

FUNDADA EN 2001

EDICIÓN ESPECIAL, MAYO DE 2024, ISSN 1659-0112

REVISTA COSTARRICENSE DE POLÍTICA EXTERIOR

EDICIÓN ESPECIAL
DIPLOMACIA AZUL:
UNA MIRADA HACIA EL OCÉANO

PUBLICACIÓN DE LA
ACADEMIA DIPLOMÁTICA MANUEL MARÍA DE PERALTA
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y CULTO



SAN JOSÉ, COSTA RICA
MMXXIV

Presidenta del Consejo Editorial:

Carmen Claramunt Garro

Consejo Editorial:

Esteban Penrod Padilla

María Gabriela Castillo

Carol Arce Echeverría

María Isabel Sanabria Castro

Jorge Umaña Vargas

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Fotografía suministrada generosamente
por el Schmidt Ocean Institute

REVISTA COSTARRICENSE DE POLÍTICA EXTERIOR
EDICIÓN ESPECIAL: DIPLOMACIA AZUL:
UNA MIRADA HACIA EL OCÉANO

SECRETARIA Y REDACCIÓN

Academia Diplomática Manuel de María de Peralta
Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto
San José, Costa Rica (+506) 2539-5487
cclaramunt@ree.go.cr
academiaperalta@ree.go.cr
Apartado Postal 100027-1000 San José 10104

Se puede tener acceso a esta revista en la dirección electrónica <http://www.rree.go.cr>

Impreso en Costa Rica

El texto no constituye un documento oficial del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto,
por lo cual las opiniones expresadas en él son de exclusiva responsabilidad de los autores

REVISTA COSTARRICENSE DE POLÍTICA EXTERIOR

San José, Costa Rica

Mayo de 2024, ISSN 1659-0112

Edición especial: Diplomacia Azul: Una mirada hacia el Océano

Agradecimiento.	7
Embajadora Carmen Claramunt Garro	
Mensaje de la Excm. Embajadora de Francia en Costa Rica	10
Alexandra Bellayer-Roille	
El nuevo liderazgo ambiental costarricense: la diplomacia azul	13
Mariamalia Jiménez Coto	
La Ciencia y la Cooperación como Guardianas del Océano frente al Cambio Climático en las Américas	19
Laura Ramajo	
Costa Rica Desconocida: Un mar de oportunidades a través de la investigación del océano profundo	30
Sergio Cambronero-Solano, Jorge Cortés, Beth Orcutt, Diva Amon, Odalisca Breedy, Emily Jayne Cowell, Tim D'Angelo, Michel Droge, Maila Guilhon, Carlos Hiller, Rachel Lauer, Holly Lutz, Wendolyn Matamoros, Beatriz Naranjo-Elizondo, Robert Perrin, Gustavo Ramírez, Celeste Sánchez-Noguera, Maria Isabel Sandoval, Janet Voight, Sofía Cortés, Fiorella Vásquez	
Contributions of the academy for a better understanding of the oceans in Costa Rica	52
Morales-Ramírez, Alvaro, Eddy Gómez-Ramírez, Eric Alfaro -Martínez, Hugo G. Hidalgo, Karol Ulate-Naranjo, Maria Arias-Andres, Fresia Rojas-Villalobos, Jimena Samper-Villarreal & Ingo S. Wehrtmann	
Hacia una gestión sistémica marino-costera: El enfoque de la cuenca al mar	70
Alexander López	
Dimensiones conceptuales para entender el nexo ciencia política en el desarrollo sostenible del océano	78
Fernando D. Mora-Rodríguez	
Igualdad de género y océanos: Una agenda global con acciones pendientes	95
Mariamalia Rodríguez Chaves	

A new governance scheme for ocean stewardship	105
Marcello Hernández-Blanco, Robert Costanza, Tundi Agardy, Joshua Farley, Elizabeth Fulton, Ida Kubiszewski, Rifaae Rasheed	
El proyecto GloLitter/ProSeas en Costa Rica.....	115
Paola Acuña Chacón	
La acción oceánica: una reflexión con miras a su efectividad	123
Katherine Arroyo Arce	
“Isla del Coco, un tesoro natural e histórico de nuestro planeta azul”	132
Alejandra Villalobos Madrigal	
Apéndice	141

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Schmidt Ocean Institute y al equipo Octopus Odyssey por la maravillosa ventana que nos ha abierto para conocer la riqueza oceánica en nuestras profundidades y por facilitarlos espectaculares imágenes que la ilustran.

A los expertos del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, (CIMAR), Universidad de Costa Rica; Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica; Escuela de Química, Universidad de Costa Rica; Centro de Investigación Geofísicas, (CIGEH), Universidad de Costa Rica; Escuela de Física, Universidad de Costa Rica; Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional; Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional; Centro de Investigación en Biodiversidad y Ecología Tropical (CIBET), Universidad de Costa Rica

A los expertos de Conservation Strategy Fund; Institute for Global Prosperity, University College London; Sound Seas; Dept. of Community Development and Applied Economics; Gund Institute for Environment, The University of Vermont; CSIRO Environment; Centre for Marine Socioecology, University of Tasmania; Centre for Integrative Ecology, Faculty of Science, Engineering and Built Environment, Deakin University, Melbourne, Australia.

A la experta del Comité Asesor Científico (SAC) del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI).

A la experta del Instituto Oceánico Global Sasakawa, Universidad Marítima Internacional (Malmo, Suecia).

A los académicos e investigadores de la Escuela de Historia y Geografía de la UCR y de la Cátedra del Océano de la UNA.

A la Directora Ejecutiva de Fundación Mar Viva.

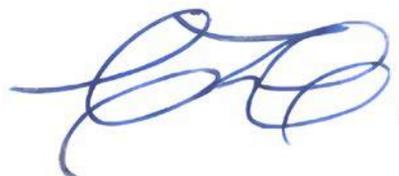
A la Coordinadora del Grupo Nacional de Trabajo del proyecto GloLitter/ProSeas.

A la Directora Ejecutiva de la Fundación de Amigos de la Isla del Coco.

A la jefe del departamento de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Dirección de Política Exterior del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto.

A todos y todas ustedes, a las instituciones e iniciativas públicas o privadas dentro de las que conducen sus investigaciones y fomentan el conocimiento, por sus desinteresadas,

comprometidas y valiosas reflexiones y, especialmente, a quienes coordinaron con sus equipos la producción de los artículos, la Academia Diplomática Manuel María de Peralta y su Consejo Editorial desean expresar un profundo reconocimiento por permitir que una sencilla idea tomara vuelo y sea un instrumento para sensibilizar sobre la parte que nos compete a todos los seres humanos en la preservación del Océano y en su aprovechamiento responsable.



Carmen Isabel Claramunt Garro
Directora de la Academia Diplomática Manuel María de Peralta

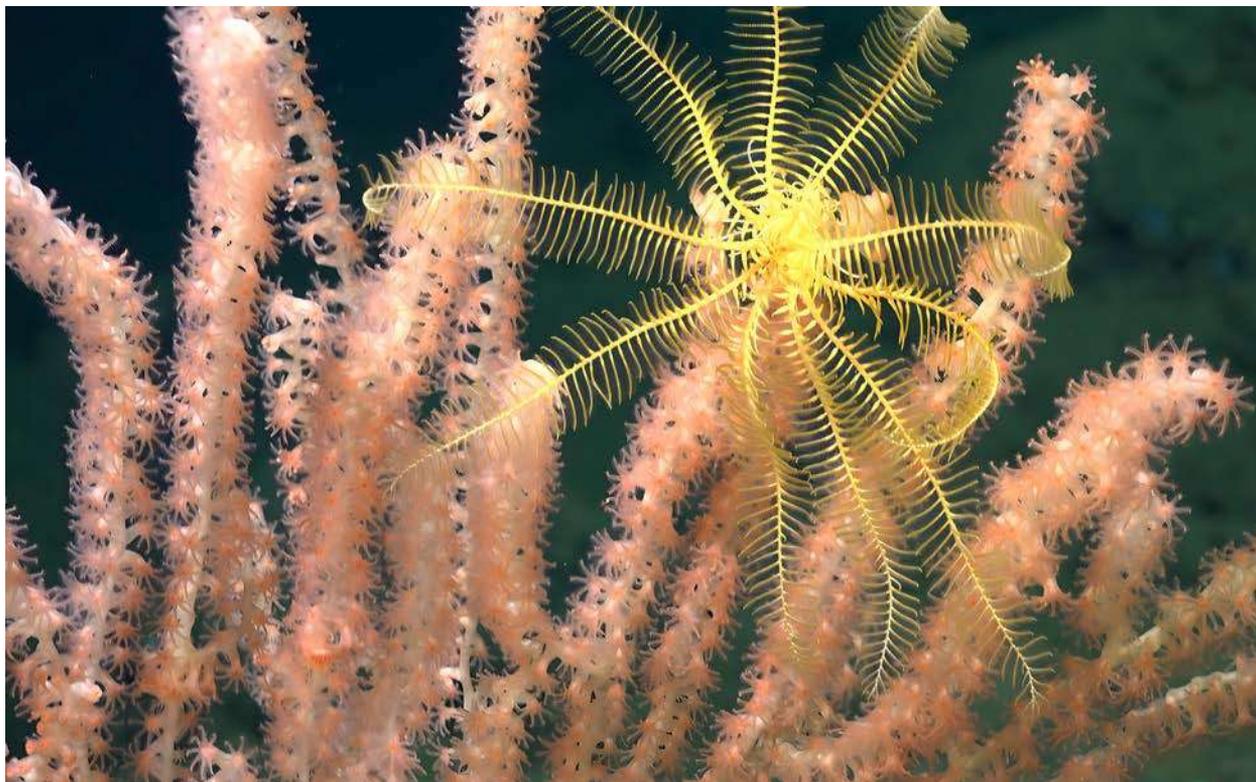


Foto cortesía de Schmidt Ocean Institute y Octopus Odyssey.

MENSAJE DE LA EXCMA. EMBAJADORA DE FRANCIA EN COSTA RICA

SRA. ALEXANDRA BELLAYER-ROILLE

POUR PROTÉGER L'OCÉAN, UN LIEN INDISPENSABLE ENTRE SCIENCE ET POLITIQUE PUBLIQUE

L'océan est l'objet d'attention des scientifiques qui développent au fil des années une connaissance de plus en plus robuste, mais aussi de plus en plus alarmante sur l'état, les menaces et les ressources qu'il apporte au fonctionnement de nos sociétés humaines. Pourtant l'océan a longtemps été un grand oublié des négociations sur le climat et la biodiversité, et plus généralement le dialogue entre science et politique publique a peiné à se construire.

Aujourd'hui, la France et le Costa Rica qui co-président la coalition de haute ambition pour la nature et les peuples, entendent mobiliser la communauté internationale autour d'un objectif ambitieux pour la préservation de la biodiversité océanique, mais atteignable: protéger 30% de la surface de l'océan d'ici 2030 (actuellement seuls 8% de l'océan et 1 % de la haute mer sont réellement protégés). Sur le plan du droit international, le traité sur la protection de la biodiversité de la haute mer, dit traité BBNJ, a déjà été signé par 84 États depuis son adoption en mars 2023. La haute mer, qui représente 64% de la surface de l'océan, sera bientôt régie par un texte contraignant dans lequel se retrouvent les notions de patrimoine mondial de l'humanité, de partage équitable des bénéfices des ressources génétiques marines collectées en haute mer, de renforcement de capacités des pays du Sud et de soutien à la recherche internationale. C'est un texte juridique fondamental pour la protection des océans, qui doit être ratifié au plus vite. Toutefois, beaucoup reste à faire. Le lien entre science et politique reste tenu. Par exemple, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) traite l'océan sous différents aspects, notamment du point de vue physique compte tenu de son rôle primordial vis-à-vis du système climatique, mais il ne s'intéresse pas directement aux sujets liés à la pollution de l'océan et à son exploitation.

Le Costa Rica a su mener une politique de protection de la biodiversité terrestre emblématique engagée depuis 60 ans et qui a porté ses fruits. Doté de ressources marines exceptionnelles qui abritent près de 3.5% de la biodiversité marine de la planète, le Costa Rica étend désormais cette vision aux écosystèmes marins et côtiers. Depuis

2021, 30% du territoire maritime national relève d'une aire marine protégée. Le Costa Rica a aussi investi dans des capacités de recherche qui aujourd'hui sont de haut niveau.

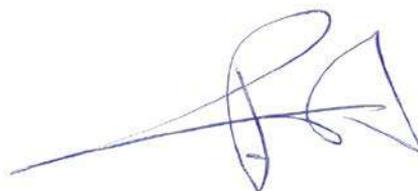
Avec le deuxième territoire maritime au niveau mondial, la France attache une importance au lien science et politique publique depuis longtemps. Elle est reconnue pour l'excellence de sa recherche océanographique. Elle est confrontée, comme les autres pays, aux défis mondiaux de lutte contre le changement climatique, d'érosion de la biodiversité et de lutte contre les sources de pollution, mais également aux défis sociaux et économiques pour son secteur maritime. Dans ce contexte, la France allie décideurs politiques, connaissance scientifique et dialogue avec les parties prenantes pour réaliser une planification maritime; la deuxième stratégie nationale mer et littoral est ainsi sur le point d'être finalisée.

