valores para hacer una primera aproximación del valor de los servicios ecosistémicos proporcionados por la cobertura total de manglares en Costa Rica. En este caso, se utilizaron los datos espaciales del inventario forestal nacional más actualizado desarrollado por el gobierno de Costa Rica, que estimó la extensión nacional de los manglares en 36,250 ha (Programa REDD / CCAD-GIZ - SINAC, 2015).

Para superar algunas de las limitaciones del método de transferencia de beneficios, en julio de 2018 se realizó un taller con expertos del gobierno, la academia y las ONG para determinar qué servicios ecosistémicos de la lista de 11 son en realidad proporcionados por los manglares en el Golfo de Nicoya, así como para definir dónde estos servicios benefician a las personas. Luego de calcular el área de provisión de servicios ecosistémicos según los expertos, se multiplicó por su valor relevante por hectárea por año.

Una vez que se estimó el valor de los servicios ecosistémicos utilizando la transferencia de beneficios, se realizó un análisis más profundo utilizando datos primarios para servicios específicos. Primero se seleccionaron cuáles servicios del ecosistema se van a valorar a través de un proceso dual de revisión de literatura y opiniones de expertos. Del Cuadro 1, se seleccionaron aquellos servicios de los manglares que han sido considerados como los más importantes por el informe sobre humedales de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, así como aquellos que son más comúnmente citados y valorados en la literatura revisada. De esta lista, se seleccionaron los siguientes servicios ecosistémicos: 1) pesquerías, 2) regulación climática y 3) protección costera (Cuadro 3). Esta es una primera aproximación de los servicios más importantes en el área. Sin embargo, se considera que tres servicios son un buen número para el alcance de este estudio, ya que abarcan una amplia gama de los servicios más comúnmente evidentes en el Golfo de Nicoya y relevantes para las poblaciones locales.

En el mes de abril del 2018, se entrevistó a funcionarios gubernamentales de cada una de las Áreas de Conservación del SINAC que trabajan alrededor del Golfo,

para validar nuestra lista de servicios ecosistémicos y para clasificar su importancia (baja, media, alta) en cada área. Los expertos seleccionados para esta encuesta están trabajando actualmente en proyectos de manglares en cada Área de Conservación. Aunque no representan la población estadística completa de expertos en el campo, ellos trabajan en este ecosistema y tienen experiencia local relevante e información de primera mano. El Apéndice 1 proporciona la lista de expertos entrevistados. Cada uno de estos tres servicios ecosistémicos se valoró de acuerdo con los métodos más apropiados según el caso (Millennium Ecosystem Assessment, 2005b; Lal, 2003; Mehvar y otros, 2018; Salem & Mercer, 2012; Himes-Cornell et al., 2018; Brander et al., 2012).

Cuadro 3

Métodos seleccionados para la valoración económica de los servicios ecosistémicos del Golfo de Nicoya

Servicio Ecosistémico	Método
Pesquerías	Producción/ha y precios de mercado
Protección costera	Modelado y transferencia de valor
Regulación del clima	Costo social del carbono, costo marginal de reducción

Regulación del clima – Carbono almacenado

Se estimó el valor económico del carbono total almacenado en los bosques de manglares del Golfo de Nicoya utilizando el Costo Marginal de Reducción del Carbono (MAC) como el valor del stock de carbono por hectárea. El MAC representa el costo de eliminar una unidad adicional de emisiones de carbono, y “este costo es el beneficio que se pierde cuando se usan recursos escasos para evitar los impactos negativos de las emisiones en lugar de ser utilizados en actividades alternativas” (Jerath, 2012, p35), en otras palabras, el MAC representa los costos de oportunidad. Específicamente, se utilizó la estimación que Fisher et al., (2007) produjeron para el 4to Informe de Evaluación del IPCC, con un MAC promedio de \$125/tC (calculado para el año 2010). Este valor luego se convirtió a dólares internacionales de 2015.

Se aplicó la siguiente ecuación para estimar el valor de los servicios de almacenamiento de carbono:

$$V_{cs} = TC * MAC * A_m \quad (1)$$

Donde V_{cs} es el valor del servicio de almacenamiento de carbono, TC es el carbono total almacenado por hectárea, A_m es el área de manglar en hectáreas y MAC es el costo marginal de reducción de una tonelada de carbono.

Se obtuvo el carbono total almacenado a nivel del ecosistema (i.e., la suma de carbono en todos los componentes epigeos más carbono en el suelo) por hectárea de Cifuentes et al. (2014), que estimó que la TC en los manglares del Golfo de Nicoya oscila entre 413 y 1334 MgC/ha a 3 metros de profundidad (Cifuentes-Jara et al., 2014).

La forma más simple de calcular el V_{cs} es usar un TC promedio para toda el área de análisis, pero esto puede producir un resultado impreciso debido a las variaciones locales en las características del manglar debido a la estructura y estatura del bosque. Por lo tanto, se usaron los valores de cada parcela de investigación que Cifuentes et al. (2014) evaluaron en diferentes lugares a lo largo del Golfo y fueron agrupados estadísticamente y geográficamente para tener una estimación más precisa.

Regulación del clima – Secuestro del carbono

La metodología para estimar el valor del secuestro de carbono es diferente de la del almacenamiento de carbono (Ramírez et al., 2002). Aquí, se utilizó el Costo Social del Carbono (SCC), también denominado Costo Marginal del Daño. El SCC se define como el valor actual neto del daño incremental en el ambiente y la sociedad debido al aumento en las emisiones de dióxido de carbono. En otras palabras, el SCC es el daño evitado al reducir las emisiones en una tonelada (Tol, 2011).

Para fines de política, el SCC es igual al impuesto Pigouviano (i.e., impuesto sobre actividades de mercado que genera externalidades negativas) que podría aplicarse al carbono (Tol, 2011), porque el SCC refleja, en teoría, lo

que una sociedad debería estar dispuesta a pagar ahora para evitar el daño futuro causado por el aumento de las emisiones de carbono (Jerath, 2012). Se valoró el servicio de secuestro de carbono aplicando la siguiente ecuación:

$$V_{cseq} = SR * SCC * 3.67 * A_m \quad (2)$$

Donde V_{cseq} es el valor del servicio de secuestro de carbono, SR es la tasa de secuestro en toneladas de CO_2eq por hectárea por año, 3.67 es el factor de conversión para obtener CO_2eq a partir de C, A_m es el área de manglar en hectáreas y SCC es el Costo Social de Carbono según lo estimado en el meta análisis que Tol (2011) realizó con 311 estimaciones publicadas. En este estudio, la estimación promedio para SCC es de \$ 177/tC y \$80/tC (calculada para el año 2010) si solo se consideran los documentos de revisión por pares. Se eligieron los valores revisados por pares ya que tienen una calidad superior. Este valor luego se convirtió a dólares internacionales de 2015.

Se aplicó una tasa de secuestro de 6 $CO_2eq/ha/año$ para los manglares como se reporta en Murray, et al. (2010) y Maldonado & Zarate-Barrera (2015). Esta tasa de secuestro también es muy similar al valor de 6.96 $CO_2eq/ha/año$ de Chmura et al. (2003) como se cita en Sifleet et al. (2011) y está dentro de los valores conservadores para las tasas anuales de crecimiento de los bosques tropicales (Cifuentes 2008).

Pesquerías

Primero se realizó una revisión de la literatura identificando las especies comerciales más importantes, es decir, aquellas que son las más pescadas y las que tienen los precios más altos. Debido a que este es un estudio sobre los servicios ecosistémicos de los manglares, se seleccionaron aquellas especies que dependen de algún modo de este ecosistema (por ejemplo, para criadero, protección, alimentos, etc.). Para estimar el valor de las pesquerías en este contexto, se debe estimar la producción marginal, o en otras palabras, cuánto una hectárea adicional de manglar representa una cantidad adicional de pescado capturado.

Costanza et al. (1989) proporcionan un método para estimar la producción marginal derivando la captura respecto del área de manglares. En este método, la captura en un año t debe estimarse primero a través de un modelo de regresión que determina qué parte de la captura está realmente relacionada con los manglares. Sin embargo, este modelo de captura requiere el esfuerzo de pesca como una de las variables independientes del modelo de regresión, y lamentablemente estos datos no están disponibles en Costa Rica para ninguna especie, y por lo que no es posible aplicar este método. Por lo tanto, se supuso que los productos marginales y promedio del área de manglar son iguales para todas las especies cosechadas. Esto podría resultar en una sobreestimación, ya que el producto marginal generalmente es más bajo que el producto promedio. Sin embargo, también hay una subestimación compensatoria porque el precio de mercado no captura por completo el valor de la pesca para la sociedad.

Los datos sobre la captura y el precio de cada especie se obtuvieron del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA). Se inició procesando datos para el año 2015 del departamento de estadísticas de INCOPESCA, que se publican en su sitio web⁴. Sin embargo, estos datos se agregan en “categorías comerciales”, que pueden contener la misma especie pero de diferente peso en dos o más categorías, y por lo tanto, se necesitó desagregar el conjunto de datos por especie con la ayuda del departamento de investigación de INCOPESCA. Una vez que se obtuvo la captura de cada especie en kilogramos que puede atribuirse a los manglares, se multiplicó por el precio promedio de cada una para derivar el valor de la captura atribuible a los manglares.

Protección costera

El servicio de protección costera de los manglares se determinó mediante una combinación de técnicas económicas y biofísicas que, en conjunto, constituyen un

método de transferencia de beneficios modificado por modelado. Esta técnica consistió en general de tres etapas: 1) determinar un valor económico del servicio ecosistémico de protección costera por hectárea de manglar mediante el mismo proceso de transferencia de beneficios explicado anteriormente, 2) modelar geográficamente las variables que desempeñan un papel en la provisión de este servicio para identificar cuáles áreas del Golfo son más vulnerables y dónde y con qué intensidad los manglares brindan el servicio, y 3) multiplicar el valor por hectárea obtenido previamente por las áreas geográficas clasificadas de acuerdo con su prestación de servicios.

Se utilizó el modelo de Vulnerabilidad Costera de INVEST (Valoración Integrada de Servicios Ecosistémicos y Compensaciones) a una resolución de celdas cuadradas de 250 x 250 metros para determinar la exposición de las comunidades en el Golfo de Nicoya a erosión e inundación durante tormentas a través de una estimación cualitativa en términos de un índice de vulnerabilidad. Para estimar este índice, se utilizaron las siguientes entradas de SIG para el modelo, como se explica en Sharp et al (2016):

1. El área de interés, que cubre la extensión total del Golfo de Nicoya más partes del océano abierto, principalmente la plataforma continental, ya que desempeña un papel en la formación de olas.
2. Un polígono de tierra para proporcionar al modelo la forma geográfica del área costera de interés.
3. Una capa de batimetría para calcular la profundidad a lo largo de los rayos de alcance para determinar la exposición de cada segmento costero y en el cálculo del potencial de oleaje.
4. Una capa de relieve, que es un Modelo de Elevación Digital del área de interés y el polígono terrestre necesarios para calcular la clasificación de relieve de cada segmento de costa.
5. Una capa de hábitats naturales para determinar el papel que los ecosistemas tienen en la protección costera. En este caso, solo se consideraron los

⁴<https://www.incopescas.go.cr/publicaciones/estadisticas/historico/2015.html>

manglares. El modelo requiere definir una distancia de protección, que se refiere a la distancia dentro de la cual los manglares protegen la costa, que algunos autores han estimado en 500 m (McIvor et al., 2012; PNUMA-WCMC, 2006). Sin embargo, se utilizó 2000m para permitir que el modelo represente la mayoría de los manglares ya que el modelo usa este valor como un radio para un círculo alrededor de cada punto de la costa, si hay bosques de manglar dentro del radio de búsqueda, ese punto de costa adquiere el valor protector del manglar

6. Una cuadrícula de fuerza climática usada para calcular la clasificación de la exposición al viento y a las olas de cada segmento costero.

7. Una capa de la plataforma continental para representar el potencial de oleaje.

8. Una capa del aumento del nivel del mar (SLR), que indica el aumento o disminución neta. Esta entrada se desarrolló primero descargando los datos del altímetro Multi-mission Ssalto / Duacs (TOPEX / Poseidon, Jason-1, Jason-2 y Jason-3) de www.aviso.altimetry.fr, que contiene la tendencia del cambio del nivel del mar en mm por año en formato .netCDF con una resolución de ¼ de grado en proyección cartesiana. Finalmente, para generar un shapefile de cambio del nivel del mar para el área de interés, se convirtieron los datos en formato .netCDF en un shapefile con valores enteros y luego se extrajeron los valores para el área de interés.

9. Una capa de población, para determinar el tamaño de la población a lo largo de la costa del área de interés especificada.

Después de que el modelo generó los diferentes mapas de salida, como el del índice de exposición, se utilizó el mapa del rol del hábitat para cada segmento costero para clasificar el área total de bosques de manglar del Golfo de Nicoya en tres categorías (bajo, medio y alto) dependiendo del nivel de protección que proporcionan los manglares. Para cada categoría, se asignó un peso de la siguiente manera: bajo = 0,33, medio = 0,66 y alto 1. Finalmente, se

multiplicó el valor por hectárea del servicio de protección costera (calculado mediante transferencia de beneficios) por estos pesos y luego por el área de manglares de cada categoría.

$$CP_v = CP_{vh} * W * A \quad (3)$$

Donde:

CP_v = Valor de la protección costera por hectárea

W= Peso de la categoría de manglar

A= Área de la categoría del manglar





3. RESULTADOS

Resultados de la transferencia de beneficios

Se actualizó el mapa de cobertura de manglar de Rivera (2018) extrayendo estanques de sal y granjas de camarón que no se tuvieron en cuenta en ese mapa (Figura 3). Estas actividades en total representaron 814 hectáreas, lo que resulta en una nueva área total de manglares en el Golfo de Nicoya de 19,924 hectáreas.

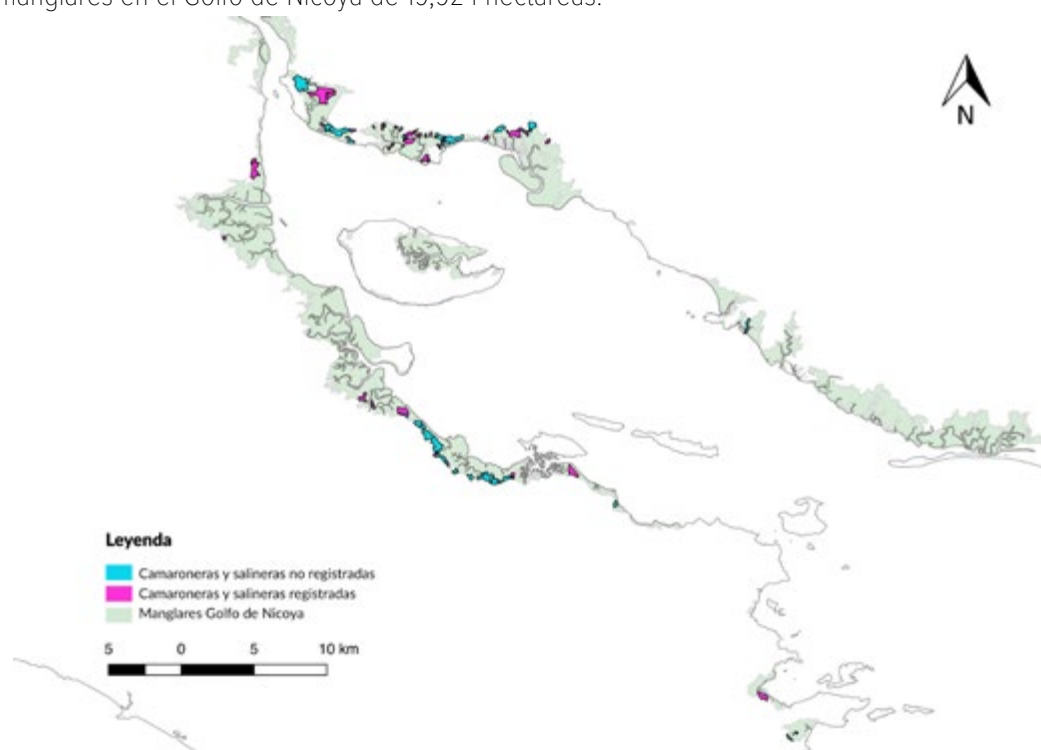


Figura 3. Granjas de camarón y estanques de sal que tienen un permiso de operar por el gobierno, así como también aquellas que no lo tienen pero que están operando o lo hicieron en el pasado.

La primera parte de la aplicación del método de transferencia de beneficios, que fue la estimación de un valor por hectárea por año de la BDVSE de los servicios ecosistémicos provistos por los manglares, muestra que el servicio ecosistémico con mayor valor promedio es madera y leña⁵, \$17,652/ha/año, seguido de protección de la biodiversidad (\$10,651/ha/año) y protección costera (\$7,638 /ha/año). Otros servicios con alto valor económico son alimentos (\$2,002/ha/año) y materias primas (\$1,366/ha/año).

⁵ Aunque esta actividad es ilegal en Costa Rica, ocurre en algunos sectores del país según se determinó a través del taller con expertos.

Sin embargo, los valores medianos proporcionan un panorama diferente, con protección costera con el valor más alto (\$2,997/ha/año), seguido de madera y leña (\$315/ha/año), alimentos (\$293/ha/año) y regulación climática (\$287/ha/año).

Se encontró que una hectárea de manglar puede proporcionar beneficios económicos promedio de \$40,747 por año (mediana = \$4,410/ha/año) a través de la provisión de estos 11 servicios ecosistémicos valorados. Al multiplicar estos valores por la cobertura de manglar en el Golfo, se estimó que el valor económico de 11 servicios ecosistémicos de estos manglares es \$ 812 millones por año (mediana = \$88millones/año) (Cuadro 4).

Cuadro 4

Servicios ecosistémicos que fueron valorados usando la BDVSE, el número de estimaciones que fueron utilizados, y los valores mínimos, máximo, promedio y medianos por hectárea por año para cada servicio que se calculó, como también los resultados de aplicar estos valores a la extensión total de manglares del Golfo de Nicoya (19,924 ha) usando el método de transferencia de beneficios. Todos los valores están en dólares internacionales del 2015.

SERVICIO ECOSISTÉMICO	VALOR POR HECTÁREA POR AÑO					GOLFO DE NICOYA		EVALUACIÓN NACIONAL	
	Número de estimaciones	Valor Min	Valor Max	Valor Promedio	Valor Mediano	Valor Promedio	Valor Mediano	Valor Promedio	Valor Mediano
SERVICIOS DE PROVISIÓN									
Alimento	18	0.06	22,804	2,002	293	39,896,691	5,840,970	72,587,083	10,626,922
Bioprospección	3	10	734	258	31	5,144,858	613,949	9,360,432	1,117,003
Fibras	1			6	6	112,718	112,718	205,076	205,076
Forraje	1			15	15	294,726	294,726	536,218	536,218
Arena, rocas, grava, Coral	2	0.06	104	52	52	1,037,136	1,037,136	1,886,941	1,886,941
Madera y leña	9	52	22,443	2,940	262	351,713,024	6,267,881	639,898,252	11,403,632
Otras materias primas	7	1	5,328	1,366	233	27,220,649	4,652,300	49,524,597	8,464,283
Total Servicios de Provisión	47	74	139,371	21,351	945	425,419,802	18,819,680	773,998,598	34,240,074
SERVICIOS DE REGULACIÓN									
Regulación del clima	4	11	2,428	753	287	15,011,447	5,726,869	27,311,467	10,419,328
Protección costera	8	180	27,638	7,638	2,997	152,187,141	59,708,937	276,885,638	108,633,010
Total Servicios de Regulación	15	777	33,187	9,856	3,970	167,198,587	65,435,806	304,197,105	119,052,337
SERVICIOS CULTURALES									
Recreación/turismo	3	52	944	354	65	7,047,295	1,287,048	12,821,680	2,341,624
Total Servicios Culturales	3	52	944	354	65	7,047,295	1,287,048	12,821,680	2,341,624
SERVICIOS DE SOPORTE									
Protección de la biodiversidad	5	15	36,313	10,651	116	212,214,578	2,315,253	386,098,120	4,212,315
Total Servicios de Soporte	19	53	381,885	64,418	1,247	212,214,578	2,315,253	386,098,120	4,212,315
TOTAL	84	955	555,387	95,979	6,226	811,880,262	87,857,786	1,477,115,503	159,846,351

Utilizando el mismo método, se pudo estimar el valor medio total de los servicios ecosistémicos proporcionados por la extensión total de los manglares en Costa Rica, en \$1.5 mil millones por año (mediana = \$160 millones/año). Tomando en consideración el cambio en la cobertura nacional de manglares de 1980 a 2013 (FAO, 2007a), se estimó que Costa Rica perdió un promedio de \$1.1 mil millones por año (mediana = \$120 millones por año) durante ese período debido a la pérdida de los servicios ecosistémicos de los manglares.

Vale la pena señalar que estos valores calculados utilizando la transferencia de beneficios, expresan valores potenciales - el suministro de servicios ecosistémicos - ya que no estaban relacionados con los beneficiarios locales de cada servicio ecosistémico. Se calculó la demanda de algunos de estos servicios ecosistémicos con la ayuda de un panel de expertos, lo que permitió modificar el valor de

los servicios ecosistémicos del Golfo de Nicoya y obtener resultados más precisos. Específicamente, el panel de expertos evaluó las ubicaciones y extensiones de los siguientes servicios ecosistémicos: 1) bioprospección, 2) fibras, 3) forraje, 4) arena, roca, grava y coral, 5) madera y leña, 6) otras materias primas y 7) recreación. De estos siete servicios, se excluyeron bioprospección, fibras, arena, rocas, grava y coral y otras materias primas, ya que los expertos señalaron que ninguno de estos es demandado/ usado en el Golfo.

Según el panel de expertos, los tres servicios ecosistémicos restantes se demandan en una pequeña porción del área del Golfo de Nicoya, con leña y madera representando 2,811 hectáreas (14% del área total de manglares en el Golfo), turismo 2,273 hectáreas (11%) y forraje 998 hectáreas (5%) (Figuras 4, 5, 6).

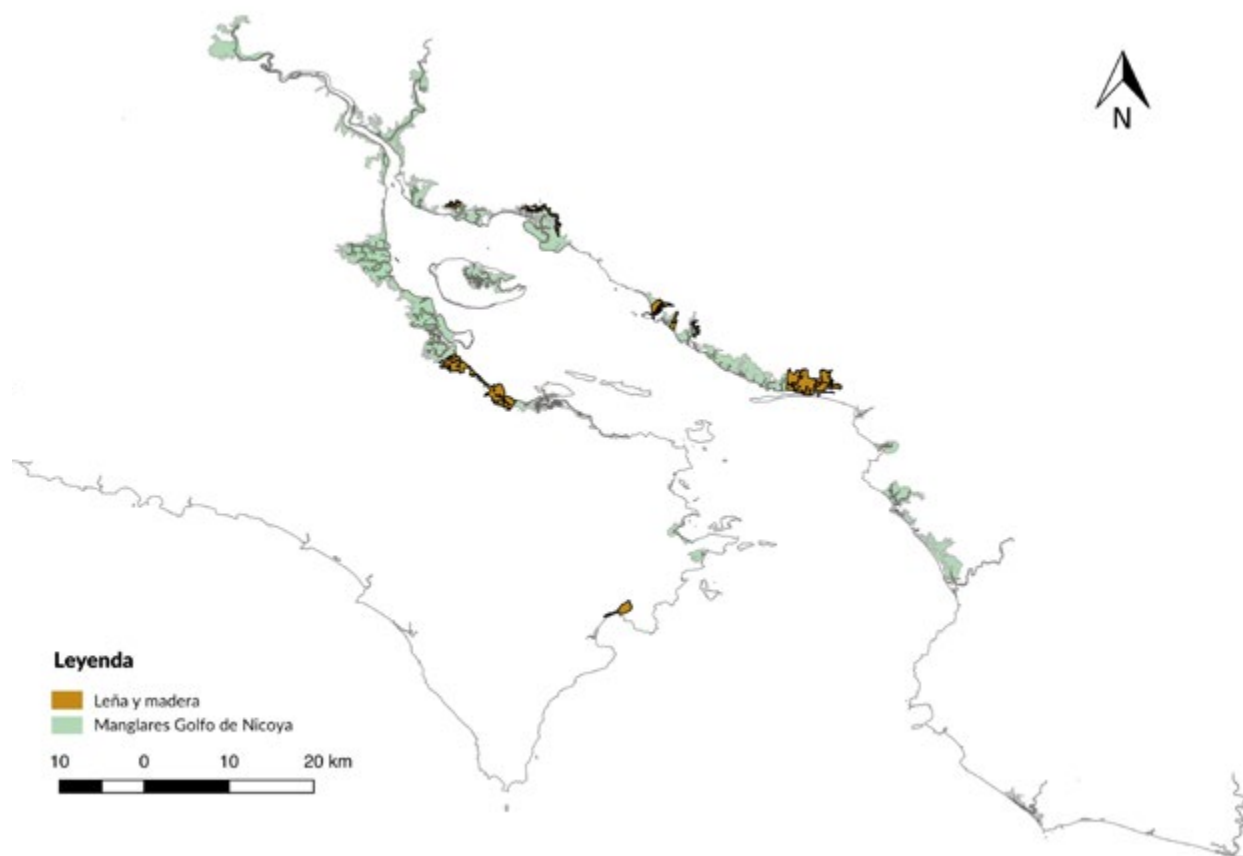


Figura 4. Sitios donde la leña y madera son extraídos, en los distritos de Puntarenas, Chomes, Colorado-Abangares, Lepanto y Paquera.

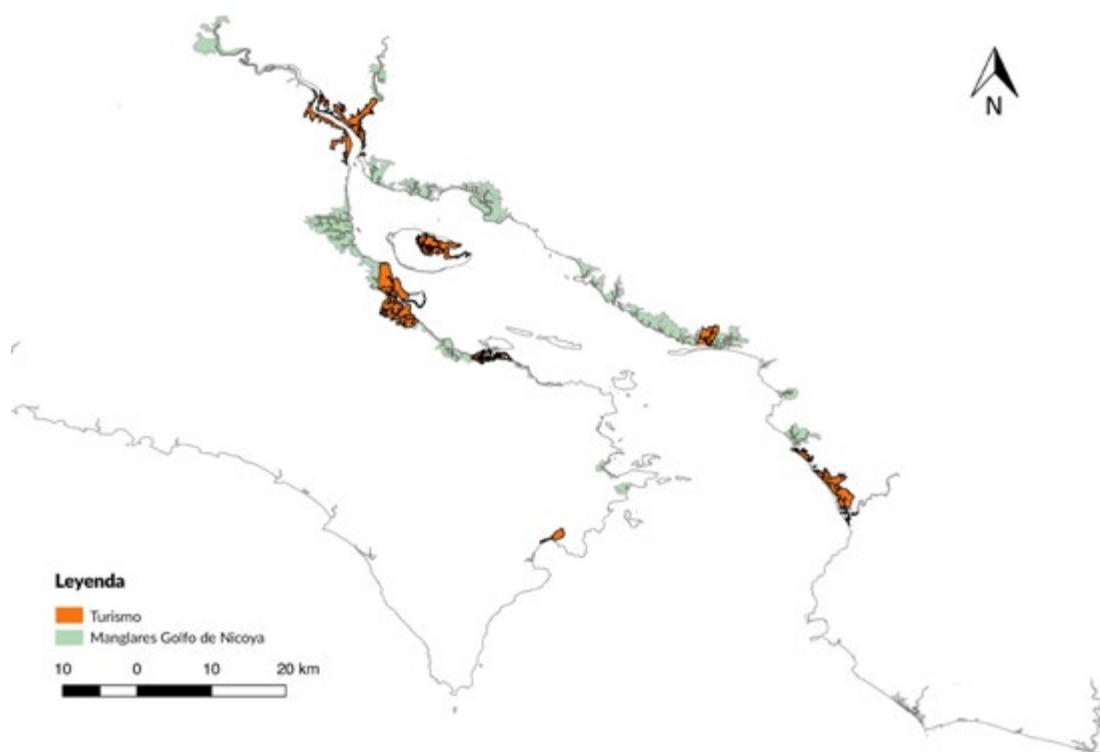


Figura 5. Sitios donde se desarrollan actividades turísticas relacionadas al manglar, en los distritos de Puntarenas, Tárcoles, Porozal, Nicoya, Chira Island, San Pablo-Nandayure, y Lepanto.

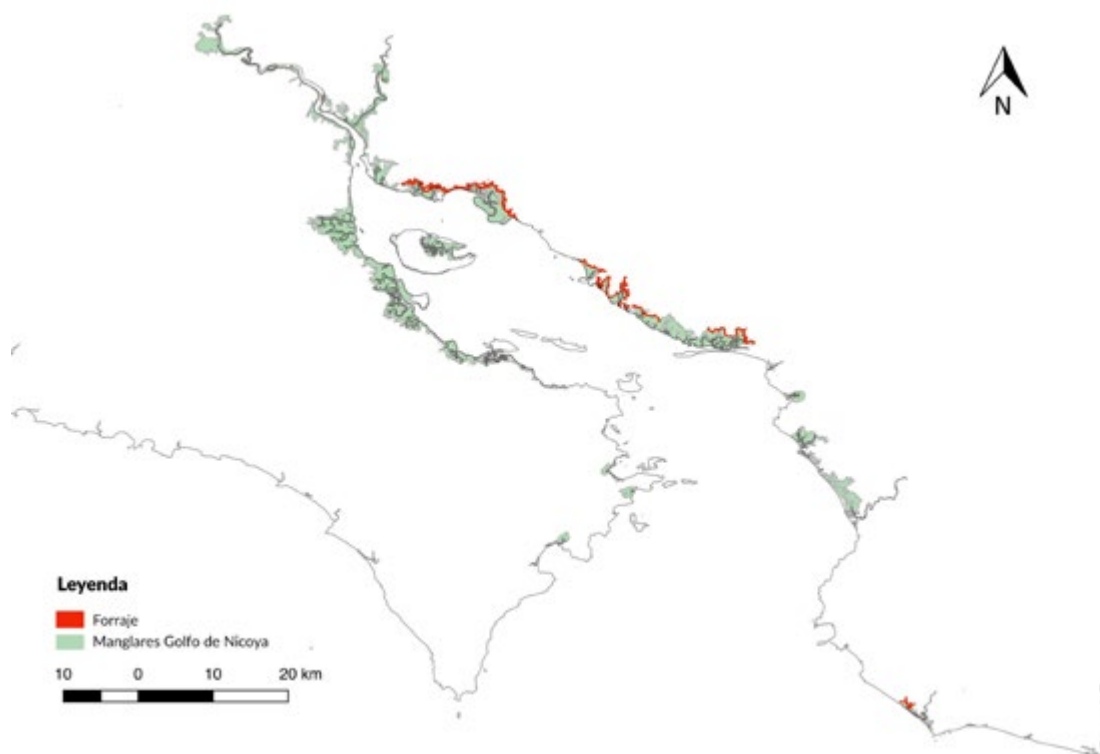


Figura 6. Sitios donde forraje es usado para Ganado, en los distritos de Puntarenas, Chomes, Manzanillo y Colorado-Abangares.

Habiendo determinado cuáles servicios ecosistémicos son provistos en realidad por los bosques de manglar en el Golfo de Nicoya, se produjo un nuevo conjunto de estimaciones de valor (Cuadro 5). Según la transferencia de beneficios modificada que se realizó, los valores promedios más altos de los manglares del Golfo de Nicoya provienen de la protección de la biodiversidad (\$212 millones/año), protección costera (\$152 millones/año) y madera y leña (\$50 millones/año). Los valores medianos más altos son de protección costera (\$ 60 millones/año), alimentos (\$5.8 millones/año) y regulación climática (\$5.7 millones/año), estos tres servicios ecosistémicos fueron valorados en este estudio también usando métodos primarios.

Al aplicar la transferencia de beneficios modificada por expertos basada en siete servicios ecosistémicos, se estimó que el valor total promedio de los bosques de manglar del Golfo de Nicoya es de \$470 millones por año, y un valor mediano de \$ 75 millones por año.

Cuadro 5

Resultados de la transferencia de beneficio modificada por expertos. El cero indica servicios que los expertos consideraron que no aplican para el Golfo de Nicoya, y los números en azul indican servicios que fueron reestimados según las áreas definidas por los expertos.

Servicio Ecosistémico	GOLFO DE NICOYA	
	Valor Promedio	Valor Mediano
SERVICIOS DE PROVISIÓN		
Alimento	39,896,691	5,840,970
Bioprospección	0	0
Fibras	0	0
Forraje	14,760	14,760
Arena, rocas, grava, Coral	0	0
Madera y leña	49,618,917	884,259
Otras materias primas	0	0
Total Servicios de Provisión	89,530,368	6,739,990
SERVICIOS DE REGULACIÓN		
Regulación del clima	15,011,447	5,726,869
Protección costera	152,187,141	59,708,937
Total Servicios de Regulación	167,198,587	65,435,806
SERVICIOS CULTURALES		
Recreación/turismo	804,021	146,838
Total Servicios Culturales	804,021	146,838
SERVICIOS DE SOPORTE		
Protección de la biodiversidad	212,214,578	2,315,253
Total Servicios de Soporte	212,214,578	2,315,253
TOTAL	469,747,554	469,747,554

Resultados de los estudios primarios

Los tres servicios ecosistémicos que se eligieron para valorar utilizando este enfoque en el Golfo de Nicoya fueron validados por los expertos del SINAC. Estos servicios también fueron clasificados por los expertos de menor a mayor según su importancia en cada Área de Conservación (Cuadro 6).

Cuadro 6

Resultados de la transferencia de beneficio modificada por expertos. El cero indica servicios que los expertos consideraron que no aplican para el Golfo de Nicoya, y los números en azul indican servicios que fueron reestimados según las áreas definidas por los expertos.

Servicio Ecosistémico	ACOPAC	Isla Chira	ACAT	ACT
Alimento (pescado)	3	3	3	3
Alimento (moluscos)	3	2	3	3
Protección costera	1-3	1	2	2
Biodiversidad	3	1	3	3

Baja=1, Mediana=2, Alta=3

Todos los entrevistados estuvieron de acuerdo en que los alimentos, incluidos los peces, los moluscos y los camarones, son el beneficio más importante que las comunidades locales reciben de los manglares. En el caso de la protección costera, los expertos de ACOPAC diferenciaron el servicio geográficamente entre Puntarenas y el resto del Área de Conservación debido a las diferencias en las actividades económicas y la intensidad de la urbanización.

La regulación climática no se incluyó en esta encuesta ya que no es geográficamente dependiente en toda el área de estudio. Otros servicios que se consideran importantes en el Golfo de Nicoya son la educación/investigación en ACOPAC, que se centra en los moluscos y la salud del manglar; y la producción de sal y la acuicultura de camarón en ACAT y ACT.

Regulación del clima - Carbono azul almacenado

De la agrupación estadística y geográfica de las reservas de carbono que se realizó, se dividió la extensión total de manglar en el Golfo de Nicoya en tres zonas (Figura 7). La Zona 1, la parte superior del Golfo, tiene los stocks de carbono más bajos, 547 MgC/ha, y la Zona 3 los más altos, 1175 MgC/ha. Este rango de valores de los stocks de carbono sigue un gradiente latitudinal en el Golfo, probablemente debido a las diferencias en microelevación e hidrodinámica, geomorfología subyacente y salinidad desde el extremo norte del área hasta la desembocadura del Golfo en su extremo sur.