La France et le Costa Rica co-présideront la troisième conférence des Nations Unies sur l'océan (UNOC 3) qui se tiendra en France, à Nice, du 9 au 14 juin 2025. En plein cœur de la décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable, ces deux pays souhaitent notamment mettre l'accent sur leur importance pour atteindre l'ODD 14. Ils œuvreront conjointement pour que l'UNOC permette de renforcer et mieux diffuser des connaissances liées aux sciences océaniques afin de faciliter une meilleure prise de décisions.

Les nouvelles approches scientifiques sont aujourd'hui essentielles pour mieux comprendre l'état de santé de l'océan et doivent avant tout nourrir un dialogue entre deux mondes qui se parlent trop peu. Dans ce contexte, la coopération internationale doit permettre d'identifier les bonnes pratiques, de favoriser le déploiement de nouvelles technologies au service de la protection des océans et développer les approches conduisant aux solutions. C'est l'approche qui sera retenue dans le cadre de l'évènement de haut niveau *Immersed in change* qui se tiendra à San José au Costa Rica le 7 et 8 juin 2024, dont plusieurs panels seront dédiés aux avancées technologiques nécessaires pour la lutte contre la pollution marine ou la surveillance des aires marines protégées.

Renforcer le lien science et politique publique, c'est aussi développer de nouveaux outils scientifiques dédiés au suivi de l'état de l'océan, synthétiques et accessibles pour les décideurs politiques ; mais également construire les conditions pour que le décideur politique s'approprie les constats scientifiques les plus récents. C'est pourquoi, en 2025, l'UNOC 3 sera précédé d'un Congrès des scientifiques, le *One Ocean Science Congress (OOSC)*, dont le diagnostic sera partagé avec les participants à la conférence onusienne. Cette conférence doit être l'occasion du lancement officiel du Panel international pour la durabilité de l'océan (*International Panel for Ocean Sustainability - IPOS*), qui sera à la fois une coalition scientifique et un nouveau cadre pour la collaboration entre les différentes parties prenantes à la durabilité de l'océan (scientifiques, décideurs, société civile etc...).

Il y a urgence à protéger l'océan et à renforcer le lien entre les connaissances scientifiques et les politiques publiques. Le Costa Rica et la France entendent pleinement y contribuer en mobilisant la communauté internationale autour de ces enjeux.



Alexandra Bellayer-Roille
Ambassadrice de France au Costa Rica

EL NUEVO LIDERAZGO AMBIENTAL COSTARRICENSE: LA DIPLOMACIA AZUL

Mariamalia Jiménez Coto¹

Palabras claves: diplomacia azul, salud del océano, gobernanza marina, derecho ambiente sano, UNOC, paz para el océano.

La política exterior costarricense ha estado marcada por importantes hitos históricos. Uno de los más relevantes fue el rol protagónico de nuestro país en el proceso de paz en Centroamérica en los años ochenta, reconocido a nivel global. De manera más reciente destaca el liderazgo ejercido durante la negociación del Tratado sobre Comercio de Armas, adoptado en el año 2013 y que entró en vigor un año y medio después de su apertura a firma.

Sin embargo, el país también ha sido reconocido a nivel internacional por la ambiciosa política relacionada al bienestar del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible. Esto se ha convertido en un importante pilar de la política exterior costarricense y el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto ha sido un actor clave en el posicionamiento de esta política ambiental internacional, por su rol en las negociaciones ambientales, regionales o globales y por la exposición que realiza de las acciones exitosas del país en este ámbito, tanto a nivel bilateral como multilateral.

Durante los últimos años, podemos reconocer algunos temas centrales que han dominado las negociaciones ambientales lideradas desde la Cancillería: la resolución sobre el derecho humano a un ambiente sano, la negociación del acuerdo jurídicamente vinculante para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina de las áreas fuera de la jurisdicción nacional, la adopción de la meta 3 en el Marco Global para la Biodiversidad de Kumming-Montreal y la solicitud de una prórroga precautoria para el inicio de la minería del fondo marino.

Estas temáticas, que no pretenden ser exhaustivas respecto a la agenda ambiental internacional que ha impulsado nuestro país, demuestran el compromiso y nuevo liderazgo de Costa Rica con la diplomacia ambiental y en particular con la diplomacia azul, cuyo reconocimiento más importante ha sido la designación de nuestro país, junto a Francia, como coanfitriones de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas para el Océano (UNOC) en el año 2025.

¹ Diplomática de Carrera, jefa del Departamento de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Dirección General de Política Exterior del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto

DERECHO HUMANO A UN AMBIENTE SANO

Tras varios años de intenso trabajo diplomático liderado por Costa Rica, el 8 de octubre del 2021, el Consejo de Derechos Humanos adoptó la histórica resolución 48/13 que reconoce el derecho humano a un ambiente limpio, saludable y sostenible como un derecho esencial para el goce de una vida digna que establece el intrínseco nexo entre los derechos humanos y el ambiente.

En seguimiento a este importante logro, Costa Rica lideró también la aprobación de la resolución 76/300 de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre el reconocimiento de este derecho, que significó un hito histórico para la diplomacia costarricense, demostrando el espíritu colaborativo, de transparencia, confianza en el multilateralismo y rol central en nuestra política nacional del respeto a los derechos humanos y al medio ambiente.

Con la adopción de estas resoluciones se llenó un vacío legal en el derecho internacional de los derechos humanos, que impulsa, a la vez, el desarrollo de leyes y políticas ambientales más robustas, como también resultados concretos e implementación más efectiva.

NEGOCIACIÓN DEL ACUERDO JURÍDICAMENTE VINCULANTE PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD MARINA DE LAS ÁREAS FUERA DE LA JURISDICCIÓN NACIONAL (BBNJ)

El más reciente de los acuerdos vinculantes sobre el océano, tiene un importante significado global, pues atiende a la identificación de los vacíos legales dentro de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) relativos a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina de las áreas fuera de la jurisdicción nacional. Hace casi 20 años inició este proceso de identificación de vacíos legales, y tras un intenso proceso de negociación, el pasado 20 de setiembre del 2023, se abrió a firma este nuevo acuerdo, con la suscripción de 82 países al 22 de setiembre, siendo Costa Rica el segundo país en firmar. Para su entrada en vigor, se requiere la ratificación de 60 países, lo que implica se requiere continuar con la movilización global para alcanzar este objetivo.

El contenido del Acuerdo de BBNJ -por su denominación en inglés "*Biodiversity Beyond National Jurisdiction*"- responde a los cuatro temas identificados durante la primera etapa del proceso: recursos genéticos marinos, incluida la distribución de beneficios; mecanismos de gestión basados en áreas, incluyendo áreas marinas protegidas; evaluaciones de impacto ambiental y creación de capacidades y transferencia de tecnología marina.

En todo el proceso de negociación, la delegación costarricense fue reconocida como líder en el llamado a adoptar un texto ambicioso, robusto y basado en la ciencia; para su implementación continuará con este llamado con el fin de asegurar que las decisiones que se tomen respondan a las verdaderas necesidades de acción para proteger el océano.

Uno de los temas centrales incluidos en el texto del acuerdo es la referencia al patrimonio común de la humanidad, el cual, desde la visión costarricense, es esencial como principio, al hacer referencia a la

biodiversidad de la alta mar, por la implicación que tendría la distribución de beneficios justos y equitativos de actividades en esta área o el impacto que podría tener las actividades que aquí se desarrollen.

En el camino hacia la entrada en vigor de este nuevo instrumento, Costa Rica también ha reiterado la importancia de movilizar los fondos necesarios con el fin de proporcionar una base sólida para su implementación, con una visión basada en la ciencia para emprender investigaciones marinas, especialmente en las zonas que necesitan protección, para garantizar que no se cause ningún daño a estas zonas antes de protegerlas.

META 3 EN EL MARCO GLOBAL PARA LA BIODIVERSIDAD DE KUMMING-MONTREAL

La adopción del Marco Global para la Biodiversidad post 2020, en diciembre del 2022 durante la XV Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica celebrada en Montreal, luego de haberse pospuesto por 2 años, significa un momento clave en las acciones para detener la pérdida global de biodiversidad. Durante esta negociación, Costa Rica junto a Francia y Gran Bretaña, como líderes de la Coalición de Alta Ambición por la Naturaleza y las Personas (HAC for Nature and People) impulsaron la meta 3 de dicho marco, relativa a la protección del 30% de la tierra y el mar para el 2030, reconocida como la meta 30x30.

El objetivo central de esta meta es revertir la grave tendencia de pérdida de biodiversidad y recuperar los ecosistemas críticos para las especies, promoviendo la conservación dirigida por los indígenas, priorizando los ecosistemas intactos y centrándose en las áreas más importantes para la biodiversidad y el clima. La red de áreas conservadas resultante debería ser ecológicamente representativa y debería lograr mantener la diversidad y abundancia de las especies.

Costa Rica tiene actualmente un 26% de protección de su área terrestre y ya alcanzó la meta de protección del 30% de su área marina, con la ampliación del Parque Nacional Isla del Coco y la creación del Área Marina de Manejo del Bicentenario mediante el Decreto Ejecutivo N°43368-MINAE del 3 de marzo del 2011. Pero el avance con el cumplimiento de la meta para las aguas de jurisdicción nacional no será suficiente para alcanzar este objetivo global.

En este sentido, la vinculación práctica de la meta 30x30 con el Acuerdo BBNJ es fundamental, pues ambos procesos se pueden fortalecer con la visión de conseguir la protección del 30% del océano, tomando en cuenta que la mayor parte de este importante recurso es alta mar y hay un porcentaje bajísimo de protección en esta zona.

PRÓRROGA PRECAUTORIA PARA EL INICIO DE LA MINERÍA DEL FONDO MARINO

En julio del 2022, ante la amenaza por la posibilidad de presentación de una solicitud de explotación de minerales en el fondo marino, Costa Rica impulsó en la Autoridad Internacional de Fondos Marinos un llamado a una prórroga precautoria, que implica que no inicie la minería de fondos marinos hasta que

no se pueda evaluar con suficiente evidencia científica un plan de trabajo que compruebe si se cumple o no con la protección efectiva del ambiente marino, tal como establece el artículo 145 de la CONVEMAR.

Este llamado se hizo en medio de las negociaciones que se desarrollan para la adopción de un Código de Minería de los Fondos Marinos, lo cual conlleva la adopción de los reglamentos, normas y directrices para iniciar con esta actividad, así como planes regionales de gestión medioambiental, mecanismos financieros, esquema de regalías y cuotas que considere los costos ambientales, el sistema de distribución de beneficios y el mecanismo para asegurar la inspección, cumplimiento y aplicación.

Por esto el país ha insistido en que no se debe iniciar la explotación de los fondos marinos hasta que se dispongan de suficientes datos científicos para tomar decisiones informadas para proteger eficazmente el medio marino de los efectos nocivos de la minería. Actualmente, menos del 1% de los fondos marinos internacionales ha sido explorado. Y, por otra parte, los estudios sobre los métodos de minería actuales nos advierten, por ejemplo, de los efectos devastadores que la minería de fondos marinos podría tener en las pesquerías debido a las grandes plumas de sedimentos, la contaminación lumínica y acústica, y el efecto de los metales líquidos que los contratistas devolverán al océano, entre muchos otros.

Para Costa Rica es fundamental continuar con las negociaciones que aseguren la adopción del marco jurídico requerido por la Parte XII de la CONVEMAR, que contenga todas las salvaguardas ambientales necesarias para que se garantice la protección efectiva del ambiente marino según el artículo 145 de este mismo instrumento. Y continuará haciendo eco de su llamado a la prórroga precautoria para que no se pueda iniciar ninguna actividad de explotación, hasta tanto no se complete la negociación de este código.

EL NUEVO LIDERAZGO DE COSTA RICA EN LA DIPLOMACIA AZUL

La ciencia nos ha enseñado que en realidad existe un solo océano, compuesto por varias cuencas, que cubre el 71% de la superficie de la Tierra y cuyas aguas y biodiversidad están plenamente interconectadas. El 50% del oxígeno que respiramos procede del océano y es el principal regulador del clima y la temperatura global, el mayor sumidero de dióxido de carbono, absorbiendo alrededor de una cuarta parte de las emisiones anuales de dióxido de carbono.

Pero los graves problemas medioambientales que afectan al planeta actualmente, muchos de los cuales se reflejan directamente en la salud del océano, deben ser abordados adecuadamente y a tiempo para evitar que, a pesar de los compromisos y esfuerzos globales, no sean posibles de controlar, como la sobrepesca, la contaminación por plásticos, el cambio climático o la pérdida de biodiversidad.

Uno de los procesos de negociación internacional más recientes que busca soluciones a parte de esta problemática es la negociación de un instrumento jurídicamente vinculante sobre la contaminación por plásticos, incluido en el medio marino. Desde la visión de Costa Rica, este nuevo instrumento debe tener como fin último brindar las herramientas técnicas, legales y financieras para la gestión integral del plástico en aras de eliminar la contaminación que éste produce, con el fin de proteger el ambiente y la salud humana.

La experiencia nos ha demostrado que sólo por medio de la creación de alianzas y la cooperación internacional lograremos soluciones sostenibles a los problemas globales que enfrenta el océano. Aunque

todavía queda mucho por hacer para abordar su grave estado, ahora, más que nunca, estamos avanzando con firmeza y colaborando en la dirección correcta.

Con la designación de Costa Rica como coanfitrión junto a Francia, de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Océano, nuestro país asumió un nuevo liderazgo global en la agenda azul y reafirmó el compromiso por continuar impulsando la gestión sostenible del océano y mejorar la gobernanza marina. Esto tiene especial relevancia en el caso costarricense, al tratarse de un Estado cuya superficie marítima es diez veces mayor que su superficie terrestre.

En el marco de esta Conferencia, que se llevará a cabo en junio del 2025 en Niza, Francia, se celebrarán tres eventos especiales que responden a los tres pilares identificados para la Conferencia: un congreso científico que reunirá a unos investigadores de todo el mundo, un foro dedicado a la economía azul y a la financiación de la protección del océano y un evento especial sobre ciudades y regiones costeras, su resiliencia al cambio climático y la subida del nivel del mar.

Este importante evento internacional fue establecido con la intención de apoyar la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14 sobre vida bajo el mar, buscando transformaciones estructurales y soluciones comunes compartidas siguiendo lo establecido en la Agenda 2030. El progreso del Objetivo 14 está determinado por metas específicas que se centran en una serie de problemas en el océano, entre los que se incluyen la reducción de la contaminación marina, la protección de los ecosistemas marinos y costeros, la minimización de la acidificación, el fin de la pesca ilegal y la sobrepesca, el aumento de la inversión en conocimiento científico y tecnología marina, y el respeto de las leyes internacionales que llaman al uso sostenible del océano y sus recursos.

Las acciones que desarrollemos en el marco de esta actividad se vinculan también a la Década de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas 2021-2030, declarada por la UNESCO, la cual pretende ofrecer un marco común para garantizar que las ciencias oceánicas puedan apoyar plenamente las acciones de los países para la gestión sostenible del océano y, más concretamente, para lograr la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, a través del vínculo entre ciencia y política, que refuercen la gestión del océano y las costas en beneficio de la humanidad.

La vinculación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Océano con la Década de las Ciencias Oceánicas nos ofrece una oportunidad única para abrir nuevos caminos en la interfaz ciencia-política a fin de fortalecer la gestión sostenible del océano y las costas en beneficio de la humanidad y en la toma de decisiones informadas que nos ayuden a proteger efectivamente el ambiente marino.

Costa Rica ha reconocido que, para alcanzar este objetivo, es necesario continuar promoviendo la relación sostenible del ser humano con el océano, atendiendo los grandes desafíos que éste afronta como la grave crisis climática, la acelerada pérdida de la biodiversidad marina, la contaminación por plásticos, la pesca no sostenible, sobrepesca y pesca ilegal no declarada y no reglamentada y amenazas como el posible inicio de la minería submarina en aguas internacionales. Las amenazas que enfrenta el océano nos obligan a pasar de la ambición en las negociaciones internacionales a la acción en las políticas, tanto a nivel global como a nivel nacional.

Con esta visión, es que el país albergará en junio del 2024 el Evento de Alto Nivel sobre Acción Oceánica: Inmersos en el Cambio, que se visualiza como un espacio de intercambio de buenas prácticas y experiencias exitosas para mejorar la salud del océano. Este evento reunirá a altas autoridades, representantes de la sociedad civil, de la juventud, de la comunidad científica y académica, así como empresas privadas y una amplia participación de actores del océano.

Durante este evento, se impulsará la adopción de una Declaratoria de Paz para el Océano, una iniciativa costarricense que promueve un llamado global para aumentar la conciencia sobre el papel del océano en el planeta e impulsar las acciones concretas que se requieren para cambiar la relación de los seres humanos con el océano, con el fin de asegurar un balance entre la conservación y el uso sustentable.

Con todas las acciones que la Cancillería costarricense ha venido impulsando a nivel internacional, se ha puesto de relieve cómo la política exterior y la diplomacia ambiental continúan siendo espacios clave para impulsar el bienestar y la supervivencia de las presentes y futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Resolución 48/13 (A/HRC/RES/48/13). El derecho humano a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible. Resolución aprobada por el Consejo de Derechos Humanos el 8 de octubre de 2021. 48° período de sesiones.

Resolución 76/300 (A/RES/76/300). El derecho humano a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de 2022. Septuagésimo sexto período de sesiones.

LA CIENCIA Y LA COOPERACIÓN COMO GUARDIANAS DEL OCÉANO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS AMÉRICAS

Laura Ramajo²

Resumen	Abstract
<p>El aumento de gases de efecto invernadero consecuencia de las actividades humanas afecta todos los sistemas naturales y humanos del planeta. El cambio en las condiciones climáticas junto a ciertos usos y actividades antropogénicas afectan de manera importante al Océano y sus ecosistemas poniendo en riesgo la seguridad hídrica y alimentaria, el bienestar de las personas, la biodiversidad marina, actividades productivas como las pesquerías, la acuicultura y el turismo, así como las economías de aquellos países que tienen una gran dependencia del océano. En América Central y del Sur, una de las regiones más vulnerables y expuestas al cambio climático, el aumento de la temperatura del océano, la acidificación y desoxigenación del océano entre otras amenazas junto a la sobreexplotación de recursos y ecosistemas como manglares o bosques de algas ya afectan de múltiples maneras a los países de la región.</p> <p>Responder al cambio climático requiere de altos niveles de información y conocimiento científico, así como de la cooperación entre países y una aproximación desde la inter y transdisciplinariedad a la hora de abordar los problemas complejos que se generan. Desde 1992, la Región cuenta con la presencia del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), un ente intergubernamental regional que apoya la coordinación internacional en materia de investigación científica, formación de capacidades y el diálogo ciencia-política sobre el alcance, las causas y las consecuencias de cambios buscará establecer un programa de investigación</p>	<p>The increase in greenhouse gases resulting from human activities affects all natural and human systems on the planet. Changes in climatic conditions, along with certain anthropogenic uses and activities, significantly impact the ocean and its ecosystems, putting water and food security, people's well-being, marine biodiversity, productive activities such as fisheries, aquaculture, and tourism, as well as the economies of countries highly dependent on the ocean at risk. In Central and South America, one of the most vulnerable and exposed regions to climate change, rising ocean temperatures, ocean acidification, deoxygenation, and other threats, along with the overexploitation of resources and ecosystems such as mangroves or kelp forests, are already affecting the countries in the region in multiple ways.</p> <p>Addressing climate change requires high levels of information and scientific knowledge, as well as cooperation between countries and an interdisciplinary and transdisciplinary approach when tackling complex issues that arise. Since 1992, the region has had the presence of the Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), a regional intergovernmental entity that supports international coordination in scientific research, capacity building, and the science-policy dialogue regarding the scope, causes, and consequences of global changes in the Americas. Regarding the Ocean, since 2023, the IAI has had a committee that aims to establish a research and training program on the nexus between oceans, islands, and coastal systems in alignment</p>

² Doctora en Cambio Global, Investigadora Adjunta del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), Miembro del Comité Asesor Científico (SAC) del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). Contacto: laura.ramajo@gmail.com

<p>y capacitación sobre el nexo entre océanos, islas y sistemas costeros alineados con el Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas. La finalidad de este comité es aportar desde la ciencia con soluciones transformadoras para el desarrollo sostenible que tenga como fruto un océano limpio, un océano sano y resistente, un océano productivo, un océano previsto, un océano seguro, un océano accesible, y un océano inspirador y atractivo para la Región.</p>	<p>with the United Nations Decade of Ocean Science. The purpose of this committee is to contribute from science with transformative solutions for sustainable development, resulting in a clean, healthy, resilient, productive, predictable, safe, accessible, inspiring, and attractive ocean for the region.</p>
<p>Palabras claves: cambio climático, océano, cooperación, conocimiento, multilateralidad.</p>	<p>Keywords: climate change, ocean, cooperation, knowledge, multilateralism.</p>

CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

En su sexto ciclo, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) fue enfático: la evidencia científica acumulada a escala global a lo largo de décadas demuestra de manera inequívoca que las actividades humanas son responsables de aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y como consecuencia, del calentamiento global que sufre el planeta desde la época industrial (IPCC, 2023).

Son numerosos los cambios que se observan al comparar las condiciones climáticas históricas y actuales, y van más allá del vigente aumento de 1,1°C en la temperatura global (IPCC, 2021), donde los cambios en los regímenes de precipitaciones, así como el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos tales como sequías, olas de calor y frío, e inundaciones afectan intensamente, al día de hoy, a múltiples territorios (Feng *et al.*, 2019, Carbon Brief, 2021).

Los impactos de la actual crisis climática que afronta el planeta son múltiples y variados, tanto en dirección como en magnitud, y en la actualidad ya han afectado todos los sistemas naturales y humanos del planeta (IPCC, 2022). La evidencia científica determina que el aumento de la temperatura, la mayor ocurrencia de olas de calor, la reducción de precipitaciones o el aumento de incendios han afectado, muchas veces de manera irreversible, la biodiversidad y la estructura de los ecosistemas y sus servicios (Sabater *et al.*, 2022; van Beest *et al.*, 2022), impactos que se ven acrecentados en la mayoría de los casos cuando estos ecosistemas ya sufren de la sobreexplotación de sus recursos o niveles altos de contaminación, entre otros (e.g., Ochoa-Hueso *et al.*, 2017; Chowdhury *et al.*, 2022). La pérdida de los servicios ecosistémicos, o también llamadas ‘contribuciones de la naturaleza’ es un aspecto crítico para la sobrevivencia y el bienestar del planeta (Constanza *et al.*, 1997; Díaz *et al.*, 2018). Los ecosistemas poseen funciones tan importantes como la regulación del clima, la provisión de materias primas, agua y alimento, así como espacios para habitar y desarrollar actividades recreativas, culturales y religiosas, entre otros (Constanza *et al.*, 1997; Díaz *et al.*, 2018), y cuya pérdida total o parcial ponen en riesgo la seguridad hídrica y alimentaria, la infraestructura, así como la salud y sobrevivencia de miles de millones de especies, incluida la nuestra (Yadvinder *et al.*, 2020; Vicedo-Cabrera *et al.*, 2021). Por otro lado, las economías de los países son extremadamente vulnerables al cambio climático (e.g., Estrada *et al.*, 2015),

donde sólo en 2022 una decena de eventos extremos como sequías, ciclones e inundaciones causaron más de 168.000.000.000 millones de dólares de pérdidas a nivel mundial, y obligaron a más de 7 millones de personas a desplazarse de manera obligada³.

Sin embargo, el tipo y la magnitud de los impactos de esta nueva y futura realidad climática que afronta y afrontará el planeta es totalmente dependiente del estado de salud de los ecosistemas, así como del nivel de exposición y vulnerabilidad de los sistemas sociales (Otto *et al.*, 2017; Yadvinder *et al.*, 2020). El uso no sostenible de los recursos naturales, así como las desigualdades sociales estructurales y perpetuas (de acceso a recursos, de género, raciales y étnicas, entre otras) aumentarán la intensidad de los impactos del cambio climático y crearán nuevos, pero también estancarán y ralentizarán el diseño y la implementación de soluciones y la toma de decisiones urgente y necesaria. Es relevante señalar que la falta de acceso a información, conocimiento científico y comunicación son brechas claves que favorecen la toma de medidas reactivas en pro de las preventivas y anticipativas (Barnett *et al.*, 2015).

EL OCÉANO EN RIESGO

El océano no es ajeno a los impactos del cambio climático, y sufre de manera alarmante las consecuencias del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero.

En el año 2022, el océano global presentaba una anomalía positiva de 0,67°C, consecuencia de los 0,06°C por década que ha aumentado la temperatura desde 1880 (NOAA, 2023), siendo agosto del 2023 el mes con la anomalía positiva mensual más alta (+1,03°C) registrada en los últimos 174 años⁴. Por otro lado, el océano global es un importante sumidero del CO₂ de origen antropogénico, y los datos determinan que desde 1850 el océano ha eliminado alrededor del 26% del total de CO₂ que las actividades humanas han emitido a la atmósfera (Friedlingstein *et al.*, 2022). El aumento de las concentraciones de CO₂ en el océano tiene consecuencias importantes sobre el ciclo del carbono, y en particular ha generado una reducción de 0,1 unidades de pH desde la era pre-industrial, así como de las concentraciones de iones carbonato, sustrato clave para que procesos como la mineralización y calcificación de conchas y esqueletos ocurran (Orr *et al.*, 2005; Kroeker *et al.*, 2013; Jiang *et al.*, 2019). Los océanos pierden también su oxígeno (desoxigenación del océano), y al día de hoy, ya muestran una reducción entre el 0,5–3,3% en sus concentraciones (Bindoff *et al.*, 2019), siendo cada vez más frecuente la aparición de las llamadas zonas muertas (áreas anóxicas) o la presencia de eventos de mortalidad masivas de peces o moluscos (Altieri & Gedan, 2015).

Por otro lado, el aumento de la temperatura del planeta y del océano ha favorecido el derretimiento de los hielos con importantes impactos sobre la biogeoquímica del océano (Fox-Kemper *et al.*, 2021), a lo que se suman cambios en la intensidad de la surgencia (proceso oceanográfico que fertiliza los ecosistemas costeros con aguas profundas) (Sydeman *et al.*, 2014), y modificaciones en los patrones de circulación marina (Fox-Kemper *et al.*, 2021; Lee *et al.*, 2021). De hecho, hace solo algunas unos meses atrás, un

3 <https://www.preventionweb.net/publication/counting-cost-2022-year-climate-breakdown>

4 <https://www.ncei.noaa.gov/news/global-climate-202308>

estudio alertaba que uno de los mayores responsables de la regulación del clima, la circulación de vuelco meridional del Atlántico (AMOC, por sus siglas en inglés) se estaba ralentizando y podría colapsar dentro de este siglo (Ditlevsen & Ditlevsen, 2023).