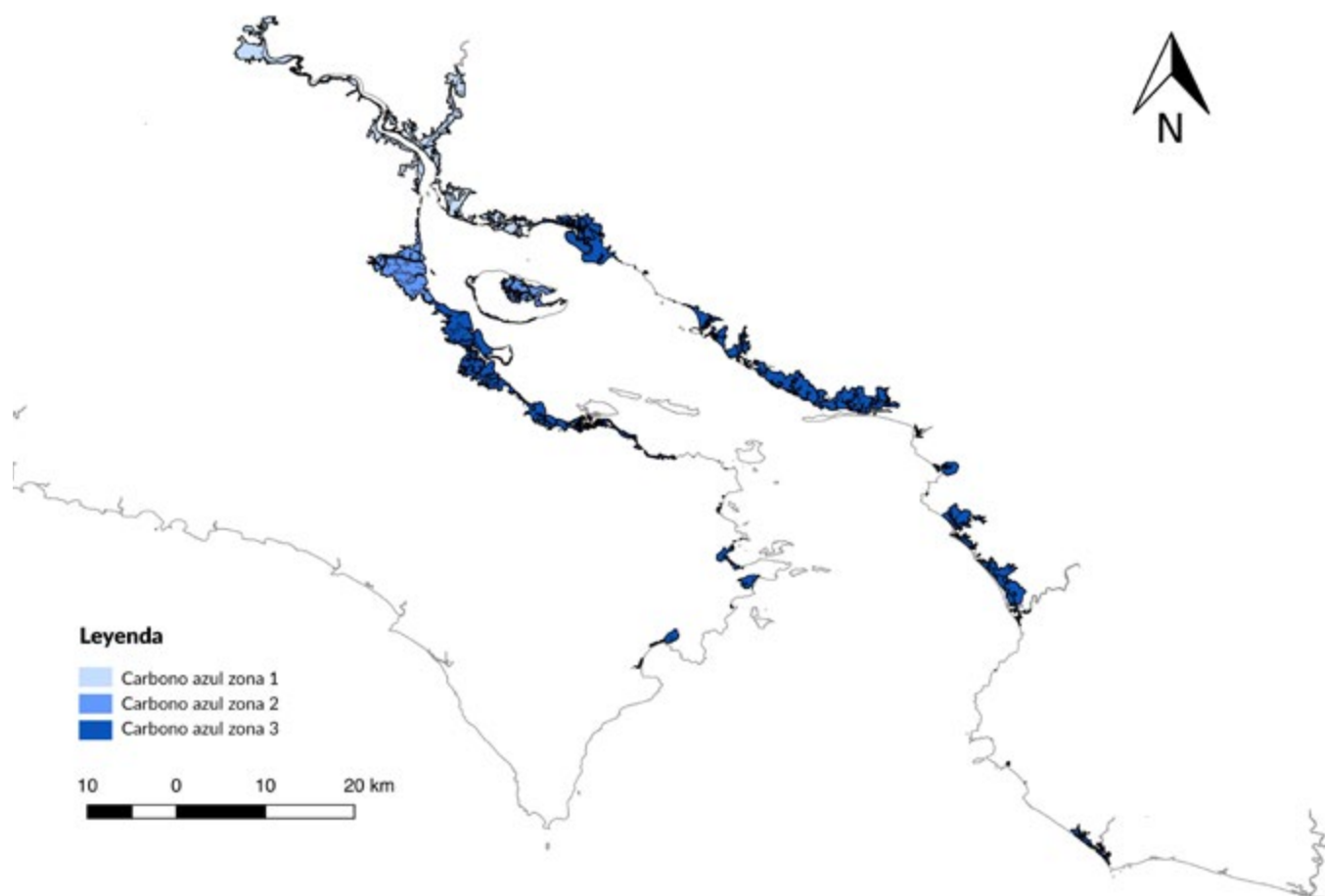


Figura 7. Distribución de los stocks de carbono de acuerdo a su concentración a través del Golfo de Nicoya. Las áreas más oscuras muestran densidades más altas de carbono acumulado.

La Zona 3 también es la más grande en extensión y, por lo tanto, la zona con el mayor stock total de carbono y el valor más alto, \$ 1.9 mil millones/año. Las zonas 2 y 1 están valoradas en \$ 377 millones y \$ 359 millones respectivamente. El valor económico total de los servicios de carbono almacenado en las tres zonas y, por lo tanto, de todo el Golfo, es de \$ 2.6 mil millones (Cuadro 7).

Cuadro 7

Valor económico del servicio de carbono almacenado desglosado por zonas y sitios de concentración de carbono azul en el Golfo de Nicoya.

ZONA	SITIO	C ecosistema (Mg/ha)	C promedio (Mg/ha)	Área (ha)	C por zona (Mg)	MAC (2015 \$/MgC)	Valor económico total (2015 \$)
1	Buenaventura	413.09					
	Bebedero	601.49	546.83	4,830	2,641,141.66	135.82	358,719,860.91
	Nispero	625.90					
2	Isla Chira	839.96	847.02	3,280	2,778,183.36	135.82	377,332,863.28
	Jesús	854.07					
3	Thiel	1,010.65					
	Colorado	1,074.39					
	Paquera	1,160.58	1,175.17	11,814	13,883,447.57	135.82	1,885,649,849.22
	Puntarenas	1,212.19					
	Lepanto	1,259.46					
	Jicaral	1,333.74					

Debido a que este estudio se centra en la valoración económica de los servicios ecosistémicos, y los servicios son flujos y no stocks, no podemos agregar estos resultados de los stocks de carbono al resto de los valores económicos de los servicios ecosistémicos. Se considera importante estimar los valores biofísicos y económicos de

los stocks de carbono en el Golfo de Nicoya para posibles decisiones políticas futuras. Estas estimaciones también pueden alimentar directamente las nuevas estimaciones nacionales de capital natural para Costa Rica, que hasta la fecha no incluyen este tipo de información y, por lo tanto, están subestimadas.

Regulación del clima - secuestro de carbono

Al aplicar el Costo Social del Carbono de \$87/ MgC a una tasa de secuestro de 6 MgCO₂eq/ha/año, el valor económico total del servicio de captura de carbono es de \$38,151,655 (Cuadro 8).

Cuadro 8

Valor económico total de los servicios de secuestro de carbono basado en el Costo Social del Carbono y una tasa media de secuestro obtenida de la literatura.

Tasa de secuestro (MgCO ₂ eq/ha/año)	SCC (2015 \$/MgC)	SCC (2015 \$/MgCO ₂)	Área (ha)	Valor económico total (2015 \$)
6.00	86.96	319.1432	19,924.00	38,151,654.70

Pesca

En Costa Rica, entre el 75% y el 80% de los desembarques totales de pescado son hechos por la flota artesanal, y aproximadamente el 95% de estos desembarques provienen del Pacífico y, más específicamente, del Golfo de Nicoya (OO-CI, 2018). Para estimar el valor de las pesquerías en el Golfo de Nicoya, se seleccionaron las especies con mayor interés comercial que son capturadas por la flota artesanal.

Según un muestreo realizado por Araya & Vasquez (2005), el 40% de las capturas de peces proviene de cuatro especies de la familia Sciaenidae: *Cynoscion albus* (Corvina reina), *Cynoscion squamipinnis* (Corvina aguada), *Cynoscion phoxocephalus* (Corvina picuda) y *Cynoscion stolzmanni* (Corvina coliamarilla). Este estudio también encontró que el camarón blanco (*Litopenaeus* sp.) era una de las especies más importantes desde el punto de vista comercial (Araya y Vasquez, 2005).

En otro estudio realizado por Araya et al. (2007), estimaron que, entre el año 2002 y el 2005, estas mismas especies (excepto la corvina coliamarilla) representaron el 31% de la captura de peces en el Golfo de Nicoya. Además, un estudio más reciente de Marín (2015), en el cual el autor muestreó más de sesenta especies de peces capturadas en el Golfo de Nicoya en el 2014, encontró resultados similares a Araya y Vasquez (2005) y Araya (2007). Marín argumenta que cinco especies representaron el 76% de la captura total muestreada (corvina reina= 43%, corvina aguada = 13%, camarón blanco = 9%, corvina picuda = 7% y róbalo = 4%).

De la base de datos de captura de peces de INCOPESCA para el Golfo de Nicoya (Cuadro A3.1 del Apéndice 3), se determinó que las categorías comerciales de “primera grande”, “primera pequeña” y “clase”⁶ representaban juntas el 30% de las capturas del 2015, pargo manchado 4%, camarón blanco 4% y bivalvos 2%. Estas seis categorías comerciales representan el 40% de la captura total. Según Marín (2018), las categorías de “primera grande”, “primera pequeña” y “clase” pueden desglosarse por especie, como se muestra en A3.2-A3.4 del Apéndice 3. Las especies que fueron más pescadas en estas tres categorías comerciales son la corvina reina, la corvina aguada y corvina picuda, lo que respalda los hallazgos de los estudios mencionados anteriormente.

La misma base de datos de INCOPESCA (Cuadro A3.1 del Apéndice 3) que contiene la información agregada para la captura de peces en el Golfo de Nicoya, también

proporciona datos agregados para la extracción de bivalvos, y por lo tanto, esta información también debe ser desglosada, lo que fue hecho por el Departamento de Estadística de esa organización como se muestra en el Cuadro A3.5 del Apéndice 3.

Después de procesar la base de datos inicial y determinar las especies que conforman cada categoría comercial, se confirmó que todas las especies de peces contenidas en “primera grande”, “primera pequeña” y “clase” utilizan los manglares como hábitat durante su ciclo de vida (Rönnbäck, 1999).

Este es también el caso del pargo manchado y del camarón blanco (Goti, 1991; Rönnbäck, 1999), así como de las especies de bivalvos evaluadas en este estudio (Morton, 2013) (Cuadro A3.6 del Apéndice 4). Una vez que se identificaron las especies de mayor interés comercial y se confirmó que estas especies dependen de los manglares, se seleccionaron estas categorías/especies para ser valoradas en este estudio.

Se obtuvieron los precios promedio mensuales para todas las categorías comerciales de INCOPESCA (2018). Los resultados del valor anual de primera grande, primera pequeña, clase, pargo manchado y camarón blanco se muestran en el Tabla 9. La categoría de primera pequeña tiene el valor anual más alto (\$1,475,451) y la captura más alta (406,087 kg). Aunque el camarón blanco tiene la captura más baja de estas cinco categorías, es la segunda más valiosa de ellas, ya que tiene el precio promedio mensual más alto por unidad (kg), que es tres veces o más el precio de las otras categorías. En el caso de los bivalvos, se utilizaron los valores de captura y precio promedio por especie por área de extracción proporcionados por Duran (2018) (Cuadro 10). Aquí, las almejas son el tipo de bivalvos que se extraen en las cantidades más altas (25,090 kg), que representan el 70% de la extracción total de bivalvos, pero tienen el precio promedio más bajo (\$1.4/kg) y por lo tanto representan solo el 20% del valor económico de esta categoría de organismos. Por otro lado, las pianguas representan el 15% de las extracciones anuales (5,556 kg), pero representan el 74% del valor económico debido a su alto precio promedio por unidad (\$22/kg).

⁶ Primera grande = individuos de 2kg o más | Primera pequeña = individuos de menos de 2kg. | Clase = individuos entre 800g y 1kg



Fotografía por LUMA

Debido a que los bivalvos permanecen en el mismo lugar la mayor parte del tiempo, a diferencia de los peces que se mueve dentro y fuera del Golfo, es posible determinar su ubicación exacta de extracción y, por lo tanto, mapear la provisión de este servicio ecosistémico con alta precisión (Figuras 8 y 9). A partir de este análisis, se encontró que Jicaral es el lugar con mayor extracción y ganancias económicas, seguido de Colorado y Chomes.

Cuadro 9

Captura mensual total (kg) y precio (USD 2015) de las categorías comerciales más importantes (en términos de captura y valor) en el Golfo de Nicoya.

Categoría Comercial	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
Primera grande (kg)	13,253	24,203	18,507	19,477	7,112	2,174	1,807	24,183	25,321	17,555	11,613	13,842	179,047
Precio (USD)	6	6	6	6	5	6	5	4	3	4	5	6	5
Valor/mes (USD)	76,260	148,663	119,902	124,242	37,440	12,751	9,803	92,754	85,792	69,311	55,425	79,905	912,247
Primera grande (kg)	46,844	45,461	56,887	35,964	9,564	3,825	3,062	36,013	55,640	38,722	40,682	33,423	406,087
Precio (USD)	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Valor/mes (USD)	174,907	169,323	226,917	146,781	33,147	12,931	10,652	123,083	165,789	126,043	147,613	138,264	1,475,451
Primera grande (kg)	35,865	32,767	40,488	42,621	19,439	11,043	22,107	26,693	41,291	25,213	20,742	32,420	350,689
Precio (USD)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Valor/mes (USD)	61,985	58,629	77,683	81,618	39,812	25,393	51,242	47,613	70,294	44,321	40,372	64,660	663,623
Primera grande (kg)	6,112	5,420	6,838	11,067	413.09	9,473	5,641	5,341	6,916	4,775	6,464	2,199	73,724
Precio (USD)	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
Valor/mes (USD)	28,057	23,929	32,023	48,302	33,179	19,542	12,380	21,119	27,513	18,099	24,584	10,888	299,616
Primera grande (kg)	12,346	10,008	6,560	6,669	1,711	60	5	10,233	7,104	5,325	4,204	6,916	71,141
Precio (USD)	17	17	18	19	18	14	28	13	13	13	13	13	16
Valor/mes (USD)	206,984	169,174	117,449	128,252	30,558	860	139	132,027	89,647	67,168	52,740	87,517	1,082,514

Fuente: INCOPESCA, 2018

Cuadro 10

La categoría comercial “Bivalvos” desagregada por especie, que muestra la captura (kg) y valor (USD 2015) de cada especie en cada ubicación del Golfo de Nicoya en 2015

Sitio	Bivalvo	Captura (kg)	Precio promedio (USD/kg)
Berrugate	Almejas	4	1
	Piangua	8	21
Chira	Piangua	21	21
Chomes	Almejas	612	2
	Chora	516	2
	Mejillones	1,340	2
	Piangua	733	21
Colorado	Almejas	446	1
	Chora	1,300	1
	Mejillones	220	2
	Piangua	1,523	27
Corozal	Almejas	244	1
	Piangua	341	24
Isla Venado	Almejas	1,132	1
	Chora	130	1
	Piangua	182	27
Islita	Almejas	1,390	2
	Chora	50	2
	Mejillones	225	3
	Piangua	1,125	20
Jicaral	Almejas	20,420	1
	Chora	1,000	2
	Piangua	1,198	28
Las Ramas	Piangua	4	18
Moraga	Almejas	50	2
	Mejillones	150	2
	Piangua	88	20
Pajaritas	Almejas	257	2
Palito	Chora	204	2
	Almejas	112	1
	Piangua	126	20
Punta Morales	Almejas	423	1
	Chora	96	2
	Mejillones	200	2
	Piangua	207	21



Fotografía por LUMA

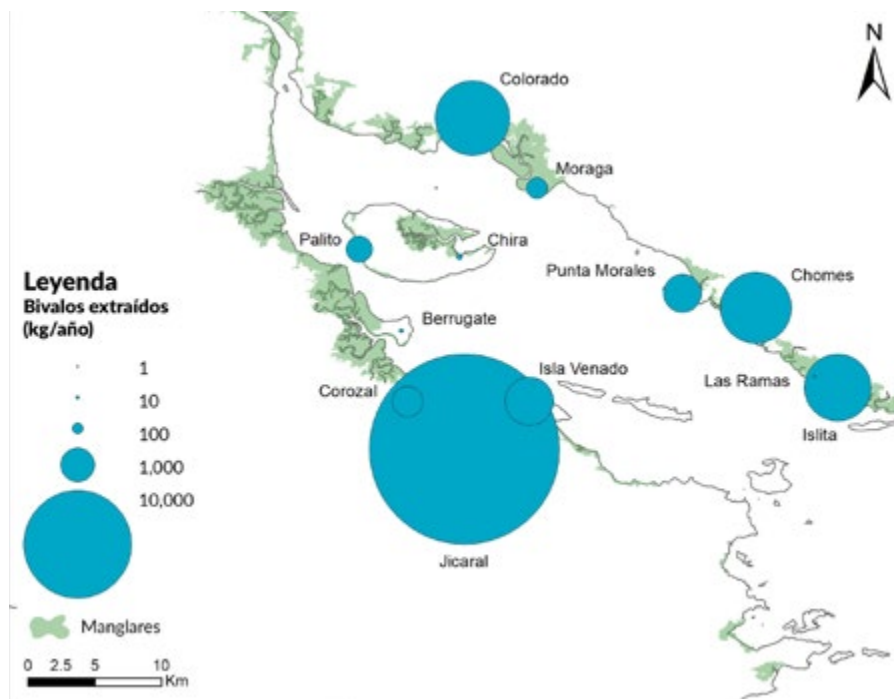


Figura 8. Proporción del total de bivalvos extraídos en cada sitio del Golfo de Nicoya en el 2015.
Fuente: Elaboración propia con datos de INCOPESCA

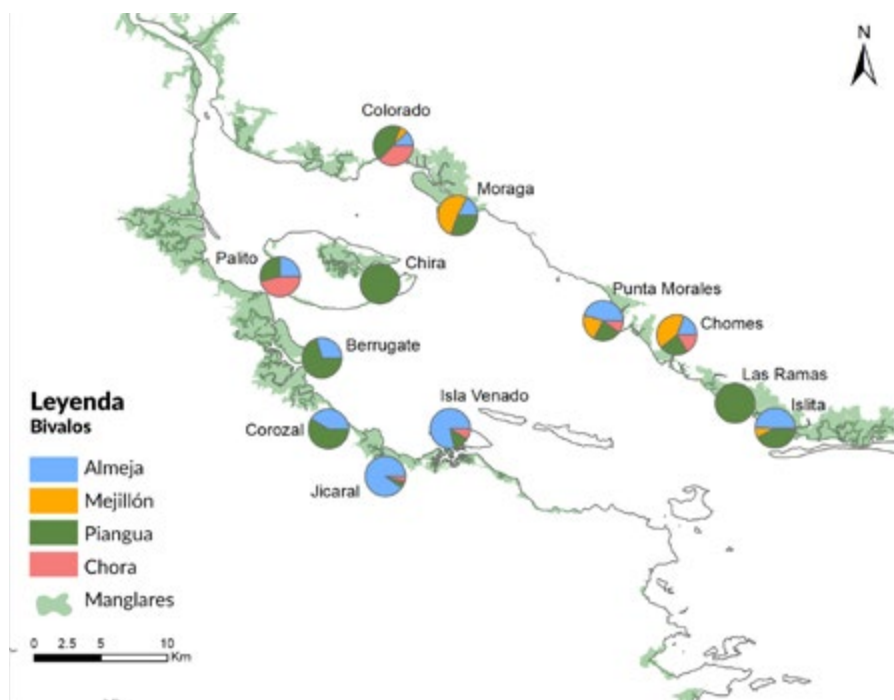


Figura 9. Composición de especies del total de bivalvos extraídos en cada sitio en el 2015.
Fuente: Elaboración propia con datos de INCOPESCA

Considerando las capturas totales y los valores económicos por especies en el 2015 en el Golfo de Nicoya, la corvina reina es la especie que se pesca en cantidades más altas de todas las especies evaluadas (311,771 kg), además de tener el valor económico más alto (\$1,264,579). La corvina aguada es la segunda especie más capturada (267,892 kg) pero tiene el tercer valor económico más alto (\$709,818) ya que el camarón blanco es la segunda especie más valiosa (\$1,082,514) (Cuadro 11).