El aumento de la temperatura del océano, la acidificación del océano, así como la pérdida de oxígeno del océano han comprimido el hábitat y favorecido la migración de especies hacia lugares más aptos para su desarrollo (e.g., Limburg *et al.*, 2020), impactando a su vez sobre actividades como la pesca, actividad productiva y económica clave para millones de personas que trabajan directa e indirectamente de ella (58,5 millones de personas a nivel global en 2020⁵) o basan su alimentación en la proteína de origen marino (Kim *et al.*, 2023).

El turismo costero y de playa también se ha visto afectado por el cambio en las condiciones climáticas (e.g., Friedrich *et al.*, 2020; Arabadzhyan *et al.*, 2021), mientras que el aumento de marejadas además favorece la erosión de la zona costera (ej., Masselink *et al.*, 2019), e impacta negativamente sobre la estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros tan importantes como humedales y dunas (Jevrejeva *et al.*, 2018). Al día de hoy, se establece que a nivel mundial las tasas de erosión costera se encuentran entre los 0,5 y 3,0 metros por año, resultado tanto de factores climáticos (ej., aumento del nivel del mar, incremento de marejadas) como no climáticos (ej., urbanización descontrolada y desregulada en las zonas costeras, entre otras) (Cooley *et al.*, 2022).

Por otro lado, el aumento del oleaje y la frecuencia e intensidad de las marejadas obliga a cerrar puertos, y afecta la infraestructura costera y el transporte marítimo (Becker *et al.*, 2018), mientras que el aumento de las temperatura, la radiación solar, así como la eutrofización de las aguas generan condiciones favorables para la aparición de eventos de Floraciones Algales Nocivas (FAN) con impactos importantes para actividades como la pesca, la acuicultura y el turismo (ej., Wells *et al.*, 2020; Ugarte *et al.*, 2022). La sobreexplotación de especies, así como la pesca ilegal son aspectos no climáticos que ahondan los impactos del cambio en las condiciones climáticas. Agnew *et al.*, (2009) determinó que sólo las pérdidas económicas asociadas a la pesca ilegal se encuentran entre los 10.000.000.000 y los 23.500.000.000 millones de dólares anuales lo que representaba entre 11 y 26 millones de toneladas de recursos pesqueros obtenidos de manera ilegal y no declarados.

Todos estos impactos son visibles a escala regional, y muchas veces incluso mayores que a nivel global. América Central y del Sur es una de las regiones más vulnerables y expuestas al cambio climático debido a sus altos niveles de inequidad, pobreza, tasas de deforestación y cambio de suelo, pérdida de biodiversidad y la gran dependencia de sus economías de los recursos naturales, donde el océano y ecosistemas como manglares, arrecifes de coral, estuarios y bosques de algas son claves para los países de la región pero que ya sufren el incremento de la temperatura del océano, la acidificación del océano, el aumento del nivel del mar y los cambios en los patrones de salinidad, así como altas tasas de degradación y pérdida de biodiversidad (Castellanos *et al.*, 2022).

5 <https://www.fao.org/3/cc0461en/online/sofia/2022/fisheries-aquaculture-employment.html>

Sin embargo, aunque la evidencia indica que el océano es altamente impactado y vulnerable al cambio en las condiciones climáticas, este es considerado clave para enfrentar la crisis climática al tener la capacidad de proveer soluciones viables tanto para la mitigación como la adaptación (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2023).

LA CIENCIA Y LA COOPERACIÓN COMO EJE CENTRAL PARA LA PROTECCIÓN Y EL USO SUSTENTABLE DEL OCÉANO

Abordar los impactos y los riesgos del cambio climático requiere un plan de acción desde la complejidad y multidimensionalidad de los problemas y desafíos, así como de la inter y transdisciplinariedad y la cooperación internacional. Incorporar en el desarrollo científico la diversidad de conocimientos y saberes existentes, incluidos el conocimiento tradicional y local, y el reconocimiento de los diferentes actores presentes es clave, especialmente aquellos actores que han sido históricamente invisibilizados (Krellenberg & Katrin, 2014; Galan-Martín *et al.*, 2018; Codal *et al.*, 2021). Estas consideraciones y reconocimientos ayudan a avanzar hacia sociedades más justas y equitativas, así como hacia un desarrollo resiliente al clima, es decir, un desarrollo social, ambiental y económico sostenible resultado tanto de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero como de las diferentes fuentes de vulnerabilidad (IPCC, 2022).

El conocimiento científico se posiciona como clave para entender los cambios que el planeta está evidenciando y para aportar soluciones a través de la generación de instancias de cooperación entre países y la apertura de espacios para la diplomacia científica (Knutti, 2019; Cuellar-Ramírez, 2021). En particular, la ciencia del cambio climático ha avanzado de manera extraordinaria en las últimas décadas, consecuencia natural de la compleja situación y las necesidades urgentes en la búsqueda de soluciones a esta gran crisis que afecta de manera transversal todos los aspectos de la vida en el planeta. Al día de hoy, el avance en el conocimiento científico en materias referentes al cambio climático permite, entre otras cosas, atribuir las tendencias y eventos climáticos y sus impactos al cambio climático o la variabilidad natural del planeta (Clarke *et al.*, 2022), pero también a predecir y pronosticar las condiciones climáticas con decenas de años de antelación ante diferentes escenarios de emisiones (ej., Lyu *et al.*, 2021) potenciando el desarrollo y la implementación de tecnologías como los Sistemas de Observación o los Sistemas de Alerta Temprana, herramientas claves para abordar y responder con antelación a los potenciales impactos del cambio climático (ej., Linares *et al.*, 2020). Estos avances en la ciencia, así como muchos otros más, aportan de manera relevante a la generación de acuerdos climáticos basados en ciencia, así como al desarrollo de políticas públicas basadas en ciencia en materia de reducción de gases de efecto invernadero, de impactos, y de riesgos del cambio climático (Khan, 2021; Madrigan *et al.*, 2021).

Son numerosos los centros científicos e instituciones académicas, así como organizaciones gubernamentales, ONGs o fundaciones que trabajan bajo el paraguas de la ciencia para abordar los impactos, los riesgos, y las soluciones a la actual crisis climática, donde es destacable la presencia en las Américas del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI). El IAI, fundado por 12 países en 1992, es un ente intergubernamental regional que tiene el mandato de desarrollar coordinación internacional en materia de investigación científica y económica sobre el alcance, las causas y las consecuencias del cambio global en las Américas. Los 19 países que actualmente forman parte del IAI tienen la visión conjunta y común de apoyar en la construcción de un continente americano sostenible basándose en principios de excelencia científica, cooperación internacional e intercambio libre y abierto de información

científica relacionada con el cambio ambiental global promoviendo la existencia de un continente inclusivo y sostenible con la capacidad para enfrentar de manera colectiva los diferentes retos que plantea el cambio global mediante la adopción de políticas y acciones flexibles, basadas en información científica⁶.

La visión y misión del IAI es abordada desde una estructura⁷ donde el órgano principal, la Conferencia de Partes (CoP) conformada por representantes de los gobiernos de los países miembro, está encargado de formular las políticas del Instituto, así como de revisar y aprobar la agenda científica, los planes y los presupuestos. Por otra parte, el Consejo Ejecutivo y la Dirección Ejecutiva del IAI aportan a la formulación de las recomendaciones acerca de las políticas del Instituto y a la implementación de los programas y el funcionamiento del IAI. Caben destacar la presencia de dos comités asesores⁸, el Comité Asesor Científico (SAC) y el Comité Asesor de Ciencias y Políticas (SPAC), que son integrados por científicos y expertos de gran experiencia en el cambio climático global y la vinculación entre ciencia y toma decisiones, y cuya función es asesorar en materia de ciencia y políticas públicas y formular recomendaciones a la CoP, además de evaluar y revisar aquellas propuestas científicas y los resultados de aquellos programas científicos financiados por el IAI.

Completan la estructura del IAI, los centros de investigación propios y las instituciones asociadas que comprenden tanto a estados externos a la región, organismos intergubernamentales regionales o internacionales, así como a las industrias y otras organizaciones no gubernamentales y privadas interesadas en apoyar la agenda científica y las actividades programáticas del IAI.

Cabe destacar en la reciente CoP31, realizada en Panamá en junio de 2023, se plantearon ciertas recomendaciones con miras a los próximos años para el Plan Estratégico del IAI, y en donde la COP instruyó a la Dirección Ejecutiva a establecer un programa de investigación y capacitación sobre el nexo entre océanos, islas y sistemas costeros alineados con el Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas⁹ para apoyar la toma de decisiones de las Partes, buscar fondos de investigación externos para apoyar estas actividades, e identificar organismos e instituciones asociadas. En particular, esta nueva comisión buscará, alineada con Naciones Unidas⁷ por los próximos 3 a 6 años aportar desde la ciencia con soluciones transformadoras para el desarrollo sostenible que tenga como resultado un océano limpio, un océano sano y resistente, un océano productivo, un océano previsto, un océano seguro, un océano accesible, y un océano inspirador y atractivo para las Américas.

En resumen, al día de hoy el continente Americano cuenta con oportunidad de abordar las causas, consecuencias y soluciones al cambio climático en el Océano desde la ciencia a través del IAI y las múltiples instituciones científicas de la Región, donde la multilateralidad, la cooperación internacional, así como la creación y el intercambio de conocimientos científicos y locales serán aspectos claves para construir un futuro resiliente al clima y un planeta más justo y equitativo.

6 <https://www.iai.int/es/#aboutus>

7 <https://www.iai.int/es/structure>

8 <https://www.iai.int/es/structure/advisory-committee>

9 <https://oceandecade.org/es/>

REFERENCIAS

- Altieri, A.H. & Gedan, K.B. Climate change and dead zones. *Global Change Biology*, 21 (2015): 1395-1406. <https://doi.org/10.1111/gcb.12754>
- Arabadzhyan Anastasia, Paolo Figini, Carmen García, Matías M. González, Yen E. Lam-González & Carmelo J. León. Climate change, coastal tourism, and impact chains – a literature review, *Current Issues in Tourism*, 24 (2021): 2233-2268. DOI: 10.1080/13683500.2020.1825351
- Agnew DJ, Pearce J, Pramod G, Peatman T, Watson R, Beddington JR, *et al.* Estimating the Worldwide Extent of Illegal Fishing. *PLoS ONE* 4 (2009): e4570. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004570>
- Barnett, J., Evans, L. S., Gross, C., Kiem, A. S., Kingsford, R. T., Palutikof, J. P., Pickering, C. M., & Smithers, S.G. From barriers to limits to climate change adaptation: path dependency and the speed of change. *Ecology and Society*, 20(2015). <http://www.jstor.org/stable/26270227>
- Becker, A, Ng, AKY, McEvoy, D, & Mullett, J. Implications of climate change for shipping: Ports and supply chains. *WIREs Climate Change* 9 (2018): e508. <https://doi.org/10.1002/wcc.508>
- Bindoff, N.L., *et al.* 2019: Changing Ocean, Marine Ecosystems, and Dependent Communities. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. [Pörtner, H.-O., D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B.Rama and N. Weyer (eds.)](In press).
- Carbon Brief. Mapped: how climate change affects extreme weather around the world available at: <https://www.carbonbrief.org/mapped-how-climate-change-affects-extreme-weather-around-the-world/> (2021) (Accessed 1 January 2022).
- Castellanos, E., M.F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, N. Cuvi, C. Huggel, L. Miranda, M. Moncassim Vale, J.P. Ometto, P.L. Peri, J.C. Postigo, L. Ramajo, L. Roco, & M. Rusticucci, 2022: Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the*
- Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816, doi:10.1017/9781009325844.014
- Clarke Ben *et al.* Extreme weather impacts of climate change: an attribution perspective. *Environ. Res. Climate*, 1 (2021), 012001.
- Codal Keziban Seckin, Izzet Ari, & Ahmet Codal. Multidimensional perspective for performance assessment on climate change actions of G20 countries. *Environmental Development* 39 (2021), 100639. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100639>
- Costanza Robert, Rudolf de Groot, Leon Braat, Ida Kubiszewski, Lorenzo Fioramonti, Paul Sutton, Steve Farber, & Monica Grasso. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?. *Ecosystem Services* 28 (2017), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>