En total, el servicio de aprovisionamiento de alimentos (i.e., pesquerías) en el Golfo de Nicoya tiene un valor económico de \$4,613,471. Como se estableció en la sección de métodos, se supuso que los productos marginales y promedio del área de manglar son iguales para todas las especies cosechadas (según Costanza et al. 1989), lo que resulta en una captura de 54 kg por hectárea de manglar, y un valor total de \$222 por hectárea.

Cuadro 11

Resumen de la captura total (kg) y el valor (2015 USD) de cada especie capturada en 2015 en el Golfo de Nicoya.

Especie	TOTAL		TOTAL PER HA	
	Captura (kg)	Valor (USD)	Captura por ha (kg)	Valor por ha (USD)
Corvina aguada	267,892	709,818	13	34
Corvina picuda	106,057	301,408	5	15
Corvina reina	311,771	1,264,759	15	61
Corvina agria	71,637	256,578	3	12
Corvina rayada	2,758	7,892	0.1	0.4
Corvina zorra rayada	438	829	0.02	0.04
Corvina guavina	14,621	30,912	1	1
Corvina zorra panameña	4,632	9,997	0.2	0.5
Corvina coliamarilla	14,841	54,579	1	3
Gualaje armado	40,424	92,036	2	4
Gualaje mano piedra	16,729	32,211	1	2
Gualaje aleta manchada	16,374	47,180	1	2
Lisa	7,878	14,908	0.4	1
Berrugate	8,791	16,636	0.4	1
Robalo	46,650	203,389	2	10
Cuminata colorado	2,782	5,265	0.1	0.3
Barracuda	1,546	2,925	0.1	0.1
Pargo manchado	73,724	299,616	4	14
Camarón blanco	71,141	1,082,514	3	52
Almeja	25,090	35,943	1	2
Piangua	5,556	133,956	0.3	6
Chora	3,296	5,246	0.2	0.3
Mejillón	2,135	4,874	0.1	0.2
TOTAL	1,116,765	4,613,471	54	222

Protección costera

El mapa de aumento del nivel del mar que se produjo usando datos del sitio web AVISO + (Figura 10) muestra que la zona norte del Golfo es la que está experimentando el aumento más alto, con 2.93 mm/año en los distritos de Chomes, Pitahaya y partes de Puntarenas, y 2.88 mm/año en los distritos de Manzanillo, Colorado-Abangares, Mansión e Isla Chira. En la zona media del Golfo, en los distritos de El Roble, Espíritu Santo, San Juan Grande, Paquera y la mayoría de Tárcoles, el nivel del mar está aumentando a una tasa de 2.7 mm/año. Finalmente, la zona sur del Golfo tiene las tendencias más bajas de aumento del nivel del mar, en el distrito de Cóbano es de 2.46 mm/año y en Jacó, una de las playas más pobladas del país, 2.32 mm/año.

Usando el modelo de Vulnerabilidad Costera INVEST, se produjo un total de nueve mapas. Los mapas de resultados de exposición costera, relieve, hábitats naturales (basados en el mapa de cobertura de manglares), exposición a olas, potencial de oleaje y aumento del nivel del mar (basado en el mapa que se produjo como se explicó anteriormente)

(Figuras A4.1- A4.6 del Apéndice 4) se utilizaron en combinación para estimar el índice de exposición costera que muestra las áreas más vulnerables del Golfo a la erosión y la inundación durante tormentas (Figura 11). Los mapas del índice de exposición costera muestran que los distritos de Chomes, Pitahaya, Puntarenas, El Roble, Espíritu Santo, San Juan Grande y Tárcoles son los más vulnerables. Por otro lado, Quebrada Honda, Mansión, San Pablo Nandayure y Lepanto, todos localizados en el lado oeste del Golfo, tienen el índice de vulnerabilidad más bajo.

El mapa principal de resultados, el rol del hábitat (Figura 13), es la diferencia entre el mapa de exposición costera (Figura 11) y el mapa de exposición costera sin el rol de hábitats (Figura 12), y fue utilizado para clasificar el área total de manglares del Golfo de Nicoya según la intensidad de la provisión del servicio de protección costera, mostrando la intensidad más alta en los distritos de Chomes, Pitahaya, Puntarenas y la mayoría de Tárcoles, y la menor intensidad en Quebrada Honda y Mansión (Figura 14).

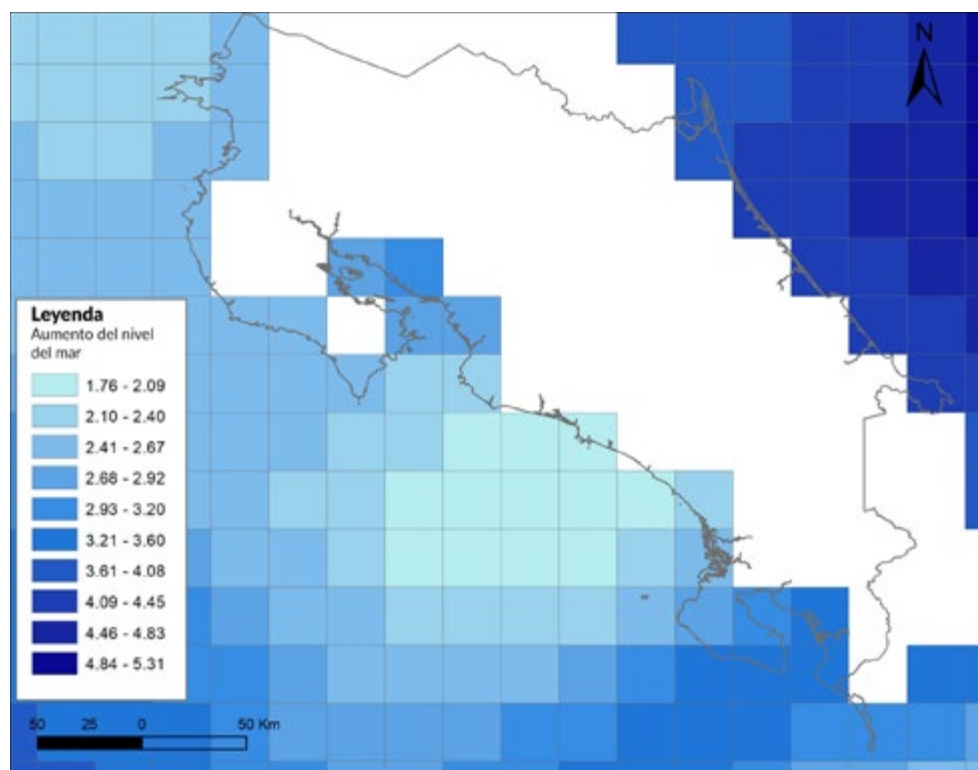


Figura 10. Aumento del nivel del mar promedio en Costa Rica en mm/año. Las áreas más oscuras muestran el aumento del nivel del mar más alto. El Golfo de Nicoya está experimentando un aumento del nivel del mar mediano comparado a otras áreas del país.

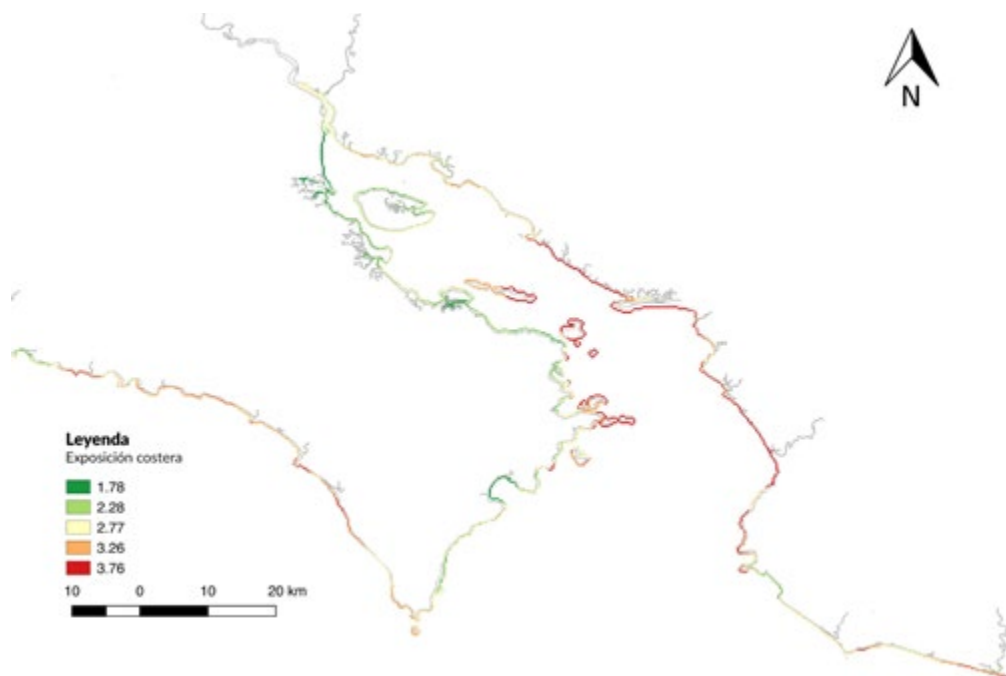


Figura 11. Raster del índice de exposición costera. Áreas costeras en rojo significa que tienen una vulnerabilidad más alta, y en verde una vulnerabilidad más baja. Este producto del modelado toma en consideración factores tanto ecológicos como socio-económicos.

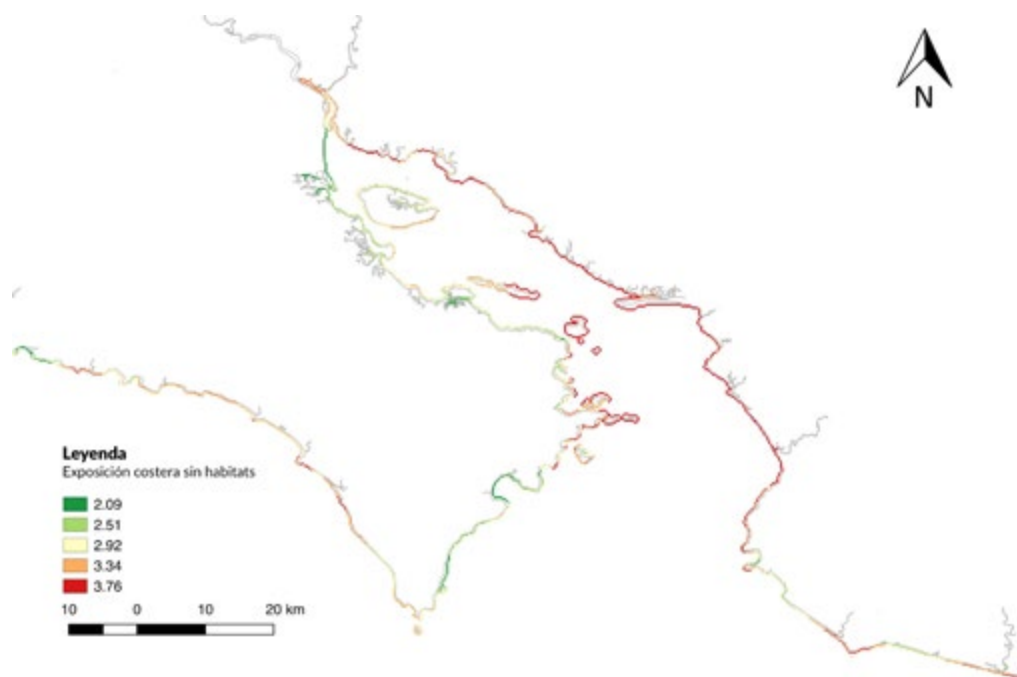


Figura 12. Exposición costera sin tomar en consideración los hábitats, el raster contiene valores calculados por la misma ecuación que la del raster de la exposición costera excepto que la capa de hábitats naturales fue reemplazada por la constante 5.

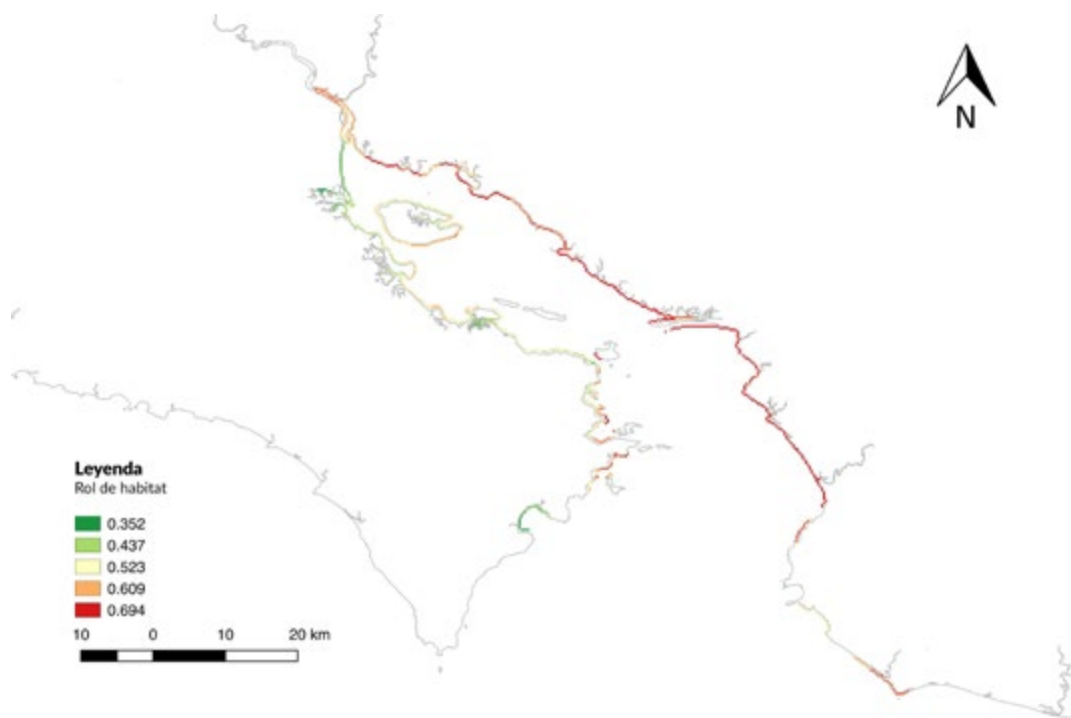


Figura 13. Rol del hábitat, es un raster de la diferencia entre la exposición costera sin considerar los hábitats (Figura 11) y la exposición costera (Figura 12).

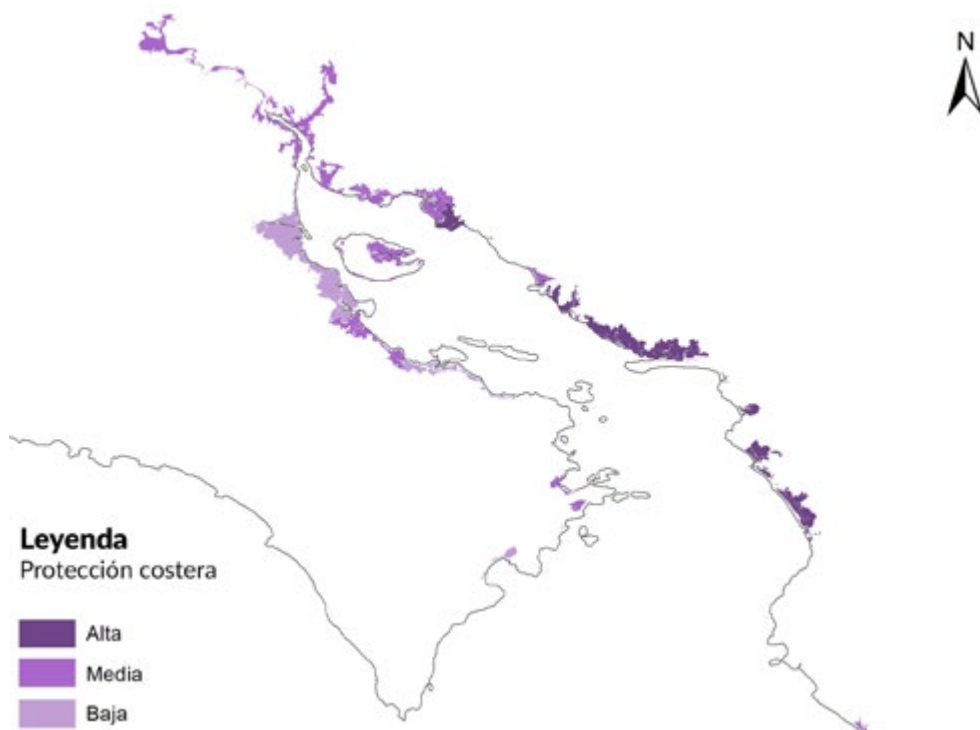


Figura 14. Área total de bosque de manglar del Golfo de Nicoya clasificado de acuerdo a su nivel de protección costera.

La categorización del área del Golfo de Nicoya utilizando el mapa del rol del hábitat producido por el modelo resultó en 5,157 hectáreas que reciben una baja protección de los manglares, 8,894 hectáreas con protección media y 5,874 con protección alta. Es importante tener en cuenta una vez más que el nivel de protección que proporcionan los manglares para cada ubicación es una función de todas las variables mencionadas en la sección de Métodos se utilizaron como entradas para el modelo.

Se estimó a través del método de transferencia de beneficios modificada por modelado que el valor promedio total del servicio de protección costera es de \$103 millones por año, y un valor mediano total de 40 millones por año (Cuadro 12).

Cuadro 12

Resumen del valor total medio y mediano del servicio de protección costera de los manglares en el Golfo de Nicoya, clasificado por los niveles de protección establecidos a través del modelado utilizando INVEST.

Nivel de protección costera	Valor promedio por ha (2015 \$/año)	Valor mediano por ha (2015 \$/año)	Área bajo cada nivel de protección (ha)	Peso	Valor promedio total (2015 \$/año)	Valor mediano total (2015 \$/año)
Bajo	7,638.00	2,997.00	5,156.96	0.33	12,998,323.96	5,100,285.01
Mediano	7,638.00	2,997.00	8,893.76	0.66	44,834,155.66	17,592,035.16
Alto	7,638.00	2,997.00	5,873.86	1.00	44,864,542.68	17,603,958.42
TOTAL			19,924.58		102,697,022.30	40,296,278.58

Combinando los valores de la transferencia de beneficios modificada por expertos con las estimaciones de los estudios primarios, se calculó el valor total promedio de los servicios ecosistémicos evaluados de los bosques de manglar en el Golfo de Nicoya en \$408 millones por año, y un valor total mediano de \$86 millones (Cuadro 13).



Fotografía por LUMA / Mónica Naranjo

Cuadro 13

Resumen que compara los resultados de los tres métodos diferentes utilizados para estimar el valor económico de los servicios ecosistémicos de los manglares del Golfo de Nicoya. Los números en negro se estimaron a través de la transferencia de beneficios (excepto subtotales y totales), los números en azul se estimaron usando la transferencia modificada por expertos y los números en verde se estimaron usando estudios primarios.

	TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS		TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS MODIFICADA		TRANSFERENCIA DE BENEFICIOS MODIFICADA + ESTUDIOS PRIMARIOS	
	Valor Promedio	Valor Mediano	Valor Promedio	Valor Mediano	Valor Promedio	Valor Mediano
SERVICIOS DE PROVISIÓN						
Alimento	39,896,691	39,896,691	39,896,691	5,840,970	4,613,471	4,613,471
Bioprospección	5,144,858	5,144,858	0	0	0	0
Fibras	112,718	112,718	0	0	0	0
Ferrocarril	294,726	294,726	14,760	14,760	14,760	14,760
Arena, rocas, grava, Coral	1,037,136	1,037,136	0	0	0	0
Madera y leña	351,713,024	351,713,024	49,618,917	884,259	49,618,917	884,259
Otras materias primas	27,220,649	27,220,649	0	0	0	0
Total Servicios de Provisión	425,419,802	425,419,802	89,530,368	6,739,990	54,247,148	5,512,490
SERVICIOS DE REGULACIÓN						
Regulación del clima	15,011,447	5,726,869	15,011,447	5,726,869	38,151,655	38,151,655
Protección costera	152,187,141	59,708,937	152,187,141	59,708,937	102,697,022	40,296,279
Total Servicios de Regulación	167,198,587	65,435,806	167,198,587	65,435,806	140,848,677	78,447,933
SERVICIOS CULTURALES						
Recreación/turismo	7,047,295	1,287,048	804,021	146,838	804,021	146,838
Total Servicios Culturales	7,047,295	1,287,048	804,021	146,838	804,021	146,838
SERVICIOS DE SOPORTE						
Protección de la biodiversidad	212,214,578	212,214,578	2,315,253	212,214,578	212,214,578	2,315,253
Total Servicios de Soporte	212,214,578	212,214,578	2,315,253	212,214,578	212,214,578	2,315,253
TOTAL	811,880,262	469,747,554	74,637,886	408,114,424	811,880,262	86,422,515



4. DISCUSIÓN

Análisis comparativo entre técnicas del enfoque híbrido

Debido a que el objetivo era valorar económicamente una amplia gama de servicios ecosistémicos provistos por los bosques de manglar en el Golfo de Nicoya, se necesitaba aplicar una metodología de enfoque híbrido que nunca se había utilizado en Costa Rica, combinando métodos tradicionales e innovadores. La aplicación de este enfoque produjo las primeras estimaciones hechas de estos servicios ecosistémicos en el Golfo de Nicoya, lo que representa un claro paso hacia adelante en comunicar y utilizar diferentes mecanismos financieros el valor de este capital natural.

Cuando se utilizó el método de transferencia de beneficios, se presentaron los resultados como valores promedio y valores medianos porque se encontró una variación significativa entre las estimaciones que se extrajeron de los estudios primarios, que fue el caso de todos los servicios ecosistémicos evaluados. Por ejemplo, en términos de valores por hectárea por año, se encontró que para la pesca el rango de valores va de \$1 (Turpie, 2000) a \$ 22,804 (RK Turner et al., 2003), para madera desde \$52 (Turpie, 2000) a \$22,443 (Gren y Söderqvist, 1994), para protección costera de \$180 (Emerton, 2005) a \$27,638 (Barbier, 2007), para turismo de \$65 (Tri et al., 2000) a \$944 (Cooper et al., 2009), y para la protección de la biodiversidad desde \$15 (Gunawardena & Rowan, 2005) a \$ 36,312 (Bann, 1999).

Estos resultados de los estudios primarios varían debido a una serie de factores, que incluyen el método de valoración, ubicación, población, área del sitio de estudio, PIB/per cápita del país, etc. A medida que haya más estudios disponibles, será posible estimar la influencia relativa de estos factores en los resultados finales y reducir la varianza de manera significativa.

Por ejemplo, DeGroot et al. (2012) produjeron una meta-regresión basada en 244 estudios del valor de los humedales continentales, incluidas 17 variables que explicaron el 44% de la varianza en las estimaciones de valoración. Este tipo de análisis tendrá que esperar hasta tener más estudios de los valores del manglar. Mientras tanto, simplemente se indica en este estudio el rango de estimaciones, sus valores promedios y medianos a fin de comunicar la incertidumbre en las estimaciones actuales.

También es clave tener en cuenta que cuando se utiliza la técnica de transferencia de beneficios, se está estimando el valor potencial de los servicios ecosistémicos para una región, ya que se asume que el área total de esa región proporciona estos servicios (i.e., suponiendo que haya beneficiarios en toda la región bajo evaluación), y por esta razón se ajustaron estas estimaciones con la ayuda de un panel de expertos. Los resultados de la transferencia de beneficios modificada por expertos representan el 58% del valor promedio inicial calculado por transferencia de beneficios, y el 85% del valor mediano, lo que muestra el impacto de eliminar o modificar el valor de varios servicios ecosistémicos, o incluso uno en casos tales como madera y leña que su diferencia de valor entre los obtenidos mediante la transferencia de beneficios y la transferencia de beneficios modificados por expertos es igual al 37% del valor total estimado con el método tradicional de transferencia.

Haber estimado valores económicos utilizando ambos métodos de transferencia de beneficios demostró ser útil para obtener resultados más precisos, además de que fue una herramienta para la creación de capacidades para los expertos que participaron en este ejercicio. Sin embargo, al realizar estudios primarios para tres servicios

ecosistémicos, se pudo comparar estos resultados con los obtenidos con los dos métodos de valuación anteriores, mostrando resultados muy similares en el caso del valor mediano de las pesquerías, \$ 5.8 millones de dólares utilizando transferencia de beneficios y \$ 4.6 millones de dólares con estudios primarios. Esto confirma que, si se realiza correctamente, la transferencia de beneficios puede ser una buena primera aproximación al valor de los servicios ecosistémicos cuando el tiempo y el presupuesto son limitados.

En el caso de la protección costera, los resultados obtenidos utilizando modelos biofísicos y demográficos variaron en relación con la transferencia de beneficios de manera similar a como los resultados variaron entre las técnicas de transferencia ya que se desglosaron las áreas potenciales y las áreas reales que reciben los beneficios, resultando en un 67% del valor medio y mediano calculado utilizando la transferencia tradicional de beneficios (la diferencia proporcional del valor promedio y mediano en relación con las estimaciones de transferencia son iguales porque las variables que se modificaron, área y su capacidad de protección, fueron las mismas en cantidad en ambos casos).

Los resultados de la regulación climática son los más disímiles entre los métodos de valoración, probablemente debido a variables tales como la tasa de secuestro de carbono estimada o seleccionada de la literatura y el valor económico asignado a cada tonelada de carbono. En ninguno de los casos, el carbono almacenado o el secuestro de carbono, se eligió el enfoque de precios de mercado, como se hizo en un estudio anterior sobre manglares del Golfo de Nicoya realizado por Arguedas-Marín (2015), porque estos “precios son generalmente de menor valor ya que los consumidores que participan en mercados de carbono no están en una posición o están dispuestos a pagar el precio total requerido para suministrar los beneficios del almacenamiento o secuestro de carbono” (Jerath et al., 2016, pp 165), mientras que los MAC y SCC se calculan utilizando modelos económicos que combinan los factores biofísicos o el cambio climático y los aspectos socioeconómicos del crecimiento económico en diferentes escenarios de cambio climático.

En términos de los valores económicos totales de los servicios ecosistémicos evaluados, si se comparan los resultados combinados de la transferencia de beneficios modificada por expertos y los estudios primarios con los resultados de la transferencia tradicional de beneficios, el valor total promedio representa el 50% de las estimaciones originales de la transferencia de beneficios, y el valor total mediano un 98%, lo que respalda el argumento de que si la transferencia de beneficios se lleva a cabo cuidadosamente puede producir buenas aproximaciones del valor real de los servicios ecosistémicos.

Teniendo en cuenta únicamente los valores medianos, el valor total combinado de la regulación del clima y la protección costera representa el 91% del valor total de los servicios ecosistémicos en el Golfo de Nicoya. Además, si se agrega el tercer servicio más valioso, la pesca, que representa el 5% del valor mediano total, significa que al utilizar estudios primarios se pudo estimar el 96% del valor mediano total de los servicios ecosistémicos en el Golfo, demostrando nuevamente la importancia de haber seleccionado estos servicios ecosistémicos para valorizarlos mediante la investigación primaria.

Por último, considerando nuevamente el valor total mediano de los servicios ecosistémicos de los manglares, este representa el 0.16% del PIB en Costa Rica en el 2015, que es también el equivalente exacto del presupuesto nacional total del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica en el 2015 (Ministerio de Hacienda de CR, 2015). Además, tomando en consideración la estimación reciente del gasto nacional total de Costa Rica en protección ambiental, que es 0.19% del PIB (CEPAL, 2018), las estimaciones realizadas en este estudio del valor mediano total de los servicios ecosistémicos de los manglares serían igual a 85 % de ese gasto.

Implicaciones políticas

No se pretende proporcionar aquí una extensa lista de leyes, políticas e iniciativas que este estudio respalda, sino ilustrar cómo las valoraciones económicas como la que se realizaron aquí pueden ayudar a poner en práctica muchas acciones gubernamentales para la protección de los

humedales bajo un enfoque ecosistémico, así como para estimular la creación de políticas y programas innovadores como “pagos azules por servicios ecosistémicos”. De tal manera, se analiza brevemente una de las políticas más recientes del país para la conservación de estos humedales, Política Nacional de Humedales 2017-2030.

En el año 2017, Costa Rica lanzó esta política con el objetivo de “gestionar integralmente los ecosistemas de humedal de Costa Rica para contribuir al desarrollo nacional al conservar su integridad ecológica y el uso sostenible de los servicios ecosistémicos que brindan para las futuras y actuales generaciones”. Para lograr este objetivo, la política estableció los siguientes 2 ejes de acción relacionados con los servicios ecosistémicos y su valoración: 1) “Conservación del ecosistema de humedal, y sus bienes y servicios”; y 2) “Desarrollo, provisión de servicios ecosistémicos y adaptación climática”.

Este estudio contribuye principalmente al eje 2 y, más específicamente, a las siguientes lineamientos y actividades de la Política Nacional de Humedales:

- **Lineamiento 2.1** “Conocimiento científico y tradicional del suministro de servicios ecosistémicos de los humedales”. Bajo la actividad de este lineamiento de “Mapear y determinar qué actividades productivas son consistentes con los usos sostenibles de los ecosistemas de humedal, analizando la relación entre oferta y demanda de bienes y servicios”, se estimó en este estudio el valor económico y se mapearon servicios ecosistémicos como la pesca y el turismo, proporcionando información sobre la dependencia que estas actividades productivas tienen en los manglares.
- **Lineamiento 2.4** “Incentivos que promueven la adopción de buenas prácticas para proteger la integridad ecológica de los ecosistemas de humedal”. Una de las actividades de este lineamiento tiene como objetivo “crear un fondo o programa financiero para la conservación de los ecosistemas de humedal en los municipios”, que puede utilizar las estimaciones económicas de este estudio para evaluar el análisis

costo-beneficio del establecimiento de este fondo, así como para desarrollar mecanismos basados en estas estimaciones del valor de los servicios ecosistémicos de los manglares en el Golfo de Nicoya.

- **Lineamiento 2.5** “Uso sostenible, relacionado con la mitigación y adaptación de ecosistemas de humedales y poblaciones humanas”. En particular, la actividad de “Desarrollar e implementar una estrategia de carbono azul” se verá altamente beneficiada con los hallazgos de este estudio, especialmente porque se determinó que el 91% del valor económico de los manglares en el Golfo de Nicoya proviene de servicios ecosistémicos directamente relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático (i.e. regulación del clima y protección costera). Los resultados de este estudio proporcionan una comprensión clara de las variables biofísicas y socioeconómicas que se deben considerar para desarrollar una estrategia para proteger y mejorar los ecosistemas de carbono azul como los manglares.







5. CONCLUSIONES

Este estudio constituye el primero de este tipo que compara resultados de la valoración económica de los servicios ecosistémicos de los manglares utilizando un “método de tres niveles” híbrido. Comenzando con la transferencia tradicional de beneficios, se agregó la transferencia de beneficios modificada por expertos y finalmente los estudios primarios. Este estudio apoya el uso y la precisión de la transferencia de beneficios cuando es realizada correctamente. Hasta donde los autores tienen conocimiento, esta es la primera integración híbrida de la transferencia de beneficios con la herramienta de modelado INVEST.

Se demostró que los bosques de manglar desempeñan un papel fundamental en las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, y que al mismo tiempo

proporcionan muchos servicios que tienen un impacto positivo en el bienestar de las comunidades locales que dependen de estos ecosistemas.

Además, los manglares son cruciales para las comunidades que pueden estar lejos de su ubicación, como en el caso de la provisión de alimentos que se consume en todo Costa Rica.

Las estimaciones de este estudio pueden utilizarse como la base de políticas y estrategias para la conservación de los humedales y el bienestar social, y también pueden servir de base para investigaciones futuras sobre sistemas socio-ecológicos a fin de comprender mejor la dependencia de la sociedad de los bosques de manglar en Costa Rica y en otras partes del mundo y así como también los impactos humanos en esos servicios.



Fotografía por LUMA



6. REFERENCIAS

- Acharya, G. (2002). Life at the margins: The social, economic and ecological importance of mangroves. *Madera y Bosques*, 8(1).
- Araya, H., & Vasques, A. R. (2005). *Evaluación de los recursos pesqueros en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Años 2001-2004*. Costa Rica: INCOPECA.
- Araya, H., Vásquez, A. R., Marín, B., Palacios, J. A., Soto, R. L., Mejía, F., ... Hiramatsu, K. (2007). *Reporte del Comité de Evaluación de Recursos Pesqueros No. 1*. Costa Rica: INCOPECA.
- Arguedas-Marín, M. (2015). *Valoración económica de servicios ecosistémicos brindados por el manglar del Golfo de Nicoya, Costa Rica*. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Bann, C. (1999). A contingent valuation of the mangroves of Benut, Johor State, Malaysia. *Economy and Environment Programme for Southeast Asia (EEPSEA)*.
- Barbier, E. B. (2007). Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic Policy*, 22(49), 178–229.
- Barbier, E. B., Acreman, M., & Knowler, D. (1997). Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau Gland.
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169–193.
- Barton, D. (1995). Valoración económica parcial de alternativas de manejo para los humedales de Térraba-Sierpe, Costa Rica. *Heredia*, Costa Rica.
- Brander, L. M., Wagtendonk, A. J., Hussain, S. S., McVittie, A., Verburg, P. H., de Groot, R. S., & van der Ploeg, S. (2012). Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem Services*, 1(1), 62–69.
- CEPAL. (2018). *Estimación del gasto en protección ambiental en Costa Rica*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
- Chmura, G. L., Anisfeld, S. C., Cahoon, D. R., & Lynch, J. C. (2003). Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 17(4).
- Chong, V. C. (2006). Sustainable utilization and management of mangrove ecosystems of Malaysia. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 9(2), 249–260.
- Cifuentes-Jara, M. 2008. Cifuentes-Jara, M. 2008. Aboveground biomass and ecosystem carbon pools in tropical secondary forests growing in six life zones of Costa Rica. Ph.D. Dissertation. Oregon State University, Corvallis, EUA. 178p.
- Cifuentes-Jara, M., Brenes, C., Manrow, M., & Torres, D. (2014). *Los manglares del Golfo de Nicoya, Costa Rica, dinámica de uso del suelo y potencial de mitigación* (Informe final de consultoría de proyecto Conservación Internacional (CI)- Manglares.). San José, Costa Rica.
- Cooper, E., Burke, L. M., & Bood, N. D. (2009). Coastal Capital, Belize: *The Economic Contribution of Belize's Coral Reefs and Mangroves*. World Resources Institute.
- Costanza, R. (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141(2), 350–352.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... others. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260.
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., ... Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28(Part A), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152–158.
- Costanza, R., Farber, S. C., & Maxwell, J. (1989). Valuation and management of wetland ecosystems. *Ecological Economics*, 1(4), 335–361.
- Costanza, R., Kubiszewski, I., Ervin, D. E., Bluffstone, R., Brown, D., Chang, H., ... others. (2011). Valuing ecological systems and services. Retrieved from http://pdxscholar.library.pdx.edu/iss_pub/71/?utm_source=pdxscholar.library.pdx.edu%2Fiss_pub%2F71&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages
- Daly, H. E., & Farley, J. (2004). *Ecological economics: principles and applications*. Island press. Retrieved from https://books-google-com-au.virtual.anu.edu.au/books?hl=en&lr=&id=20R9_6rC-LoC&oi=fnd&pg=PR5&dq=ecological+economics+principles+and+applications+2004&ots=yISDF9HQTV&sig=IOfSFvDK60s5LLjC0IVXZlr2RM
- De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., ... Hein, L. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, 1(1), 50–61.
- De Groot, R., Stuij, M., Finlayson, M., & Davidson, N. (2006). *Valuing wetlands: guidance for valuing the benefits derived from wetland ecosystem services*. International Water Management Institute.