- Cooley, S., D. Schoeman, L. Bopp, P. Boyd, S. Donner, D.Y. Ghebrehiwet, S.-I. Ito, W. Kiessling, P. Martinetto, E. Ojea, M.-F. Racault, B. Rost, and M. Skern-Mauritzen, 2022: Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. L. Schke, V. M. Iler, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (1997): 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Cuellar-Ramírez P. Science Diplomacy for Climate Action and Sustainable Development in Latin America and the Caribbean: How Important Is the Early Career Perspective to New Governance? *Front. Res. Metr. Anal.* 6 (2021): 657771. doi: 10.3389/frma.2021.657771
- Díaz S *et al.* Assessing nature's contributions to people. *Science* 359 (2018), 270-272. DOI:10.1126/science.aap8826
- Ditlevsen, P. & Ditlevsen, S. Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation. *Nat Commun* 14 (2023): 4254. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39810-w>
- Eekhout, J. P. C., Hunink, J. E., Terink, W., & de Vente, J. Why increased extreme precipitation under climate change negatively affects water security, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 22 (2018): 5935–5946. <https://doi.org/10.5194/hess-22-5935-2018>
- Estrada, F., Botzen, W. & Tol, R. Economic losses from US hurricanes consistent with an influence from climate change. *Nature Geosci* 8 (2015): 880–884. <https://doi.org/10.1038/ngeo2560>
- Feng X, Liu C, Xie F, Lu J, Chiu LS, Tintera G, & Chen B.. Precipitation characteristic changes due to global warming in a high-resolution (16 km) ECMWF simulation. *Q J R Meteorol Soc.* 145 (2019):303-317. doi: 10.1002/qj.3432
- Fox-Kemper, B., *et al.* Ocean, Cryosphere and Sea Level Change. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Gregor, L., Hauck, J., Le Quééré, C., Luijkx, I. T., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Alkama, R., Arneeth, A., Arora, V. K., Bates, N. R., Becker, M., Bellouin, N., Bittig, H. C., Bopp, L., Chevallier, F., Chini, L. P., Cronin, M., Evans, W., Falk, S., Feely, R. A., Gasser, T., Gehlen, M., Gkritzalis, T., Gloege, L., Grassi, G., Gruber, N., Gürses, Ö., Harris, I., Hefner, M., Houghton, R. A., Hurtt, G. C., Iida, Y., Ilyina, T., Jain, A. K., Jersild, A., Kadono, K., Kato, E., Kennedy, D., Klein Goldewijk, K., Knauer, J., Korsbakken, J. I., Landschützer, P., Lefèvre, N., Lindsay, K., Liu, J., Liu, Z., Marland, G., Mayot, N., McGrath, M. J., Metz, N., Monacci, N. M., Munro, D. R., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., O'Brien, K., Ono, T., Palmer, P. I., Pan, N., Pierrot, D., Pockock, K., Poulter, B., Resplandy, L., Robertson, E.,

- Rödenbeck, C., Rodriguez, C., Rosan, T. M., Schwinger, J., Séférian, R., Shutler, J. D., Skjelvan, I., Steinhoff, T., Sun, Q., Sutton, A. J., Sweeney, C., Takao, S., Tanhua, T., Tans, P. P., Tian, X., Tian, H., Tilbrook, B., Tsujino, H., Tubiello, F., van der Werf, G. R., Walker, A. P., Wanninkhof, R., Whitehead, C., Willstrand Wranne, A., Wright, R., Yuan, W., Yue, C., Yue, X., Zaehle, S., Zeng, J., and Zheng, B.: Global Carbon Budget. *Earth Syst. Sci. Data* 14 (2022): 4811–4900, <https://doi.org/10.5194/essd-14-4811-2022>, 2022.
- Friedrich, J., J. Stahl, G. Hoogendoorn, & J. M. Fitchett. Exploring Climate Change Threats to Beach Tourism Destinations: Application of the Hazard–Activity Pairs Methodology to South Africa. *Wea. Climate Soc.*, 12 (2020): 529–544. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-19-0133.1>
- Galán-Martín, A., C. Pozo, A. Azapagic, I.E. Grossmann, N. Mac Dowell & G. Guillén-Gosálbez. Time for global action: an optimized cooperative approach towards effective climate change mitigation. *Energy Environ. Sci.*, 11 (2018): 572-581.
- Chowdhury Gawsia Wahidunnessa, Heather J. Koldewey, Md. Nazmul Hasan Niloy, & Subrata Sarker; The ecological impact of plastic pollution in a changing climate. *Emerg Top Life Sci* 6 (2022): 389–402. doi: <https://doi.org/10.1042/ETLS20220016>
- Hoegh-Guldberg, O., Northrop, E. *et al.* The ocean as a solution to climate change. (2023). <http://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>
- IPCC (2019). Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]
- IPCC (2021). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001
- IPCC (2022) Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001
- IPCC (2023) Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Jevrejeva S, LP Jackson, A Grinsted, D Lincke & B Marzeion. Flood damage costs under the sea level rise with warming of 1.5 °C and 2 °C. *Environmental Research Letters* 13 (2018): 074014

- Jiang, L.-Q., *et al.* Surface ocean pH and buffer capacity: past, present and future. *Sci. Rep.*, 9 (2019): 18624. doi:10.1038/s41598-019-55039-4.
- Khan, F. From science to policy. *Nat Energy* 6 (2021): 943–944. <https://doi.org/10.1038/s41560-021-00916-4>
- Knutti R. Closing the Knowledge-Action Gap in Climate Change. *One Earth*, 1 (2019): 21-23. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.09.001>
- Kim H, Franco AC, & Sumaila UR. A Selected Review of Impacts of Ocean Deoxygenation on Fish and Fisheries. *Fishes*, 8 (2023), 316. <https://doi.org/10.3390/fishes8060316>
- Krellenberg Kerstin & Barth Katrin. Inter- and Transdisciplinary Research for Planning Climate Change Adaptation Responses: The Example of Santiago de Chile, *Interdisciplinary Science Reviews*, 39 (2014): 360-375, DOI: 10.1179/0308018814Z.00000000097
- Kroeker, K.J., *et al.* Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming. *Glob. Change Biol.*, 19 (2013): 1884–1896, doi:10.1111/gcb.12179.
- Lee, J.-Y., *et al.*, 2021: Future Global Climate: Scenario-Based Projections and Near-Term Information. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.
- Limburg Karin E., Denise Breitburg, Dennis P. Swaney, & Gil Jacinto. Ocean Deoxygenation: A Primer. *One Earth*, 2 (2020): 24-29. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.01.001>
- Linares C, G.S. Martínez, V. Kendrovski, & J. Diaz. A new integrative perspective on early warning systems for health in the context of climate change. *Environmental Research*, 187, (2020): 109623, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109623>
- Lyu, K., Zhang, X. & Church, J.A. Projected ocean warming constrained by the ocean observational record. *Nat. Clim. Chang.* 11 (2021): 834–839. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01151-1>
- Madrigano J, Shih RA, Izenberg M, Fischbach JR, & Preston BL. Science Policy to Advance a Climate Change and Health Research Agenda in the United States. *Int J Environ Res Public Health*, 18 (2021): 7868. doi: 10.3390/ijerph18157868
- Masselink, G. *et al.* Impacts of climate change on coastal geomorphology and coastal erosion relevant to the coastal and marine environment around the UK. *MCCIP Science Review* (2020): 158–189.
- NOAA National Centers for Environmental information, Climate at a Glance: Global Time Series, published September 2023, retrieved on September 26, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>
- Ochoa-Hueso R, Munzi S, Alonso R, Arróniz-Crespo M, Avila A, Bermejo V, Bobbink R, Branquinho C, Concostrina-Zubiri L, Cruz C, Cruz de Carvalho R, De Marco A, Dias T, Elustondo D, Elvira S, Estébanez B, Fusaro L, Gerosa G, Izquieta-Rojano S, Lo Cascio M, Marzuoli R, Matos P, Mereu S,

- Merino J, Morillas L, Nunes A, Paoletti E, Paoli L, Pinho P, Rogers IB, Santos A, Sicard P, Stevens CJ, & Theobald MR. Ecological impacts of atmospheric pollution and interactions with climate change in terrestrial ecosystems of the Mediterranean Basin: Current research and future directions. *Environ Pollut*, 227 (2017): 194-206. doi: 10.1016/j.envpol.2017.04.062
- Orr, J.C., *et al.* Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437(2005): 681– 686, doi:10.1038/nature04095.
- Otto, I.M., Reckien, D., Reyer, C.P.O. *et al.* Social vulnerability to climate change: a review of concepts and evidence. *Reg Environ Change* 17 (2017), 1651–1662, <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1105-9>
- Sabater, S., Freixa, A., Jiménez, L., López-Doval, J., Pace, G., Pascoal, C., Perujo, N., Craven, D. & González-Trujillo, J.D. Extreme weather events threaten biodiversity and functions of river ecosystems: evidence from a meta-analysis. *Biol Rev*, 98 (2023): 450-461, <https://doi.org/10.1111/brv.12914>
- Sydeman, W.J. *et al.* Climate change and wind intensification in coastal upwelling ecosystems. *Science*, 345 (2014), 77–80, doi:10.1126/science.1251635.
- Tabari, H. Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability. *Sci Rep* 10 (2020): 13768. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>
- Ugarte, A., Romero, J., Farías, L., Sapiains, R., Aparicio-Rizzo, P., Ramajo, L., Aguirre, C., Masotti, I., Jacques, M., Barrera, F., Billi, M., Boisier, J., Carbonell, P., De la Maza, L., De la Torre, M., Espinoza-González, O., Faúndez, J., Muñoz, F., Garreaud, R., Guevara, G., González, M., Guzmán, L., Ibáñez, J., Ibarra, C., Marín, A., Mitchell, R., Moraga, P., Narváez, D., O’Ryan, R., Pérez, C., Pilgrin, A., Pinilla, E., Rondanelli, R., Salinas, M., Sánchez, R., Sanzana, K., Segura, C., Valdebenito, P., Valenzuela, D., Vásquez & S., Williams, C. (2022). “Marea roja” y cambio global: elementos para la construcción de una gobernanza integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009), 84 pp. Disponible en www.cr2.cl/fan
- van Beest FM, Barry T, Christensen T, Heiðmarsson S, McLennan D & Schmidt NM. Extreme event impacts on terrestrial and freshwater biota in the arctic: A synthesis of knowledge and opportunities. *Front. Environ. Sci.* 10 (2022): 983637. doi: 10.3389/fenvs.2022.983637
- Vicedo-Cabrera, A.M., Scovronick, N., Sera, F. *et al.* The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nat. Clim. Chang.* 11 (2021): 492–500. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>
- Wells Mark L., Bengt Karlson, Angela Wulff, Raphael Kudela, Charles Trick, Valentina Asnaghi, Elisa Berdalet, William Cochlan, Keith Davidson, Maarten De Rijcke, Stephanie Dutkiewicz, Gustaaf Hallegraeff, Kevin J. Flynn, Catherine Legrand, Hans Paerl, Joe Silke, Sanna Suikkanen, Peter Thompson, & Vera L. Trainer. Future HAB science: Directions and challenges in a changing climate, *Harmful Algae* 91 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.101632>
- Yadvinder Malhi, Franklin Janet, Seddon Nathalie, Solan Martin, Turner Monica G., Field Christopher B. & Knowlton Nancy. Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. *Phil. Trans. R. Soc.* (2020): B3752019010420190104

COSTA RICA DESCONOCIDA: UN MAR DE OPORTUNIDADES A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN DEL OCÉANO PROFUNDO

Sergio Cambronero-Solano*, Jorge Cortés, Beth Orcutt, Diva Amon,
Odalisca Breedy, Emily Jayne Cowell, Tim D'Angelo, Michel Droge,
Maila Guilhon, Carlos Hiller, Rachel Lauer, Holly Lutz, Wendolyn Matamoros,
Beatriz Naranjo-Elizondo, Robert Perrin, Gustavo Ramírez, Celeste Sánchez-Noguera,
Maria Isabel Sandoval, Janet Voight, Sofía Cortés, Fiorella Vásquez¹⁰

Resumen	Abstract
<p>Construir puentes desde las ciencias marinas hacia tomadores de decisiones es fundamental en la gobernanza del océano, un aspecto clave en el desarrollo de la sociedad moderna y el ordenamiento espacial marítimo. A través de una exploración que abarca desde los descubrimientos científicos en el océano profundo hasta las políticas marinas a largo plazo y la diplomacia internacional, este manuscrito resalta cómo Costa Rica puede forjar un modelo de gestión marina basado en ciencia y alineado con el principio precautorio. Además, destaca la importancia de integrar los hallazgos de la investigación científica en el océano profundo en la elaboración de las políticas marinas, considerando éstas tanto a nivel nacional como internacional.</p> <p>El documento se presenta de la siguiente forma: una introducción y reseña histórica del contexto de importancia del océano, con un enfoque en Costa Rica y la región. Seguidamente un preámbulo donde se presenta el potencial de la investigación en el océano profundo y sus hallazgos, donde se expone de manera detallada el enfoque de investigación del proyecto <i>Octopus Odyssey</i>, junto con los resultados y conclusiones preliminares de la primera expedición. Además, se abordan los esfuerzos de comunicación y</p>	<p>Building bridges from marine sciences to decision-makers is crucial in ocean governance, a key aspect in the development of modern society and maritime spatial planning. Through an exploration spanning from scientific discoveries in the deep ocean to long-term marine policies and international diplomacy, this manuscript highlights how Costa Rica could promote a science-based marine management model aligned with the precautionary principle. It emphasizes the importance of integrating deep ocean scientific research findings into the development of marine policies, considering these at both national and international levels.</p> <p>The document presents an introduction and historical overview of the context of ocean importance, focusing on Costa Rica and the region. Following this, a preamble presents the potential of research in the deep ocean and its findings, detailing the research approach of the <i>Octopus Odyssey</i> project, along with the results and preliminary conclusions of the first expedition. Furthermore, it discusses communication and educational efforts generated from the project. This contribution is presented in an applied manner, providing a reflection on the role of ocean research in proposing marine policies. The</p>

10 Afiliación de autores: *Equipo Octopus Odyssey*. Correspondencia: sergio.cambronero.solano@una.cr; info@somospelagos.com

educación que han surgido del proyecto. Este aporte se presenta de manera aplicada, ofreciendo una reflexión sobre el rol de la investigación del océano en la propuesta de políticas marinas. El documento concluye con las perspectivas unificadas de los autores con respecto a las oportunidades de gobernanza marina para Costa Rica.	document concludes with the unified perspectives of the authors regarding marine governance opportunities for Costa Rica.
Palabras claves: océano profundo, investigación, gobernanza marina, principio precautorio.	Keywords: deep ocean, research, marine governance, precautionary principle.