- Duran, M. (2018). Bivalves catch and sales disaggregated for 2015. INCOPESCA.
- Earth Economics. (2010). *Nature's Value in the Térraba-Sierpe National Wetlands: The Essential Economics of Ecosystem Services*. Tacoma, Washington, EEUU: Earth Economics.
- Emerton, L. (2005). *Values and rewards: counting and capturing ecosystem water services for sustainable development*. IUCN.
- FAO. (2007a). *Mangroves of North and Central America 1980-2005* (Working Paper 138.). Rome.
- FAO. (2007b). *The world's mangroves 1980-2005*. (FAO Forestry Paper 153). Rome.
- Fernández, C., Alvarado, J. J., & Nielsen, V. (2006). Golfo de Nicoya. In *Ambientes Marino Costeros de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica.
- Fisher, B. S., Nakicenovic, N., Alfsen, K., Corfee-Morlot, J., Chesnaye, F., Hourcade, J.-C., ... Matyssek, A. (2007). *Issues related to mitigation in the long term context*. Cambridge University Press.
- Goti, I. (1991). *Reclutamiento, abundancia y distribución de (Penaeus spp) (Crustacea: Penaeidae) en el Estero Morales, Puntarenas, durante periodos de luna nueva del año 1987*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Gren, M., & Söderqvist, T. (1994). *Economic valuation of wetlands: a survey*. Beijer International Institute of Ecological Economics, The Royal Swedish Academy of Sciences.
- Gunawardena, M., & Rowan, J. S. (2005). Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. *Environmental Management*, 36(4), 535–550.
- Hernández-Blanco, M., Seguro-Bonilla, O., Moreno-Díaz, M. L., & Muñoz-Valenciano, E. (2017). The economic value of ecosystem services of 7 Ramsar Sites in Costa Rica.
- Himes-Cornell, A., Pendleton, L., & Atiyah, P. (2018). Valuing ecosystem services from blue forests: A systematic review of the valuation of salt marshes, sea grass beds and mangrove forests. *Ecosystem Services*, 30, 36–48.
- Imbach, A., & Windevoixhel-Lora, N. (1998). Sustainable Use of Mangroves in Central America. *SUI Technical Series*, 1, 85–102.
- INCOPESCA. (2018). Información de producción nacional pesquera 2015. Retrieved from <https://www.incopesca.go.cr/publicaciones/estadisticas/historico/2015.html>
- Jerath, M. (2012). An economic analysis of carbon sequestration and storage service by mangrove forests in Everglades National Park, Florida.
- Jerath, M., Bhat, M., Rivera-Monroy, V. H., Castañeda-Moya, E., Simard, M., & Twilley, R. R. (2016). The role of economic, policy, and ecological factors in estimating the value of carbon stocks in Everglades mangrove forests, South Florida, USA. *Environmental Science & Policy*, 66, 160–169.
- Kappelle, M. (2016). *Costa Rican ecosystems*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lal, P. (2003). Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. *Ocean & Coastal Management*, 46(9–10), 823–844.
- Maldonado, J. H., & Zarate-Barrera, T. G. (2015). Valuing blue carbon: carbon sequestration benefits provided by the marine protected areas in Colombia. *PloS One*, 10(5), e0126627.
- Marín, B. (2018). Catch disaggregated by species, 2015. INCOPESCA.
- McIvor, A. L., Möller, I., Spencer, T., & Spalding, M. (2012). Reduction of wind and swell waves by mangroves. *Natural Coastal Protection Series: Report 1. Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 40. ISSN 2050-7941*.
- Mehvar, S., Filatova, T., Dastgheib, A., de Ruyter van Steveninck, E., & Ranasinghe, R. (2018). Quantifying Economic Value of Coastal Ecosystem Services: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(1), 5.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005a). Ecosystems and human well-being: synthesis. *Island, Washington, DC*.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005b). Ecosystems and human well-being: wetlands and water. *World Resources Institute*.
- Ministerio de Hacienda de CR. (2015). Presupuesto Nacional 2015.
- Morton, B. (2013). Mangrove bivalves. In *The Mollusca* (Vol. 6, pp. 77–130). Elsevier.
- Mukherjee, N., Sutherland, W. J., Dicks, L., Hugé, J., Koedam, N., & Dahdouh-Guebas, F. (2014). Ecosystem service valuations of mangrove ecosystems to inform decision making and future valuation exercises. *PloS One*, 9(9), e107706.
- Murray, B. C., Jenkins, W. A., Sifleet, S., Pendleton, L., & Baldera, A. (2010). Payments for blue carbon: potential for protecting threatened coastal habitats. *Policy Brief. Durham: Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. Duke University*.
- OO-CI. (2018). *Valoración económica de los recursos pesqueros de la flota artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica*. Costa Rica: Conservación Internacional Costa Rica.

Plummer, M. L. (2009). Assessing benefit transfer for the valuation of ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 38–45.

Programa REDD/CCAD-GIZ - SINAC. (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. *Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales*. San José, Costa Rica: Programa Regional REDD/CCAD-GIZ.

Proyecto Golfos. (2012a). *Estado del Área Marina de Uso Múltiple Pacífico Sur, Costa Rica*. San José, Costa Rica.

Proyecto Golfos. (2012b). *Identificación y caracterización de actores institucionales y de la sociedad civil claves en la gestión de las AMUM Golfo de Nicoya y Pacífico Sur*. San José, Costa Rica: Marviv-SINAC.

Ramírez, O. A., Carpio, C. E., Ortiz, R., & Finnegan, B. (2002). Economic value of the carbon sink services of tropical secondary forests and its management implications. *Environmental and Resource Economics*, 21(1), 23–46.

Rivera, J. (2018). Proyecto Regional GEF-Manglares.

Rönnbäck, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics*, 29(2), 235–252.

Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., Förster, J., ... Davidson, N. (2013). The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands. *IEEP, London and Brussels*, 78.

Salem, M. E., & Mercer, D. E. (2012). The economic value of mangroves: A meta-analysis. *Sustainability*, 4(3), 359–383.

Sánchez, R., Reyes, V., Mora, R., Castro, R., Madrigal, P., Ovares, C., & Cascante, S. (2013). INFORME FINAL: Valoración económica de usos alternativos de la Tierra del área de amortiguamiento y del Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNTS).

Sharp, R., Tallis, H. T., Ricketts, T., Guerry, A. D., Wood, S. A., Chaplin-Kramer, R., ... Douglass, J. (2016). InVEST+VERSION+ User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.

Sifleet, S., Pendleton, L., & Murray, B. C. (2011). State of the science on coastal blue carbon: A summary for policy makers. *Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions*.

Spalding, M. (2010). *World atlas of mangroves*. UK: Earthscan.

Tol, R. S. (2011). The social cost of carbon. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, 3(1), 419–443.
Tri, N. H., Hong, P. N., Manh, M. N. T., Tuan, M. L. X., Anh, M. P. H., Tho, M. N. H., ... Tuan, M. L. D. (2000). *Valuation of the Mangrove Ecosystem in Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, Vietnam*. UNESCO/MAB Programme National Committee, Center for Natural Resources and Environmental Studies (CRES), Hanoi University of Economics (HUE) and and Management Board of Can Gio Mangrove Biosphere Reserve, Hanoi.

Turner, K. G., Anderson, S., Gonzales-Chang, M., Costanza, R., Courville, S., Dalgaard, T., ... others. (2016). A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. *Ecological Modelling*, 319, 190–207.

Turner, R. K., Paavola, J., Cooper, P., Farber, S., Jessamy, V., & Georgiou, S. (2003). Valuing nature: lessons learned and future research directions. *Ecological Economics*, 46(3), 493–510.

Turpie, J. K. (2000). The use and value of natural resources of the Rufiji floodplain and delta, Tanzania. *Unpublished Report to IUCN (EARO)*.

UNEP/GPA. (2003). The economic valuation of alternative uses of mangrove forests in Sri Lanka.

UNEP/Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-Based Activities, The Hague.

UNEP-WCMC. (2006). *In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs* (p. 33 pp). Cambridge, UK: UNEP-WCMC.

Van der Ploeg, S., & de Groot, R. S. (2010). The TEEB Valuation Database – a searchable database of 1310 estimates of monetary values of ecosystem services. Foundation for Sustainable Development.

Vegh, T., Jungwiwattanaporn, M., Pendleton, L., & Murray, B. (2014). Mangrove ecosystem services valuation: state of the literature. *NI WP*, 14–06.

Vo, Q. T., Künzer, C., Vo, Q. M., Moder, F., & Oppelt, N. (2012). *Review of valuation methods for mangrove ecosystem services*. *Ecological Indicators*, 23, 431–446.

Wilson, M. A., & Hoehn, J. P. (2006). Valuing environmental goods and services using benefit transfer: the state-of-the art and science. *Ecological Economics*, 60(2), 335–342.

Referencias para transferencia de beneficios

Ahmad, N. (1984) Some aspects of economic resources of Sundarban mangrove forest of Bangladesh.

Ammour, T., N. Windervoxhel and G. Sencion (2000) Economic valuation of mangrove ecosystems and sub-tropical forests in Central America. In: Dore M. and R. Guevara (ed), “Sustainable Forest management and Global Climate Change”. Edward Elgar Publishing, UK.

Badola, R. and S.A. Hussain (2005) Valuing ecosystem functions: an empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India. *Environmental conservation* 32(1): 85-92.

Bann, C. (1997) An economic analysis of alternative mangrove management strategies in Koh Kong Province, Cambodia. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA research report series), International Development Research Centre.

- Bann, C. (1999) A contingent valuation of the mangroves of Benut, Johor State, Malaysia. Report to DANCED, Copenhagen, Denmark.
- Barbier, E.B., I. Strand and S. Sathirathai (2002) Do open access Conditions affect the valuation of an externality? Estimating the welfare effects of Mangrove-Fishery Linkages in Thailand. *Environmental and Resource Economics* 21(4): 343-367.
- Barbier, E.B. (2007) Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic Policy* 22(1): 177-229.
- Burbridge, P.R. and Koesoebiono (1984) Management of mangrove exploitation in Indonesia. In: Soepadmo, E., A.N. Rao and D.J. Macintosh (ed), "Proceedings Asian Symposium on Mangrove Environment: Research and Management". Kuala Lumpur, 25-29 Aug. 1980. University of Malaya and UNESCO.
- Cesar, H. and C.K. Chong (2004) Economic valuation and socioeconomics of coral reefs: methodological issues and three case studies. *Wildfish Center Contribution No. 1721*.
- Cooper, E., L. Burke and N. Bood (2009) Coastal capital : Belize - The economic contribution of Belize's coral reefs and mangroves. WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington, D.C., 53pp.
- Christensen, B. (1982) Management and utilisation of mangroves in Asia and the Pacific. FAO, Rome. Environment Paper No. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
- Emerton, L., R. Seilava and H. Pearith (2002) Bokor, Kirirom, Kep and Ream National Parks, Cambodia: Case Studies of Economic and Development Linkages. Field Study Report. International Centre for Environmental Management, Brisbane and IUCN.
- Emerton, L (ed) (2005) Values and rewards: counting and capturing ecosystem water services for sustainable development. IUCN Water, Nature and Economics Technical Paper No. 1, IUCN — The World Conservation Union, Ecosystems and Livelihoods Group Asia.
- Gren, I.M. and T. Soderqvist (1994) Economic valuation of wetlands: a survey. Beijer International Institute of Ecological Economics. Beijer Discussion Paper series No. 54, Stockholm, Sweden.
- Gunawardena, M. and J.S. Rowan (2005) Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. *Environmental Management* 36(4): 535-550.
- Janssen, R. and J.E. Padilla (1999) Preservation or Conversion? Valuation and evaluation of a mangrove forest in the Philippines. *Environmental and Resource Economics* 14(3): 297-331.
- Khalil, S. (1999) Economic valuation of the mangrove ecosystem along the Karachi coastal areas. In: Hecht, J. (ed), "The Economic Value of the Environment: Cases from South Asia". Washington, D.C., IUCN - The World Conservation Union.
- Lal, P.N. (1990) Conservation or conversion of mangroves in Fiji. East-West Centre Occasional Papers 11
- Levine, S. and M. Mindedal (1998) Economics of multiple-use natural resources: the mangroves of Vietnam. MSc Thesis, University of Copenhagen
- MANR (2002) Valoracion economica del humedal barrancones. Proyecto Regional de Conservación de los Ecosistemas Costeros del Golfo de Fonseca –PROGOLF.
- Morton, R.M. (1990) Community structure, density, and standing crop of fishes in a subtropical Australian mangrove area. *Marine Biology* 105: 385-394.
- Nickerson, D.J. (1999) Trade-offs of mangrove area development in the Philippines. *Ecological Economics* 28 (2): 279-298.
- Ruitenbeek, H.J. (1988) Social cost-benefit analysis of the Korup Project, Cameroon. WWF for Nature Publication, London, UK.
- Ruitenbeek, H.J. (1994) (1994) Modelling economy-ecology linkages in mangroves: Economic evidence for promoting conservation in Bintuni Bay, Indonesia. *Ecological Economics* 10(3): 233-247
- Samonte-Tan, G.P.B., A. T. White, M. A. Tercero, J. Diviva, E. Tabara and C. Caballes (2007) Economic Valuation of Coastal and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. *Costal Management* 35(2): 319-338.
- Sathirathai, S. (1998) Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, South Thailand. Unpublished report, EEPSEA research report series, Singapore.
- Tri, N.H. (2002) Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam. The Vietnam MAB National Committee, UNESCO / MAB.
- Turner, R.K., J. Paavola, P. Cooper, S. Farber, V. Jessamy and S. Georgious (2003) Valuing nature: lessons learned and future research directions. *Ecological Economics* 46(3): 493-510.
- Turpie, J.K. (2000) The use and value of natural resources of the Rufiji Floodplain and Delta, Tanzania. Rufiji Environmental Managemet Project, Technical report No. 17.
- Turpie, J., B. Smith, L. Emerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.
- White, A.T., M. Ross and M. Flores (2000) Benefits and costs of coral reef and wetland management, Olango Island, Philippines. In: Cesar, H. (ed), "Collected essays on the economics of coral reefs". Kalmar, Sweden: CORDIO, Kalmar University: 215-227.



7. APÉNDICE 1

Expertos entrevistados para la validación de la lista de servicios ecosistémicos

NOMBRE	EXPERTISE	LUGAR DE REUNIÓN	DÍA DE REUNIÓN
Francisco Pizarro	Biólogo marino a cargo del plan de manejo de la isla de Chirra	Heredia, Costa Rica	11 de Abril, 2018
Yamileth Cubero	Proyectos de manglares - Área de Conservación del Pacífico Central	Puntarenas, Costa Rica	16 de Abril, 2018
Lara Anderson	Proyectos de manglares - Área de Conservación Tempisque	Guanacaste, Costa Rica	16 de Abril, 2018
Celso Alvarado	Proyectos de manglar - Área de Conservación Arenal Tempisque	Guanacaste, Costa Rica	16 de Abril, 2018
Pilar Arguedas	Proyectos de manglar - INCOPECSA	Puntarenas, Costa Rica	20 de Abril, 2018



8. APÉNDICE 2

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Método	Referencia
ALIMENTOS	Precios de mercado directo	Cooper, E., L. Burke and N. Bood (2009) Coastal capital : Belize - The economic contribution of Belize's coral reefs and mangroves. WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington, D.C., 53pp.
	Precios de mercado directo	Turpie, J.K. (2000) The use and value of natural resources of the Rufiji Floodplain and Delta, Tanzania. Rufiji Environmental Managemet Project, Technical report No. 17.
	Precios de mercado directo	Turner, R.K., J. Paavola, P. Cooper, S. Farber, V. Jessamy and S. Georgious (2003) Valuing nature: lessons learned and future research directions. Ecological Economics 46(3): 493-510.
	Precios de mercado directo	Samonte-Tan, G.P.B., A. T. White, M. A. Tercero, J. Diviva, E. Tabara and C. Cabañes (2007) Economic Valuation of Coastal and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. Coastal Management 35(2): 319-338.
	Precios de mercado directo	Samonte-Tan, G.P.B., A. T. White, M. A. Tercero, J. Diviva, E. Tabara and C. Cabañes (2007) Economic Valuation of Coastal and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. Coastal Management 35(2): 319-338.
	Precios de mercado directo	Gunawardena, M. and J.S. Rowan (2005) Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. Environmental Management 36(4): 535-550.
	Precios de mercado directo	Gunawardena, M. and J.S. Rowan (2005) Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. Environmental Management 36(4): 535-550.
	Precios de mercado directo	White, A.T., M. Ross and M. Flores (2000) Benefits and costs of coral reef and wetland management, Olango Island, Philippines. In: Cesar, H. (ed), "Collected essays on the economics of coral reefs". Kalmár, Sweden: CORDIO, Kalmár University: 215-227.
	Precios de mercado directo	Barbier, E.B. (2007) Valuing ecosystem services as productive inputs. Economic Policy 22(1): 177-229.
	Factor de ingresos / función de producción	Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
	Precios de mercado directo	Janssen, R. and J.E. Padilla (1999) Preservation or Conversion? Valuation and evaluation of a mangrove forest in the Philippines. Environmental and Resource Economics 14(3): 297-331.
	Transferencia de beneficios	Gren, I.M. and T. Soderqvist (1994) Economic valuation of wetlands: a survey. Beijer International Institute of Ecological Economics. Beijer Discussion Paper series No. 54, Stockholm, Sweden.
	Precios de mercado directo	Ruitenbeek, H.J. (1988) Social cost-benefit analysis of the Korup Project, Cameroon. WWF for Nature Publication, London, UK.
	Precios de mercado directo	Turpie, J., B. Smith, L. Emerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Método	Referencia
ALIMENTOS	Precios de mercado directo	Turpie, J., B. Smith, L. Emerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.
	Precios de mercado directo	Turpie, J., B. Smith, L. Emerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.
	Precios de mercado directo	Bann, C. (1997) An economic analysis of alternative mangrove management strategies in Koh Kong Province, Cambodia. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA research report series), International Development Research Centre.
	Precios de mercado directo	Tri, N.H. (2002) Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam. The Vietnam MAB National Committee, UNESCO / MAB.
MEDICINAS/ BIOPROSPECCIÓN	Transferencia de beneficios	Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
	Precios de mercado directo	Emerton, L., R. Selava and H. Pearith (2002) Bokor, Kirirom, Kep and Ream National Parks, Cambodia: Case Studies of Economic and Development Linkages. Field Study Report. International Centre for Environmental Management, Brisbane and IUCN.
	Valoración contingente	MANR (2002) Valoración económica del humedal barrancones. Proyecto Regional de Conservación de los Ecosistemas Costeros del Golfo de Fonseca –PROGOLF.
FIBRAS	Precios de mercado directo	Turpie, J., B. Smith, L. Emerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.
FORRAJE	Precios de mercado directo	Khaili, S. (1999) Economic valuation of the mangrove ecosystem along the Karachi coastal areas. In: Hecht, J. (ed), "The Economic Value of the Environment: Cases from South Asia". Washington, D.C., IUCN - The World Conservation Union.
ARENA, ROCA, GRAVA. CORAL	Precios de mercado directo	Turpie, J., B. Smith, L. Emerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.
	Precios de mercado directo	Bann, C. (1997) An economic analysis of alternative mangrove management strategies in Koh Kong Province, Cambodia. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA research report series), International Development Research Centre.
MADERA	Precios de mercado directo	Turpie, J.K. (2000) The use and value of natural resources of the Rufiji Floodplain and Delta, Tanzania. Rufiji Environmental Management Project, Technical report No. 17.
	Precios de mercado directo	Gunawardena, M. and J.S. Rowan (2005) Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. Environmental Management 36(4): 535-550.
	Transferencia de beneficios	Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Método	Referencia
MADERA	Transferencia de beneficios	Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
	Precios de mercado directo	Janssen, R. and J.E. Padilla (1999) Preservation or Conversion? Valuation and evaluation of a mangrove forest in the Philippines. Environmental and Resource Economics 14(3): 297-331.
	Transferencia de beneficios	Gren, I.M. and T. Soderqvist (1994) Economic valuation of wetlands: a survey. Beijer International Institute of Ecological Economics. Beijer Discussion Paper series No. 54, Stockholm, Sweden.
	Transferencia de beneficios	Gren, I.M. and T. Soderqvist (1994) Economic valuation of wetlands: a survey. Beijer International Institute of Ecological Economics. Beijer Discussion Paper series No. 54, Stockholm, Sweden.
	Costo Evitado	Sathirathai, S. (1998) Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, South Thailand. Unpublished report, EEPSEA research report series, Singapore.
	Precios de mercado directo	Tri, N.H. (2002) Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam. The Vietnam MAB National Committee, UNESCO / MAB.
	Precios de mercado directo	Turpie, J.K. (2000) The use and value of natural resources of the Rufiji Floodplain and Delta, Tanzania. Rufiji Environmental Managemet Project, Technical report No. 17.
	Precios de mercado directo	White, A.T., M. Ross and M. Flores (2000) Benefits and costs of coral reef and wetland management. Olango Island, Philippines. In: Cesar, H. (ed), "Collected essays on the economics of coral reefs". Kalmar, Sweden: CORDIO, Kalmar University. 215-227.
	Precios de mercado directo	Bann, C. (1997) An economic analysis of alternative mangrove management strategies in Koh Kong Province, Cambodia. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA research report series), International Development Research Centre.
	Transferencia de beneficios	Gren, I.M. and T. Soderqvist (1994) Economic valuation of wetlands: a survey. Beijer International Institute of Ecological Economics. Beijer Discussion Paper series No. 54, Stockholm, Sweden.
LEÑA Y CARBÓN	Precios de mercado directo	Khaili, S. (1999) Economic valuation of the mangrove ecosystem along the Karachi coastal areas. In: Hecht, J. (ed), "The Economic Value of the Environment: Cases from South Asia". Washington, D.C., IUCN - The World Conservation Union.
	Precios de mercado directo	Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
	Precios de mercado directo	Turner, R.K., J. Paavola, P. Cooper, S. Farber, V. Jessamy and S. Georgious (2003) Valuing nature: lessons learned and future research directions. Ecological Economics 46(3): 493-510.
	Transferencia de beneficios	Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Camau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
OTRAS MATERIAS PRIMAS		

SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIOS DE REGULACIÓN		Referencia
	Método		
OTRAS MATERIAS PRIMAS	Precios de mercado directo		Christensen, B. (1982) Management and utilisation of mangroves in Asia and the Pacific. FAO, Rome. Environment Paper No. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
	Precios de mercado directo		Turpie, J., B. Smith, L. Enerton and J. Barnes (1999) Economic value of the Zambezi Basin Wetlands. Zambezi Basin Wetlands conservation and resource utilization project. IUCN Regional Office for Southern Africa.
	Factor de ingresos / función de producción		Ahmad, N. (1984) Some aspects of economic resources of Sundarban mangrove forest of Bangladesh.
	Precios de mercado directo		Nickerson, D.J. (1999) Trade-offs of mangrove area development in the Philippines. Ecological Economics 28 (2): 279-298
	Precios de mercado directo		Tri, N.H. (2002) Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam. The Vietnam MAB National Committee, UNESCO / MAB.
	Costo Evitado		Enerton, L. (ed) (2005) Values and rewards: counting and capturing ecosystem water services for sustainable development. IUCN Water, Nature and Economics Technical Paper No. 1, IUCN — The World Conservation Union, Ecosystems and Livelihoods Group Asia.
REGULACIÓN DEL CLIMA	Transferencia de beneficios		Turpie, J.K. (2000) The use and value of natural resources of the Rufiji Floodplain and Delta, Tanzania. Rufiji Environmental Management Project, Technical report No. 17.
	Costo de Replazo		Sathirathai, S. (1998) Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, South Thailand. Unpublished report, EEPSEA research report series, Singapore.
	Transferencia de beneficios		Cesar, H. and C.K. Chong (2004) Economic valuation and socioeconomics of coral reefs: methodological issues and three case studies. Wildfish Center Contribution No. 1721.
	Transferencia de beneficios		Gren, I.M. and T. Soderqvist (1994) Economic valuation of wetlands: a survey, Beijer International Institute of Ecological Economics. Beijer Discussion Paper series No. 54, Stockholm, Sweden.
	Precios de mercado directo		Khalil, S. (1999) Economic valuation of the mangrove ecosystem along the Karachi coastal areas. In: Hecht, J. (ed), "The Economic Value of the Environment: Cases from South Asia". Washington, D.C., IUCN - The World Conservation Union.
	Precios de mercado directo		Do, T.N. and J. Bennett (2005) An economic valuation of wetlands in Vietnam's Mekong Delta: a case study of direct use values in Canau Province. Occasional Paper No. 8. Environment Management and Development Program, APSEG, ANU.
PREVENCIÓN DE LA EROSIÓN	Costo Evitado		Enerton, L. (ed) (2005) Values and rewards: counting and capturing ecosystem water services for sustainable development. IUCN Water, Nature and Economics Technical Paper No. 1, IUCN — The World Conservation Union, Ecosystems and Livelihoods Group Asia.
	Precios de mercado directo		Ruitenberg, H.J. (1994) Modelling economy-ecology linkages in mangroves: Economic evidence for promoting conservation in Bintuni Bay, Indonesia. Ecological Economics 10(3): 233-247

SERVICIO ECOSISTÉMICO	Método	Referencia
PREVENCIÓN DE LA EROSIÓN	Costo de Reemplazo	Samonte-Tan, G.P.B., A. T. White, M. A. Tercero, J. Diwa, E. Tabara and C. Caballes (2007) Economic Valuation of Coastal and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. <i>Costal Management</i> 35(2): 319-338.
	Costo Evitado	Badola, R and S.A. Hussain (2005) Valuing ecosystem functions: an empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India. <i>Environmental conservation</i> 32(1): 85-92.
	Costo Evitado	Enerton, L (ed) (2005) Values and rewards: counting and capturing ecosystem water services for sustainable development. IUCN Water, Nature and Economics Technical Paper No. 1, IUCN — The World Conservation Union, Ecosystems and Livelihoods Group Asia.
	Costo Evitado	Cooper, E., L. Burke and N. Bood (2009) Coastal capital : Belize - The economic contribution of Belize's coral reefs and mangroves. WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington, D.C., 53pp.
	Costo de Reemplazo	Gunawardena, M. and J.S. Rowan (2005) Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. <i>Environmental Management</i> 36(4): 535-550.
PROTECCIÓN CONTRA EVENTOS EXTREMOS	Costo de Reemplazo	Barbier, E.B. (2007) Valuing ecosystem services as productive inputs. <i>Economic Policy</i> 22(1): 177-229.
	Valoración Contingente	Bann, C. (1999) A contingent valuation of the mangroves of Benut, Johor State, Malaysia. Report to DANCED, Copenhagen, Denmark.
	Costo de Reemplazo	Sathirathai, S. (1998) Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, South Thailand. Unpublished report, EEPSEA research report series, Singapore.
	Costo de Reemplazo	Barbier, E.B., I. Strand and S. Sathirathai (2002) Do open access Conditions affect the valuation of an externality? Estimating the welfare effects of Mangrove-Fishery Linkages in Thailand. <i>Environmental and Resource Economics</i> 21(4): 343-367.
	Precios de mercado directo	Cooper, E., L. Burke and N. Bood (2009) Coastal capital : Belize - The economic contribution of Belize's coral reefs and mangroves. WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington, D.C., 53pp.
RECREACIÓN/TURISMO	Valoración Contingente	Ammour, T., N. Windervoxhel and G. Sencion (2000) Economic valuation of mangrove ecosystems and sub-tropical forests in Central America. In: Dore M. and R. Guevara (ed), "Sustainable Forest management and Global Climate Change". Edward Elgar Publishing, UK.
	Costo de Viaje	Tri, N.H. (2002) Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam. The Vietnam MAB National Committee, UNESCO / MAB.
	Transferencia de beneficios	Samonte-Tan, G.P.B., A. T. White, M. A. Tercero, J. Diwa, E. Tabara and C. Caballes (2007) Economic Valuation of Coastal and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. <i>Costal Management</i> 35(2): 319-338.
PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	Valoración Contingente	Gunawardena, M. and J.S. Rowan (2005) Economic valuation of a mangrove ecosystem threatened by shrimp aquaculture in Sri Lanka. <i>Environmental Management</i> 36(4): 535-550.
SERVICIOS CULTURALES		
SERVICIOS DE SOPORTE		

SERVICIO ECOSISTÉMICO		Método	Referencia
PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		Valoración Contingente	Bann, C. (1999) A contingent valuation of the mangroves of Benut, Johor State, Malaysia. Report to DANCED, Copenhagen, Denmark.
		Valoración Contingente	Bann, C. (1999) A contingent valuation of the mangroves of Benut, Johor State, Malaysia. Report to DANCED, Copenhagen, Denmark.
		Costo de mitigación y restauración	Tri, N.H. (2002) Valuation of the mangrove ecosystem in Can Gio mangrove biosphere reserve, Vietnam. The Vietnam MAB National Committee, UNESCO / MAB.
		Precios de mercado directo	Turpie, J.K. (2000) The use and value of natural resources of the Rufiji Floodplain and Delta, Tanzania. Rufiji Environmental Management Project, Technical report No. 17.
		Factor de ingresos / función de producción	Somonte-Tan, G.P.B., A. T. White, M. A. Tercero, J. Diviva, E. Tabara and C. Caballes (2007) Economic Valuation of Coastal Land and Marine Resources: Bohol Marine Triangle, Philippines. Coastal Management 35(2): 319-338.
		Valoración Contingente	Bann, C. (1999) A contingent valuation of the mangroves of Benut, Johor State, Malaysia. Report to DANCED, Copenhagen, Denmark.
		Precios de mercado directo	Jonssen, R. and J.E. Padilla (1999) Preservation or Conversion? Valuation and evaluation of a mangrove forest in the Philippines. Environmental and Resource Economics 14(3): 297-331
		Precios de mercado directo	Christensen, B. (1982) Management and utilisation of mangroves in Asia and the Pacific. FAO, Rome. Environment Paper No. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
		Precios de mercado directo	Christensen, B. (1982) Management and utilisation of mangroves in Asia and the Pacific. FAO, Rome. Environment Paper No. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
		Precios de mercado directo	Christensen, B. (1982) Management and utilisation of mangroves in Asia and the Pacific. FAO, Rome. Environment Paper No. 3. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
CRIADERO		Factor de ingresos / función de producción	Sathirathai, S. (1998) Economic valuation of mangroves and the roles of local communities in the conservation of natural resources: case study of Surat Thani, South Thailand. Unpublished report, EEPSEA research report series, Singapore.
		Precios de mercado directo	Burbridge, P.R. and Koesoebiono (1984) Management of mangrove exploitation in Indonesia. In: Soepadmo, E., A.N. Rao and D.J. Macintosh (ed), "Proceedings Asian Symposium on Mangrove Environment: Research and Management". Kuala Lumpur, 25-29 Aug. 1980. University of Malaya and UNESCO.
		Precios de mercado directo	Loi, P.N. (1990) Conservation or conversion of mangroves in Fiji. East-West Centre Occasional Papers 11
		Factor de ingresos / función de producción	Levine, S. and M. Mindetal (1998) Economics of multiple-use natural resources: the mangroves of Vietnam. MSc Thesis, University of Copenhagen

SERVICIO ECOSISTÉMICO		Método	Referencia
SERVICIOS DE SOPORTE	CRIADERO	Precios de mercado directo	Morton, R.M. (1990) Community structure, density, and standing crop of fishes in a subtropical Australian mangrove area. <i>Marine Biology</i> 105: 385-394.
		Precios de mercado directo	Nickerson, D.J. (1999) Trade-offs of mangrove area development in the Philippines. <i>Ecological Economics</i> 28 (2): 279-298.
		Factor de ingresos / función de producción	Borbier, E.B., I. Strand and S. Sathirathai (2002) Do open access Conditions affect the valuation of an externality? Estimating the welfare effects of Mangrove-Fishery Linkages in Thailand. <i>Environmental and Resource Economics</i> 21(4): 343-367.

9. APÉNDICE 3

Cuadro A3.1.

Captura total (kg) en el Golfo de Nicoya por pesca artesanal para el 2015. Los datos están agregados por categoría comercial.

Categoría Comercial	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
PRIMERA GDE.	13,253	24,203	18,507	19,477	7,112	2,174	1,807	24,183	25,321	17,555	11,613	13,842	179,047
PRIMERA PEQ.	46,844	45,461	56,887	35,964	9,564	3,825	3,062	36,013	55,640	38,722	40,682	33,423	406,087
CLASIFICADO	35,865	32,767	40,488	42,621	19,439	11,043	22,107	26,693	41,291	25,213	20,742	32,420	350,689
CHATARRA	42,572	36,262	44,691	43,398	20,534	14,092	13,534	27,686	36,740	29,480	31,024	26,350	366,363
AGRIA COLA	8,535	6,756	12,425	10,629	6,731	4,031	3,565	10,243	9,886	11,855	10,748	6,708	102,112
CABRILLA	608	1,528	1,064	387	1,667	2,798	4,158	3,442	3,058	2,180	4,034	520	25,444
PARGO	6,136	4,022	7,175	4,787	1,978	2,709	2,419	1,571	4,645	2,237	1,547	3,813	43,039
PARGO MANCHA	6,112	5,420	6,838	11,067	9,473	5,641	3,478	5,341	6,916	4,775	6,464	2,199	73,724
PARGO SEDA	19	230	58	355	192	979	302	136	71	600	0	714	3,656
DORADO	12,495	1,319	44	402	1,294	101	39	10	1,794	7,148	855	0	25,501
MARLIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARLIN BLCO.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARLIN ROS.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PEZ VELA	84	0	76	95	0	144	118	0	107	840	59	0	1,523
PEZ ESPADA	47	0	0	0	0	1,134	0	0	0	0	0	0	1,181
WAHOO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SARDINA	64	0	775	1,025	0	0	150	0	0	0	0	0	2,014
ATUN	14,540	26,452	24,157	30,394	12,282	5,969	23,982	18,215	18,300	16,981	9,890	16,038	217,200
BALLYHOO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAZON	287	935	1,064	960	747	575	941	758	490	486	344	232	7,819
POSTA	0	0	45	0	282	0	67	154	118	25	0	0	691
MACO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TREACHER	0	0	0	0	0	0	0	0	118	122	0	0	240
CAMARON BLCO.	12,346	10,008	6,560	6,669	1,711	60	5	10,233	7,104	5,325	4,204	6,916	71,141
CAMARON CAFE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMARON ROSADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMARON FIDEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMARON CAMELLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMARON REAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMARON TITI	55	22	14	9	2	0	0	0	13	0	1	1	117
LANGOSTINO *	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LANG PACIFICA (CTE)	128	23	80	40	4	0	8	10	30	34	0	56	413
LANG CARIBE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CALAMAR	0	0	8	0	0	0	0	0	359	334	0	5	706
PULPO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIVALVOS	728	2,488	2,327	1,581	1,107	0	0	6,096	5,394	6,335	7,148	2,899	36,103
CAMBUTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALETA TIBURON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FILET	86	100	578	89	0	0	0	19	104	184	104	124	1,388
BUCHE	2	4	12	5	23	0	0	0	0	0	0	0	46
CANGREJO	1,590	2,310	1,418	20	8	0	0	0	43	3,102	2,598	58	11,147
D. TORTUGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL													1,927,391

Fuente: INCOPESCA, 2018

Cuadro A3.2.

La categoría comercial “clase” desagregada por especie, mostrando la captura de cada especie (kg) y su valor (2015 USD) en el Golfo de Nicoya en el 2015

Especie	% Sp	Captura (kg)	Valor (USD)
Corvina aguada	43	151,363	286,431
Corvina picuda	14	48,210	91,230
Corvina reina	14	48,141	91,098
Gualaje armado	9	31,498	59,605
Gualaje mano piedra	5	16,411	31,054
Corv. guavina	4	12,757	24,141
Berrugate	3	8,791	16,636
Lisa	2	7,878	14,908
Gualaje aleta manc.	2	7,073	13,385
Corvina zorra panameña	1	3,924	7,425
Corvina coliamarilla	1	3,451	6,530
Robalo	1	3,075	5,818
Cuminata colorado	1	2,782	5,265
Corvina agria	1	2,128	4,027
Barracuda	0.4	1,546	2,925
Corvina rayada	0.3	1,224	2,316
Corvina zorra llorona	0.1	438	829
TOTAL	100	350,689	663,623

Fuente: Marín, 2018

Cuadro A3.3.

La categoría comercial “primera pequeña” desagregada por especie, mostrando la captura de cada especie (kg) y su valor (2015 USD) en el Golfo de Nicoya en el 2015

Especie	% Sp	Captura (kg)	Valor (USD)
Corvina aguada	29	116,528	423,387
Corvina reina	29	115,991	421,434
Corvina agria	17	69,510	252,552
Corvina picuda	14	57,847	210,178
Robalo	4	16,726	60,773
Gualaje aleta manc.	2	9,301	33,795
Gualaje armado	2	8,926	32,431
Corvina coliamarilla	2	6,832	24,824
Corvina guavina	0.5	1,864	6,771
Corvina rayada	0.4	1,535	5,576
Corvina zorra panameña	0.2	708	2,572
Gualaje mano piedra	0.1	318	1,157
TOTAL	100	406,087	1,475,451

Fuente: Marín, 2018

Cuadro A3.4.