I. INTRODUCCIÓN

El océano se rige por dinámicas fluidas y características volumétricas únicas, resultado de una interacción continua y compleja de procesos geofísicos y ecosistémicos. Estas particularidades, junto con la compleja distribución de la biodiversidad marina, representan un ámbito que contrasta con el manejo que se da en tierra. Los aspectos que caracterizan al océano profundo, aguas por debajo de los 200 metros de profundidad, contrastan de manera significativa con las perspectivas convencionalmente terrestres utilizadas en la planificación, administración y gobernanza del océano (Teo, 2023).

En esencia, el océano profundo representa un mundo aparte, caracterizado por su inmensa extensión y volumen, que desafían nuestras nociones convencionales de manejo. La naturaleza multifacética y dinámica de este dominio submarino requiere una reevaluación de cómo abordamos su estudio, gestión y conservación. Este cambio de perspectiva es crucial para comprender las complejidades del ecosistema del océano profundo y desarrollar estrategias efectivas para su preservación y uso sostenible en una época en la que se reconoce cada vez más la importancia de esta frontera.

La investigación marina en Costa Rica ha experimentado una evolución histórica a lo largo del tiempo (Cortés, 2009). Durante el siglo XIX, se iniciaron los estudios del océano en el país, los cuales estuvieron mayormente a cargo de científicos extranjeros. Estos investigadores llevaron a cabo sus estudios de manera independiente, sin colaborar con científicos locales ni considerar los intereses de la comunidad costarricense en la recolección de especímenes. En una fase más reciente, la investigación marina comenzó a involucrar activamente tanto a científicos costarricenses como a científicos extranjeros residentes. Se establecieron colaboraciones y proyectos conjuntos con instituciones tanto locales como extranjeras, marcando un hito importante en el desarrollo de la investigación marina en Costa Rica.

En términos de entender la biodiversidad, desde principios del siglo XIX y hasta principios del siglo XX, hubo dos fuentes de organismos marinos para registros taxonómicos y estudios asociados. La primera fuente provino de capitanes de barcos, recolectores profesionales y científicos costarricenses que enviaban especímenes a especialistas extranjeros, y la segunda fuente fue de organismos recolectados durante expediciones oceanográficas. Las primeras expediciones organizadas con el único propósito de explorar científicamente los océanos del planeta comenzaron a inicios del siglo XIX. Hacia finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, Estados Unidos organizó una serie de expediciones científicas marinas, especialmente

a los océanos Atlántico y Pacífico Oriental. Durante estas expediciones, se recolectó una gran cantidad de información oceanográfica y biológica, cuyas descripciones se publicaron durante las décadas siguientes. Esta es la primera fase de investigaciones científicas del océano en Costa Rica.

La segunda etapa de investigación se extiende de 1924 a la década de 1980. Fue una época de intenso muestreo, especialmente en el Pacífico Oriental, por parte de científicos extranjeros y sin involucramiento de nacionales. Esas expediciones fueron organizadas tanto por instituciones como por individuos y la mayoría de ellas fueron financiadas por filántropos. Las publicaciones resultantes de esas expediciones siguen apareciendo hasta el día de hoy, principalmente en el ámbito taxonómico.

La tercera fase de investigación marina se inicia en la década de 1980 y continúa hasta el presente. A partir de esas fechas aparecen los primeros trabajos de científicos costarricenses como también de científicos extranjeros residentes. Además, se empiezan a desarrollar proyectos de colaboración con científicos e instituciones extranjeras, pero aún hay algunas investigaciones y expediciones sin participación nacional. En esta etapa se inician estudios más detallados de las regiones profundas de Costa Rica.

El concepto de océano profundo se refiere a las aguas y el lecho marino que están por debajo de los 200 metros de profundidad. Tanto a nivel nacional como internacional, cada vez es más común que se nombre el océano profundo en los espacios de toma de decisión y gobernanza, sea para promover acciones para su conservación o para elevar intereses de exploración y prospección de los recursos que se encuentran en este ambiente. Un abordaje integral y multidisciplinario, permite obtener mejores respuestas para enriquecer nuestro conocimiento sobre el bioma más grande del planeta. Los insumos recabados a través de las investigaciones marinas científicas de enfoque colaborativo deben ser la base para la elaboración de políticas públicas y normativas de manera que, a través de una fundamentación sólida, se garantice una aplicabilidad efectiva a largo plazo.

La comunidad científica global se encuentra actualmente en un proceso de reflexión y revisión de sus prácticas existentes, algunas de las cuales están fundamentadas en percepciones coloniales y neo-coloniales (Spalding *et al.* 2023). Este análisis es especialmente relevante en el contexto de la comunidad de investigación del océano profundo, donde se han observado colaboraciones internacionales desiguales en el pasado. Un ejemplo de este cambio en el paradigma de involucramiento científico, hacia uno más equitativo y justo, se ve reflejado en el desarrollo de la investigación *Octopus Odyssey*, la cual se presenta en este manuscrito.

II. EXPLORANDO LOS TESOROS DEL OCÉANO PROFUNDO

Una investigación con enfoque holístico

Hacia el suroeste de la península de Nicoya, a unos 200 km mar adentro, y a más de 3000 m de profundidad, existe una serie de colinas submarinas de diversos tamaños. Estos lugares profundos han sido poco explorados (Figura 1). El sitio Dorado (nombre no oficial), es uno de los más conocidos, ya que, durante una expedición oceanográfica en el 2013, se documentó por primera vez una agregación de pulpos asociada a fuentes hidrotermales de baja temperatura que emanan de esta colina. Este primer

hallazgo motivó a un grupo de investigadores internacionales y nacionales a regresar a este sitio para realizar estudios a detalle y con la finalidad de entender la asociación biológica, geológica, física y microbiológica en este sector. La expedición *Octopus Odyssey*, del Schmidt Ocean Institute, se realizó durante junio 2023. Este tipo de proyectos colaborativos tienen un papel fundamental para un país como Costa Rica, permitiendo un mayor conocimiento de su vasta extensión marina, la cual es diez veces más grande que la extensión terrestre.

Dada la capacidad limitada de algunos países para acceder a las aguas profundas (Bell *et al.* 2023), la colaboración internacional es esencial para que naciones como Costa Rica, puedan empoderarse del patrimonio ubicado en sus Zonas Económicas Exclusivas (ZEE). También resulta clave la participación de científicos y estudiantes de estos países para incrementar su comprensión y divulgar los tesoros que yacen en el océano profundo.

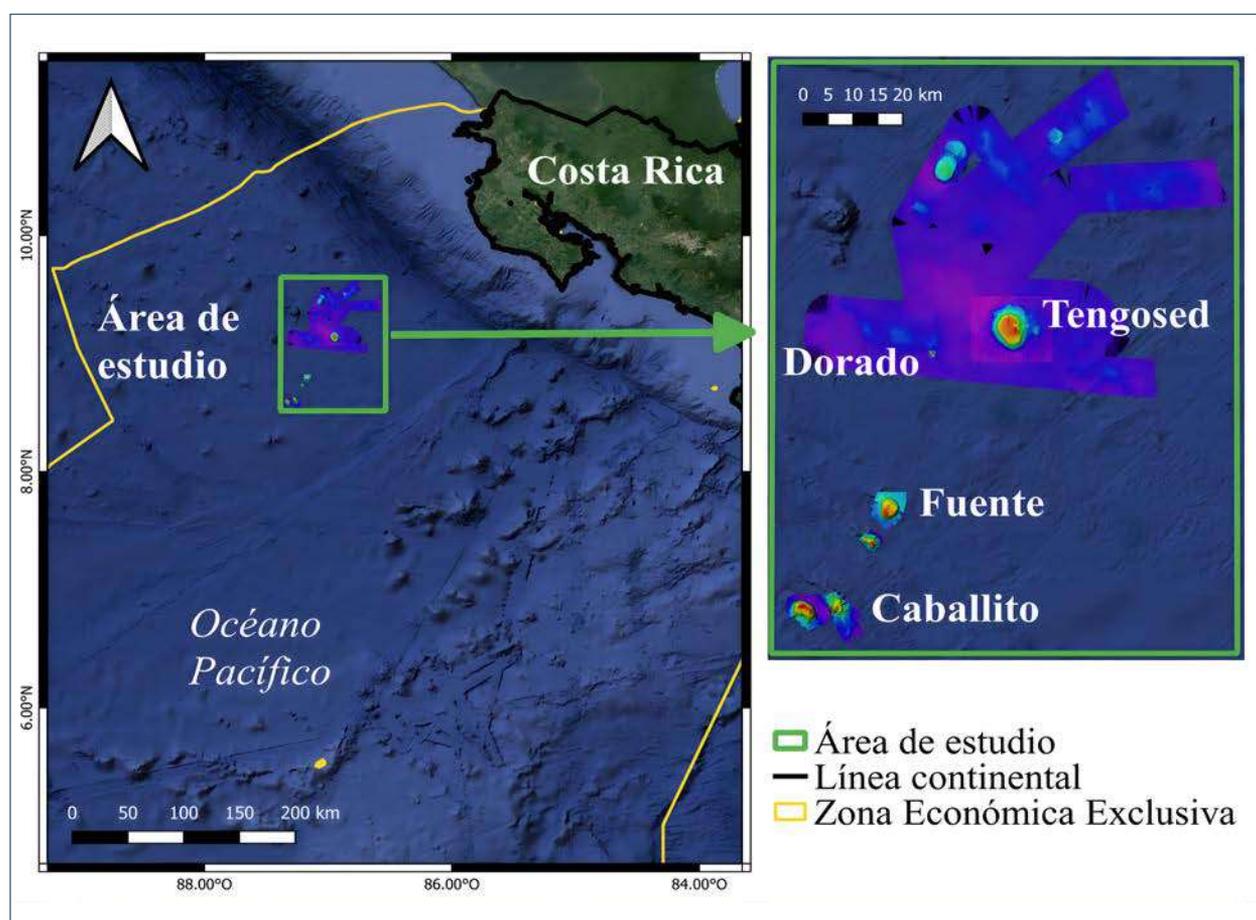


Figura 1: Ubicación del área de estudio de la expedición *Octopus Odyssey*.

El buque de investigación R/V *Falkor (too)* y logística asociada fueron proporcionados por el Schmidt Ocean Institute (Figura 2), una entidad dedicada a facilitar la exploración de las aguas profundas, su divulgación y el desarrollo de capacidades de investigación en países que no cuentan con barcos de investigación.



Figura 2. Buque oceanográfico *Falkor (too)* y vehículo de operación remota *SuBastian*.

Para la expedición que se realizó en junio de 2023, se conformó un equipo científico interdisciplinario de 20 participantes, mayoritariamente femenino, conformado por expertos en el ámbito de la biología, geología, geofísica, oceanografía y microbiología de universidades costarricenses (Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional) y de países como Estados Unidos, Portugal, Canadá, entre otros. Adicionalmente, *Octopus Odyssey* incluyó la participación de dos artistas, cuyo rol fue plasmar la investigación científica en arte visual como una nueva forma de comunicación. El arte y la ciencia trabajaron en conjunto, complementándose para ofrecer una perspectiva única de nuestro planeta desde distintos ángulos, en aras de comprenderlo mejor, divulgarlo y protegerlo.

La expedición, co-liderada por el doctor Jorge Cortés Núñez de la Universidad de Costa Rica y la doctora Beth Orcutt del Bigelow Laboratory for Ocean Sciences, promovió una colaboración estrecha entre los participantes, permitiendo que aproximadamente la mitad del equipo fuera de origen local. La operación diaria del barco de investigación suele superar los 50,000 dólares, por lo que SOI aportó un millón de dólares. Los colaboradores internacionales contribuyeron con 20,000 dólares para apoyar a los científicos costarricenses en estipendios, costos de capacitación y logística local. Se movilizaron 60,000 dólares para traer a expertos internacionales a Costa Rica, quienes colaboraron con los científicos locales y proporcionaron herramientas y suministros para la investigación. En el próximo año, se espera movilizar un adicional de 50,000 dólares de fuentes filantrópicas para respaldar la investigación de los científicos costarricenses. Resaltamos estos costos para subrayar el compromiso de nuestros colaboradores internacionales en compartir el acceso y los beneficios derivados de la exploración del singular lecho marino de Costa Rica.



Figura 3. Equipo de investigación y operaciones de la expedición *Octopus Odyssey*.

Cabe resaltar que, históricamente, la presencia y liderazgo femenino en expediciones oceanográficas ha sido limitada. En esta expedición la mayoría del equipo de investigación estuvo conformado por mujeres (14 de 20), lo cual marcó un avance significativo en la igualdad de género, especialmente para las científicas jóvenes. Este enfoque no solo resultó en avances científicos sustantivos, sino también en un aporte importante hacia la igualdad de género y la colaboración interdisciplinaria en el campo científico, abriendo nuevas posibilidades para futuras investigaciones y enriqueciendo la comunidad científica. En cifras, el 37% del equipo científico fue compuesto por costarricenses, con un 10.5% adicional de personas provenientes de América Latina y el Caribe, al cual también se unen artistas locales y extranjeros, con un total de 47.6% de personas que hablan español con fluidez (Figura 3).

Antecedentes y contexto

Investigaciones previas en esta zona se dieron desde inicios del 2000, a raíz de programas como el *International Ocean Drilling Program* (IODP) y el proyecto TicoFlux. A raíz de ese mapeo inicial, se comenzó a explorar el área con el fin de encontrar evidencia de emanación de fluidos hidrotermales, algo que se había deducido de mediciones de temperatura pero que aún no se había observado hasta las visitas más recientes en 2013 (Wheat & Fisher, 2008; Hartwell *et al.* 2018; Wheat *et al.* 2019).