La categoría comercial “primera grande” desagregada por especie, mostrando la captura de cada especie (kg) y su valor (2015 USD) en el Golfo de Nicoya en el 2015

Especie	% Sp	Captura (kg)	Valor (USD)
Corvina reina	82	1147,640	752,226
Robalo	15	26,849	136,797
Corvina coliamarilla	3	4,558	23,224
TOTAL	100	179,047	912,247

Fuente: Marín, 2018

Cuadro A3.5.

La categoría comercial “bivalvos” desagregada por especie, mostrando la captura de cada especie (kg) y su valor (2015 USD) en el Golfo de Nicoya en el 2015

Especie	Captura (kg)
Almeja	125,090
Piangua	5,556
Chora	3,296
Mejillón	2,135
TOTAL	36,077

Fuente: Duran, 2018



Cuadro A3.6.

Lista de especies que fueron seleccionadas para ser valoradas en este estudio, indicando su nombre científico y familia, así como las referencias que indican que usan manglares durante su ciclo de vida.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Depende de manglares
Corvina Aguada	<i>Cynoscion squamipinnis</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Plcada	<i>Cynoscion phoxocephalus</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Reiha	<i>Cynoscion albus</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Agria	<i>Micropogonias altipinnis</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Rayada	<i>Cynoscion reticulatus</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Zorra llorona	<i>Menticirrhus nasus</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Guavina	<i>Nebris occidentalis</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. zorra panameña	<i>Menticirrhus panamensis</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Corv. Coliamarilla	<i>Cynoscion stolzmanni</i>	Sciaenidae	Rönnbäck, 1999
Gualaje armado	<i>Centropomus armatus</i>	Centropomidae	Rönnbäck, 1999
Gualaje mano piedra	<i>Centropomus unionensis</i>	Centropomidae	Rönnbäck, 1999
Gualaje aleta manchada	<i>Centropomus medius</i>	Centropomidae	Rönnbäck, 1999
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	Mugilidae	Rönnbäck, 1999
Berrugate	<i>Lobotes surinamensis</i>	Lobotidae	Carpenter 2001
Robalo negro	<i>Centropomus nigrescens</i>	Centropomidae	Rönnbäck, 1999
Robalo blanco	<i>Centropomus viridis</i>	Centropomidae	Rönnbäck, 1999
Cuminata colorado	<i>Notarius troschellii</i>	Ariidae	Rönnbäck, 1999
Barracuda	<i>Sphyrna ensis</i>	Sphyrnidae	Rönnbäck, 1999
Pargo manchado	<i>Lutjanus guttatus</i>	Lutjanidae	Rönnbäck, 1999
Camaron blanco	<i>Litopenaeus</i>	Penaeidae	Rönnbäck, 1999; Goti 1991
Piangua	<i>Larkinia multcostata</i>	Arcidae	Morton 2013
Piangua	<i>Anadara similis</i>	Arcidae	Morton 2013
Piangua	<i>Anadara tuberculosa</i>	Arcidae	Morton 2013
Mejillón roca	<i>Modiolus capax</i>	Mytilidae	Morton 2013
Chucheca	<i>Larkinia grandis</i>	Arcidae	Morton 2013
Chora, mejillón chora	<i>Mytella guyanensis</i>	Mytilidae	Morton 2013
Almeja meona	<i>Polymesoda inflata</i>	Cyrenidae	Morton 2013
Almeja verde	<i>Polymesoda radiata</i>	Cyrenidae	Morton 2013
Almeja arenera	<i>Donax californicus</i>	Donacidae	Morton 2013
Almeja blanca	<i>Leukoma asperrima</i>	Veneridae	Morton 2013
Almeja blanca	<i>Protothaca grata</i>	Veneridae	Morton 2013

10. APÉNDICE 4

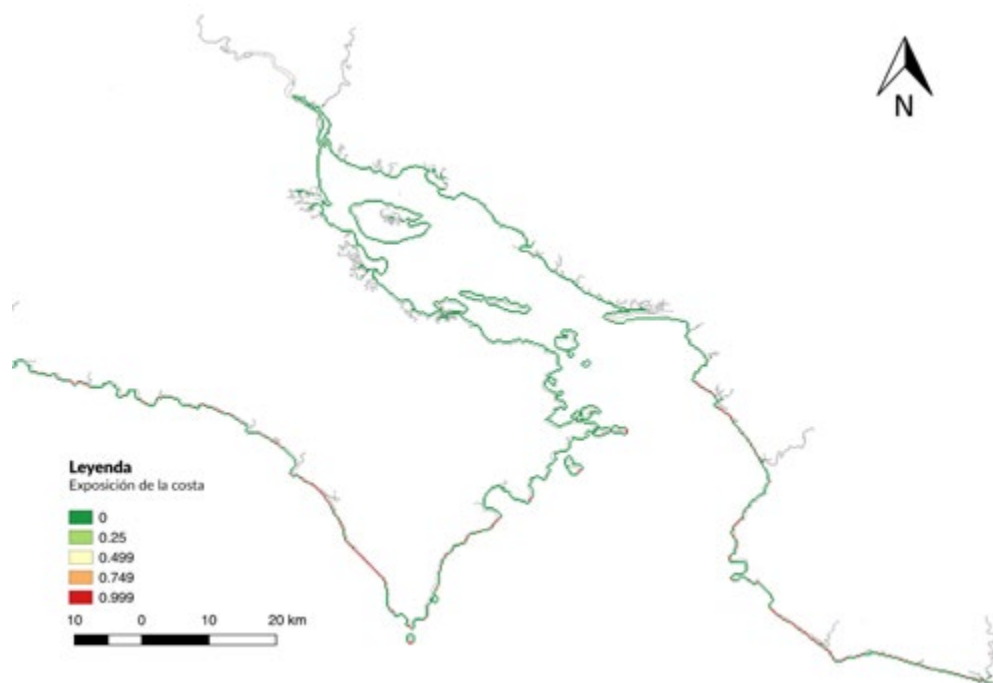


Figura A4.1. Exposición costera, un raster en el que las celdas que corresponden a segmentos de la costa son 0 si están protegidas o 1 si están expuestas.

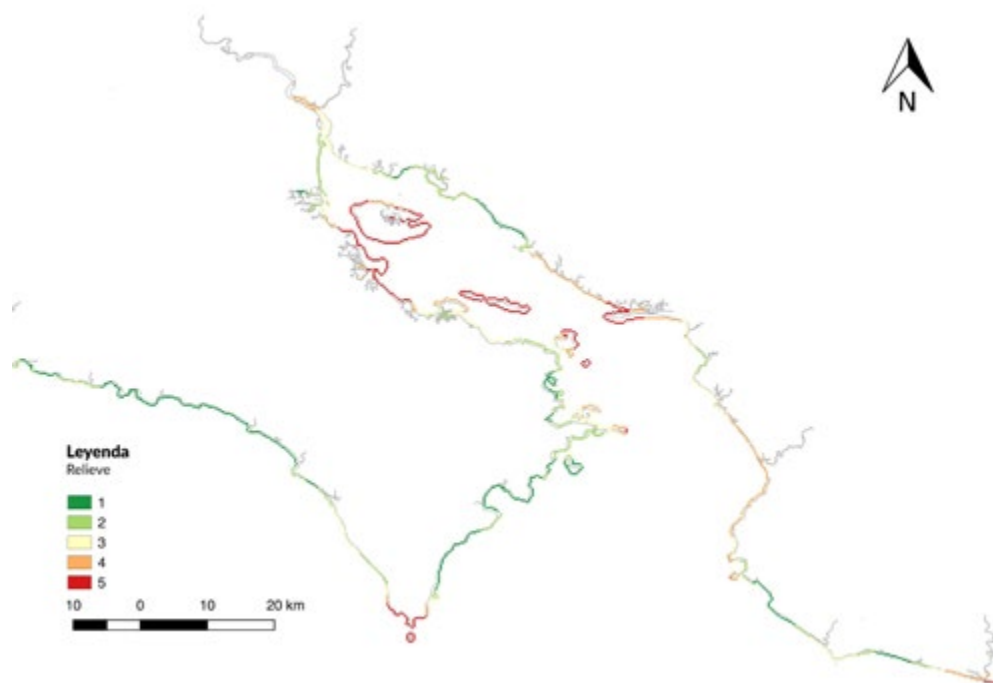


Figura A4.2. Relieve, un raster en el que los segmentos de la costa son valorados de 1 a 5 dependiendo de la elevación promedio alrededor de la celda. Valores más bajos indican elevaciones más bajas.

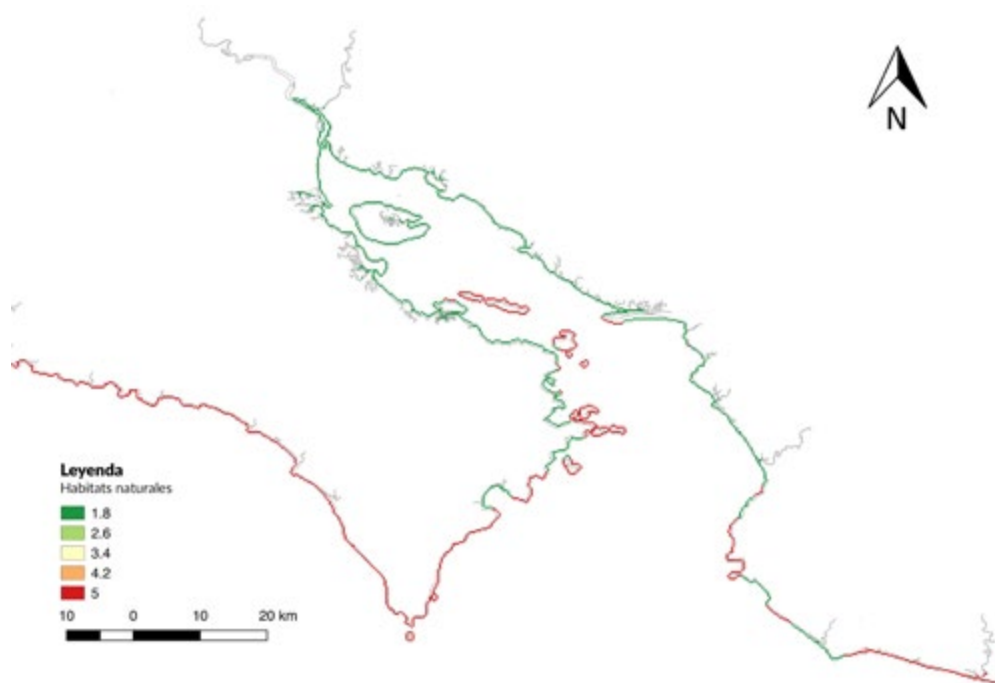


Figura A4.3. Hábitats naturales, un raster en el que los segmentos de la costa son valorados de acuerdo a los hábitats naturales que están presentes ahí, que en este caso son todos manglares.

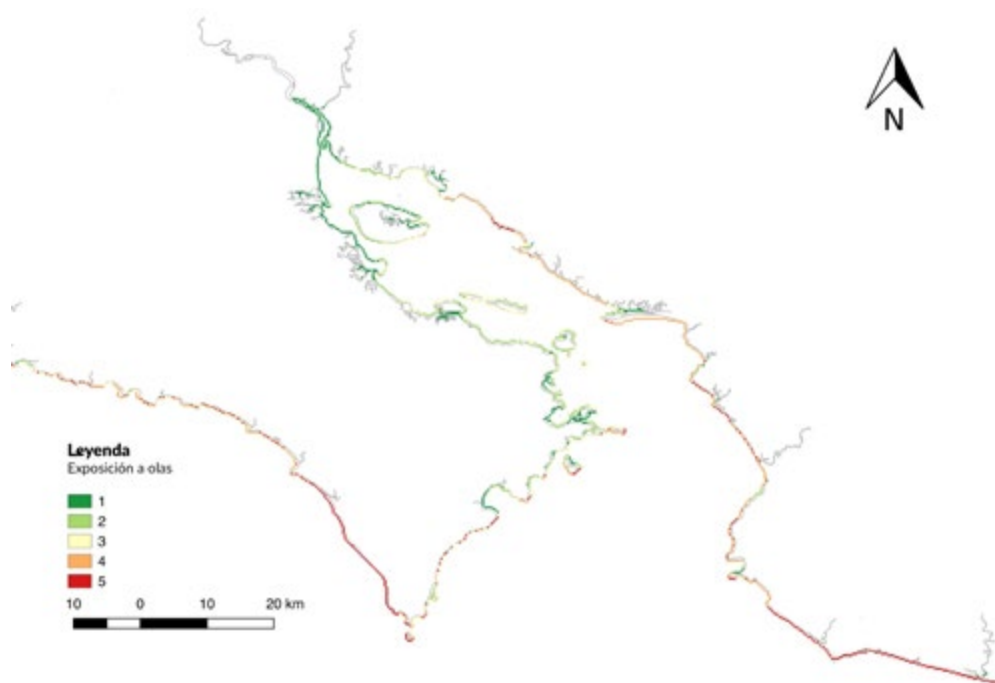


Figura A4.4. Exposición a olas, un raster en el que los segmentos de la costa están clasificados en una forma similar a la exposición del viento, pero de acuerdo a su exposición a olas.

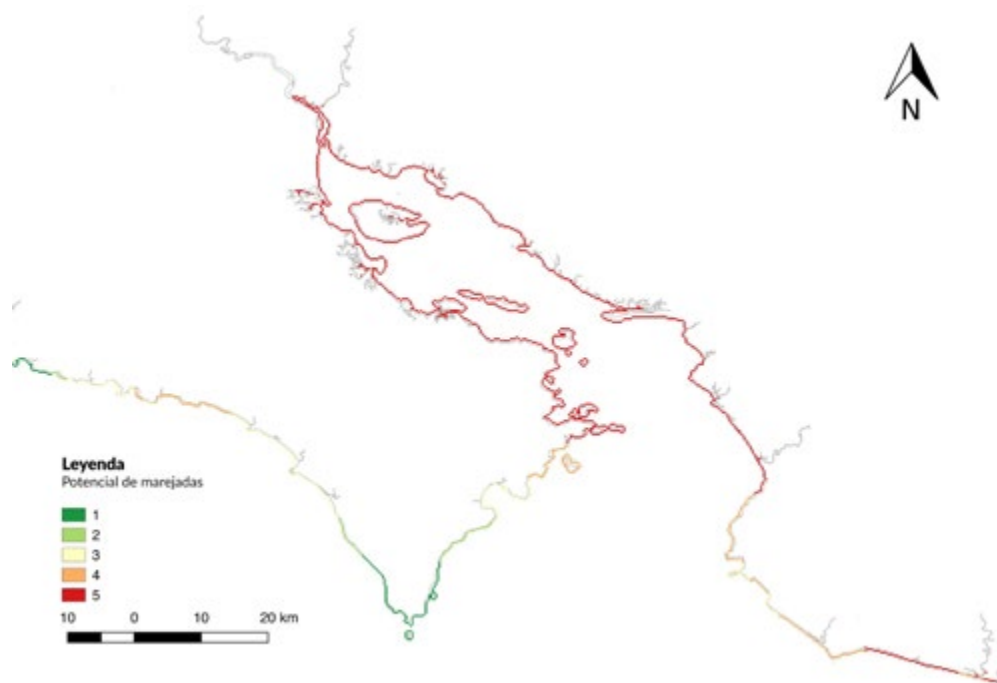


Figura A4.5. Potencial de marejadas. Un raster en el que los segmentos son clasificados de acuerdo a su exposición a marejadas potenciales. Primero, a los segmentos expuestos se les asigna una clasificación en igual proporción entre 1 y 5, dependiendo de su distancia del borde de la plataforma continental. Luego, estos valores son propagados a lo largo de la costa protegida. A segmentos de la costa aislados (tales como las islas) se les asigna la clasificación del segmento más cercano (que ya está clasificado).

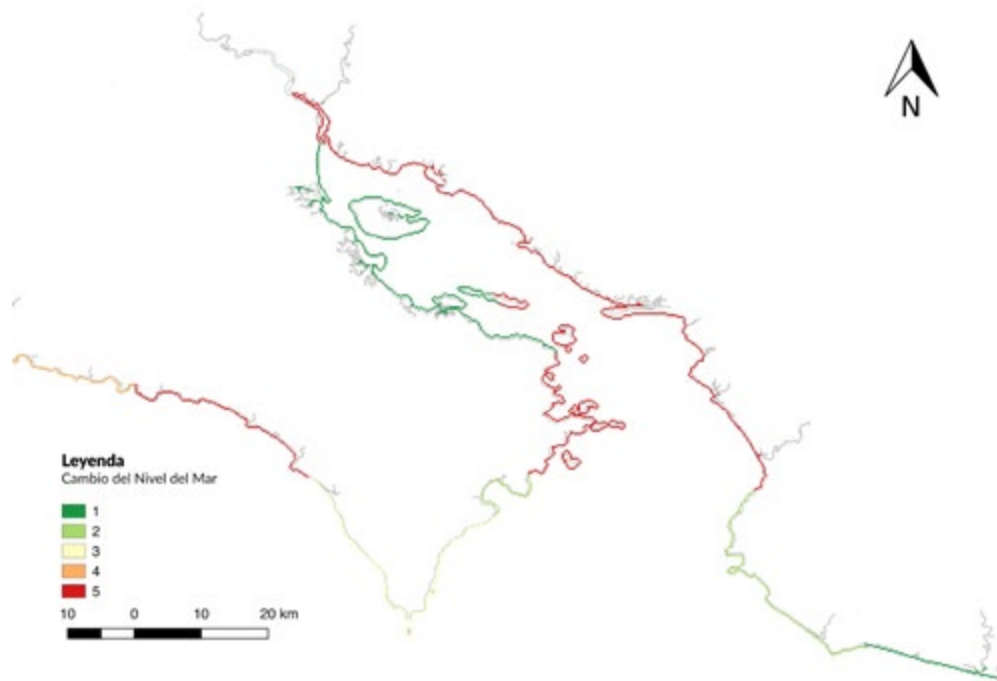


Figura A4.6. Cambio del nivel del mar, un raster con los segmentos clasificados en igual proporción entre 1 y 5 basados en el valor de aumento del nivel del mar de la capa de entrada.









Fotografía por LUJMA

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
PROVISTOS POR LOS MANGLARES
DEL GOLFO DE NICOYA