Durante la exploración del pequeño afloramiento rocoso llamado Dorado se pudo comprobar el tamaño de la estructura, similar a una cancha de fútbol, ~0.5 km de ancho × ~2 km largo y unos 150 metros de elevación. En ese entonces los investigadores se sorprendieron al encontrar pulpos de aguas profundas incubando huevos en las fracturas de las rocas por donde emanan los fluidos desde el fondo marino. Aunque los fluidos estaban ligeramente calientes (alrededor de 12 °C en comparación con los 2 °C del agua circundante), aún contenían oxígeno. En este punto se planteó la pregunta de si los fluidos más cálidos brindan ventajas al desarrollo de los huevos, a pesar de la posible dificultad respiratoria debido a las condiciones.

En esta expedición, el equipo *Octopus Odyssey* regresó al afloramiento Dorado con el propósito de responder a esta pregunta y para comprender en mayor detalle el nexa entre los organismos del fondo marino, sus microbiomas, los microorganismos en el ambiente y su relación con los fluidos, rocas y sedimentos circundantes (Figura 4).

Además, el equipo exploró otros montes submarinos en la región en busca de campos hidrotermales de baja temperatura, y para determinar cuál es la variable que determina la presencia y el comportamiento de los pulpos. La posibilidad de que los pulpos están restringidos al afloramiento Dorado se plantea como una característica que implica algún grado de protección.

Durante la expedición, el equipo llevó a cabo un análisis exhaustivo de las comunidades microbianas en los montes submarinos. Parte de esta investigación se centró en determinar si los microbios son esenciales para la salud de los pulpos y otros animales que viven en estos sitios. Además, se examinaron las interacciones entre microbios y la concentración de metales en estos ecosistemas de aguas profundas, con el objetivo de identificar posibles umbrales de toxicidad y daño serio para el ecosistema. Este componente de la investigación fue impulsado por la necesidad de comprender las implicaciones de actividades propuestas principalmente en aguas internacionales, como la minería en aguas profundas y el secuestro

de carbono en el lecho marino. Además, se recolectaron núcleos de sedimentos y macroorganismos para su posterior estudio, junto con sus respectivos microbiomas. Se estudiaron las comunidades bentónicas para evaluar su distribución e importancia en estos ecosistemas profundos.

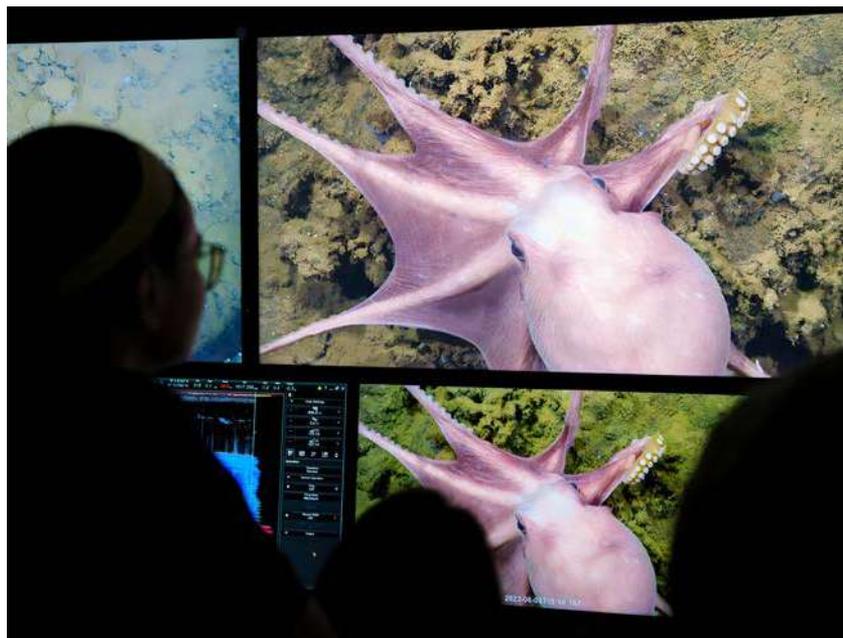


Figura 4. Primer avistamiento de pulpos en el cuarto de control de *SuBastian*.

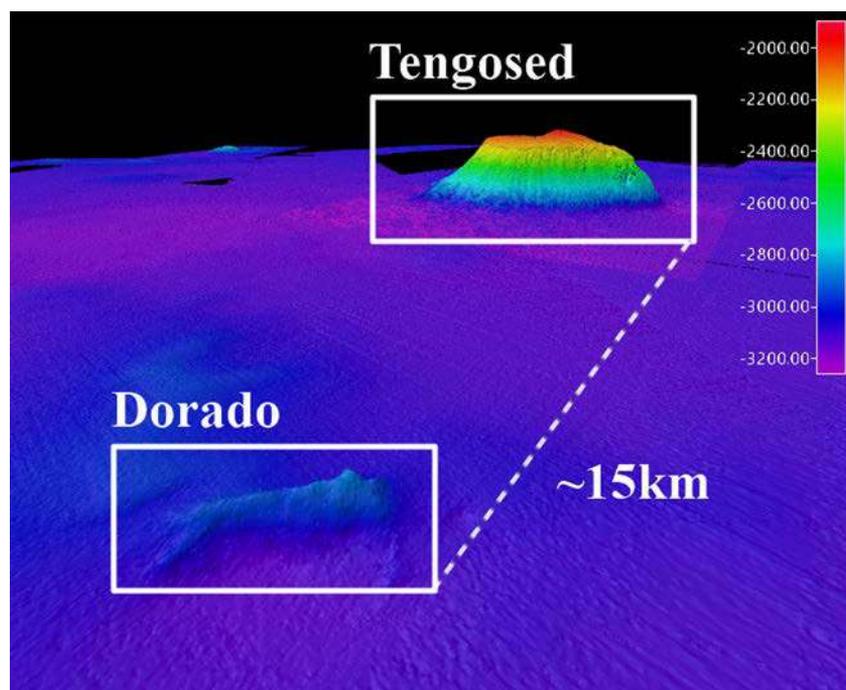


Figura 5. Visualización batimétrica de los sitios Dorado y Tengosed.

El grupo de investigación reconoce la importancia de compartir el acceso y los beneficios relacionados con el estudio de los recursos genéticos marinos. En este sentido, se obtuvieron todos los permisos necesarios y todos los especímenes animales recolectados se están archivando en nuestro país y no en el extranjero.

En total se realizaron 14 inmersiones con el vehículo de operación remota (ROV) SuBastian para explorar seis sitios que mostraban elevaciones batimétricas del lecho marino, cinco de las cuales eran inexploradas (Figura 5). Entre ellas, Dorado, Tengosed, Fuente y Caballito son algunas de las que tienen nombres establecidos; sin embargo, ninguna de ellas ha sido designada oficialmente en *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO), lo cual planteamos como un eje de la discusión sobre las grandes oportunidades habilitadas por este tipo de proyectos. Así mismo, vale la pena mencionar que durante las faenas de investigación se registró actividad pesquera asociada a esta zona, especialmente en el sitio conocido como Fuente que se superpone parcialmente con una zona denominada el “*Guardian Bank*”, un área común de pesca de palangre y que se plantea como otro desafío a nivel de gobernanza marina.

Principales hallazgos en hidrogeología y geología

El equipo científico incluyó personas con especialidades en diferentes ramas de la ciencia, permitiendo conocer con detalle el componente abiótico. A nivel de hidrogeología, se centraron esfuerzos en analizar la dinámica subyacente en el lecho marino para comprender los movimientos de los fluidos en la corteza oceánica, que posiblemente propician las condiciones óptimas para la cría de los pulpos en estudio.

Para entender estos enfoques de investigación, es primordial comprender la composición del lecho marino. La formación de corteza nueva en dorsales oceánicas implica la salida de lava del manto oceánico, que se enfría rápidamente, resultando en rocas en forma de almohadilla. Estas lavas en almohadillas o “*pillows lavas*” conforman la capa superior de la corteza oceánica, y los espacios o fracturas entre ellas contribuyen a su alta permeabilidad. A medida que la corteza envejece, los sedimentos se acumulan en su superficie, formando una capa aislante que retiene calor y restringe el flujo de agua dentro y fuera de la corteza. En este sentido, los montes submarinos y otras estructuras rocosas permiten el flujo de agua a través de la corteza, generando circulación hidrotermal. La corteza oceánica de composición basáltica en este sector tiene una edad de 18-24 millones de años (Fisher *et al.*, 2003), y se considera proveniente de la dorsal del Pacífico Oriental.

Esta investigación marcó importantes avances en el campo de la hidrogeología regional. Logramos verificar con éxito la existencia de descargas hidrotermales de baja temperatura en Tengosed, lo que concuerda con el proceso de recarga y descarga acuífera en montes submarinos. Este fenómeno había sido predicho previamente por modelos matemáticos, pero nunca antes confirmado. Además, en un área sin nombre al este de Caballito, también se confirmó la presencia de descarga de baja temperatura. Asimismo, hemos documentado un flujo de calor en la zona circundante a Caballito, lo que sugiere que este sitio también es un área de recarga. Parte de los principales aspectos a confirmar con este tipo de investigaciones es que este sistema interno de la corteza, junto con los puntos de entrada y salida de agua, crea condiciones favorables no solamente para sitios de crianza de pulpos, sino también para otras especies como rayas y tiburones.

La metodología de muestreo a nivel geofísico implicó el uso de una sonda de flujo de calor para medir temperaturas en sedimentos marinos (*heatflow probe*), la cual se desplegó con la ayuda del ROV SuBastian. El agua cercana al lecho marino es fría (2 °C), pero al fluir por la corteza se calienta y se libera en otra zona del lecho a mayor temperatura (12 °C). Las mediciones revelaron patrones de flujo: temperaturas bajas indican entrada de agua en la corteza; temperaturas altas, su salida. Las propiedades físicas de las masas de agua interactúan con el relieve, dando paso a una dinámica de intercambio de calor conocida como el sifón hidrotermal (Lauer *et al.* 2018).



Figura 6. Características de interés geológico en el fondo marino y vista microscópica de un radiolario fósil (*Stichocorys delmontensis*), característico del Mioceno Superior.

La exploración realizada reveló características geológicas no antes descritas para esta zona. De manera preliminar, se estudió y analizó la geología en este sector, por medio de imágenes y muestras obtenidas. Se descubrió que el lecho marino en el área de estudio consiste en colinas submarinas de composición basáltica en asociación con rocas sedimentarias blanquecinas finas de composición calcáreo-silíceo con microfósiles de foraminíferos, nanofósiles calcáreos y radiolarios, intercalados con lutitas oscuras, ambas de millones de años de antigüedad (Mioceno Superior: 11 hasta 5 millones). En la planicie abisal afloran sedimentos pelágicos recientes. Además, se observa una alta disolución de las rocas carbonatadas, mostrando inclusive conductos generados por el paso de fluidos. Se recolectaron muestras de estos sedimentos para indagar sobre sus orígenes e historias (Figura 6).

Oceanografía de la columna de agua

Uno de los objetivos secundarios de la expedición fue comprender la dinámica de la columna de agua que cubre los sitios de estudio. Mediante la integración de la hidrografía y la oceanografía física, se analizaron corrientes marinas y la distribución de factores cruciales como oxígeno, temperatura y salinidad. Estos datos proporcionan conocimientos esenciales para comprender la interconexión física entre las masas de agua en la región examinada, y al mismo tiempo, nos brindan información valiosa sobre la conectividad biológica.

En esta expedición, combinamos observaciones del lecho marino realizadas con el ROV SuBastian, con datos de instrumentos como el perfilador vertical *CTD* (Conductivity, Temperature, Depth), sistemas de ecosonda sonar EK80 y correntómetros acústicos tipo *ADCP* (Acoustic Doppler Current Profiler). Observamos principalmente la presencia de masas de agua ecuatoriales del sur, una circulación anticiclónica no registrada previamente para esta zona, y una capa de mínimo oxígeno con su núcleo en 500 metros de profundidad.

Para entender la conectividad en el Pacífico costarricense, es crucial considerar la dinámica en la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, ubicada en la región Norte del Pacífico Tropical Oriental. Las corrientes clave que influyen son la Contracorriente Ecuatorial Norte (NECC) de oeste a este, y la Corriente Costera de Costa Rica (CRCC) que sigue la costa en dirección sureste-noroeste.

Un elemento de particular interés en nuestra zona de estudio es la influencia que tiene el Domo Térmico de Costa Rica (el Domo) en la distribución de las comunidades pelágicas y bentónicas. Se conoce que estas aguas albergan una gran cantidad de biomasa planctónica (Gutierrez-Bravo *et al.* 2023, en prensa), compuesta mayormente por organismos que se desplazan en la columna de agua. Esta distribución vertical está relacionada con otra prioridad de estudio del proyecto, la Zona de Mínimo Oxígeno (OMZ), una capa de agua que se encuentra entre los 300 y 800 metros de profundidad (Figura 7), donde las concentraciones de oxígeno disminuyen drásticamente debido a la respiración y actividad metabólica de los microorganismos que viven en el agua de mar y degradan la materia orgánica que se hunde desde la superficie (ej. heces, animales muertos).

Se hicieron muestreos en ubicaciones estratégicas para obtener una imagen completa de la distribución de los parámetros oceanográficos en superficie y en el fondo marino. Estos datos nos ayudarán a demostrar la importancia de establecer conexiones entre la superficie y las profundidades marinas. Aunque

esperamos responder muchas preguntas con los datos recopilados, también reconocemos que este proceso genera nuevas incógnitas respecto a la dinámica del océano en la ZEE de Costa Rica y la conectividad con el resto del Pacífico Tropical Oriental.

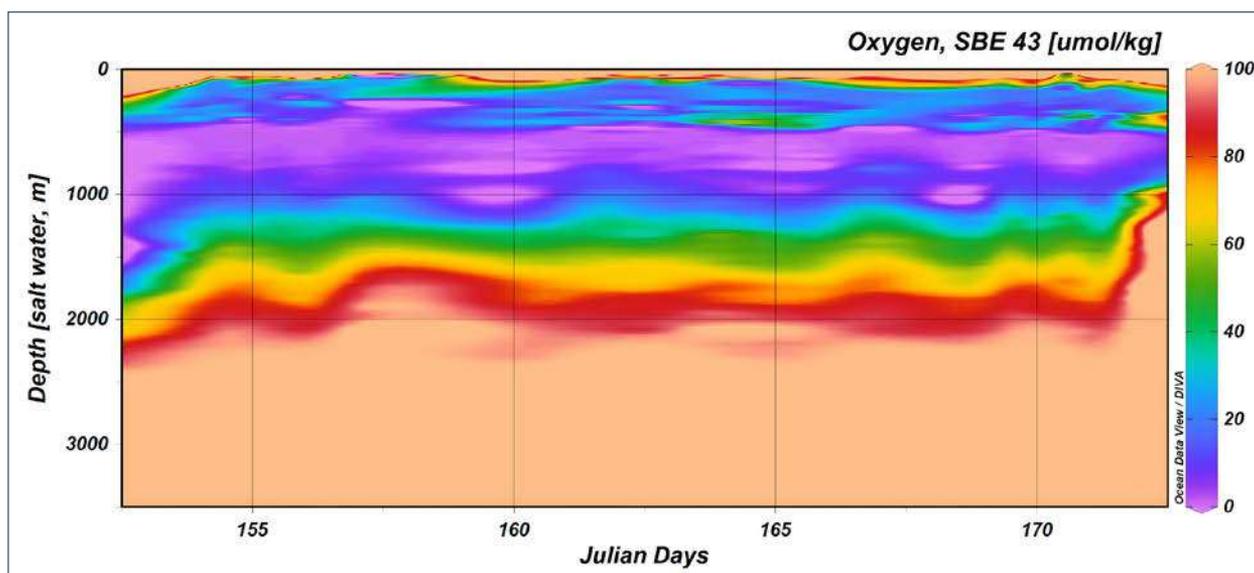


Figura 7. Serie de tiempo de mediciones de oxígeno disuelto ($\mu\text{mol/Kg}$) en la columna de agua a partir de las 12 estaciones de perfil vertical CTD. Eje vertical profundidad, eje horizontal días del año.

Conociendo las comunidades biológicas y explorando los microbiomas del océano profundo

Durante esta expedición, emprendimos un profundo estudio del montículo Dorado y otras elevaciones submarinas cercanas, empleando la avanzada tecnología del ROV SuBastian para llegar a un nivel de detalle microscópico. Obtuvimos muestras necesarias para una comprensión de las especies de microorganismos presentes y de los microbiomas que permiten a los pulpos prosperar en ambientes extremos (Figura 8).

Los microbiomas son la comunidad de microorganismos que viven en asociación con un animal, puede variar dependiendo de la especie, hábitat y estado de desarrollo del animal hospedero. En el caso de animales marinos, como los pulpos, se cree que el tipo de microorganismos que conforman el microbioma del animal son de gran importancia, ya que podrían influenciar condiciones como la salud, la ecología, fisiología, comportamiento del animal y su capacidad de adaptación (Apprill, 2017). Además, algunos grupos de bacterias podrían tener roles claves en el desarrollo de las crías de pulpos, al protegerlos de infecciones provocadas por otras bacterias u hongos.

El microbioma de los huevos podría originarse desde la puesta, donde microorganismos de las glándulas que producen la capa protectora de los huevos, se adhieren a las cápsulas en formación (Lutz *et al.* 2019). También, la composición microbiana de los huevos podría ser influenciada por el entorno, ya que ciertos grupos bacterianos del agua circundante o del lecho marino podrían unirse a las cápsulas y colonizar su superficie (Iehata *et al.* 2016).

La aplicación de la tecnología de vanguardia del ROV SuBastian permitió la captura precisa de imágenes y muestras esenciales para el estudio detallado de pulpos y otras formas de vida marina, sin perturbar los frágiles ecosistemas. Estas muestras se sometieron a un análisis exhaustivo, lo que facilitó la identificación precisa de especies, la exploración de microbiomas asociados y la obtención de datos significativos sobre la biología reproductiva y el desarrollo de pulpos de aguas profundas.

Nuestros descubrimientos poseen un destacado valor al confirmar que el sitio “Dorado”, efectivamente actúa como un lugar de crianza para los pulpos, donde especies del género *Muusoctopus* incuban exitosamente huevos en fluidos hidrotermales de baja temperatura, a unos 12°C. Estos hallazgos contradicen una hipótesis previa que se planteó en 2018 y ponía en duda la viabilidad de los huevos en esta región (Hartwell *et al.* 2018).



Figura 8. Perspectiva panorámica de la guardería de pulpos de una especie no descrita del género *Muusoctopus* en Dorado.

Además, se identificó un segundo sitio de emisiones hidrotermales de baja temperatura (7°C) en el cual los pulpos también estaban resguardando sus huevos viables; este lugar es un afloramiento sin nombre que exploramos por primera vez en esta expedición y que se pretende sea un sitio ejemplar de conservación y manejo basado en ciencia.

Este constituye el cuarto caso conocido de guardería de pulpos en aguas profundas a nivel mundial, y el segundo en Costa Rica. El otro sitio se encuentra en California (Davidson Seamount) y en Canadá. En las inmersiones del ROV, se presenciaron las primeras etapas de vida de los pulpos de la especie *Muusoctopus* al eclosionar sus huevos. También observamos la respuesta rápida de depredadores como camarones y anguilas degolladoras, ante los huevos de pulpo desprotegidos, así como los consistentes comportamientos de protección por las madres. Cabe recalcar que solamente la especie de pulpo *Muusoctopus* mostró el

comportamiento de incubación de huevos en aguas más cálidas, ya que la otra especie de pulpo observada, del género *Graneledone*, no exhibió este comportamiento.

Durante la expedición, se reportó una gran diversidad de especies, a las cuales se les asignó una anotación en el sistema digital para ser identificadas taxonómicamente. Así mismo, los comportamientos e interacciones fueron grabados en formato de alta resolución 4K y se encuentran disponibles para investigación y comunicación.

Adicionalmente, nuestra exploración también reveló la existencia de una guardería de Raya Blanca del Pacífico (*Bathyrāja spinosissima*) en la cima del monte submarino Tengosed (Figura 9), confirmada mediante la recolecta y disección de una cápsula de huevo que se consideró viable por la presencia de un embrión en etapas tempranas de desarrollo. Esta especie es reconocida como una de las rayas de mayor profundidad y que se ha registrado previamente depositando sus cápsulas de huevo en zonas de descarga hidrotermal en Islas Galápagos (Salinas de León. *et al.* 2018). No obstante, en el sitio donde encontramos la alta densidad de cápsulas de huevo no se registró actividad hidrotermal. Si bien con los datos recolectados no se puede entender completamente la relación, se plantea la hipótesis de que las rayas están asociadas a sitios que particularmente muestran comportamiento hidrotermal intermitente.

Esta primera expedición del *Octopus Odyssey* ha enriquecido nuestra comprensión de la diversidad y las interacciones que caracterizan a los océanos. Los resultados de nuestra investigación han aportado de manera significativa al avance del conocimiento en este campo. La totalidad de los más de 150 organismos encontrados fueron depositados en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (MZUCR), parte del Centro de Investigación en Biodiversidad y Ecología Tropical. La mayor cantidad de organismos recolectados fueron corales dentro de los que destacan los octocorales (corales de ocho tentáculos) y los corales negros (Figura 10), organismos fundadores en estos ecosistemas.

Además, se tomaron muestras de otros organismos como equinodermos, siendo el segundo grupo más recolectado. También se cuentan con especímenes como pulpos, crustáceos, esponjas, anélidos, hidrozoarios entre otros. El mayor número de muestras se recolectó en el sitio “Dorado”, seguido del sitio sin nombre al este de Caballito. La mayoría de estos organismos aún no han sido identificados a nivel de especie. Por lo tanto, estudios taxonómicos futuros representan una excelente oportunidad para fomentar colaboraciones a nivel nacional e internacional. Estas colaboraciones tienen el potencial de impulsar el desarrollo de capacidades en investigadores emergentes y de enriquecer la elaboración de tesis universitarias relacionadas al océano profundo, en colaboración con el MZUCR.

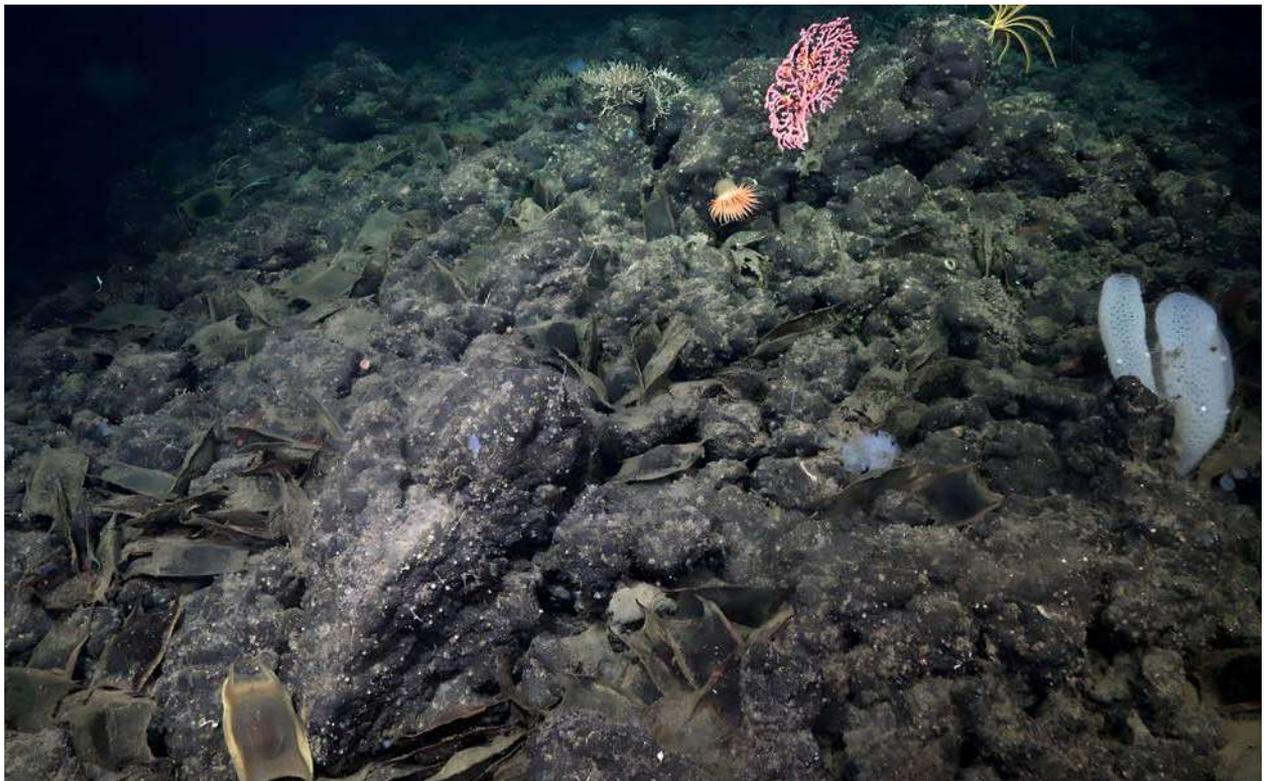


Figura 9. Sitio con alta densidad de cápsulas de huevos de raya de la especie *Bathyraja spinosissima* e investigadoras haciendo la disección de la cápsula en el laboratorio.

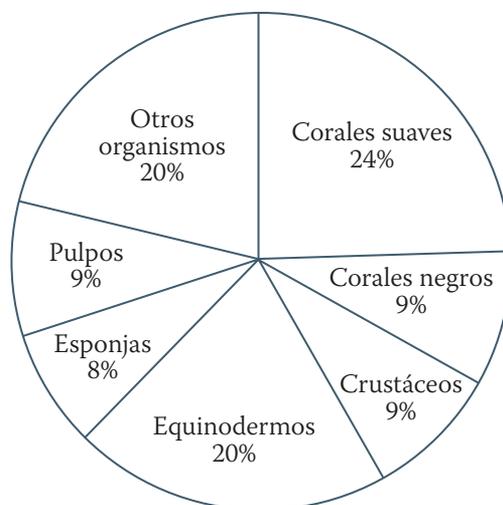


Figura 10. Distribución porcentual de organismos recolectados según grupo taxonómico durante la expedición *Octopus Odyssey*.

Una de las prioridades del proyecto *Octopus Odyssey* es fomentar un análisis colaborativo que permita extraer la máxima cantidad de información de los videos registrados por el ROV SuBastian. El uso de videos ha demostrado ser una herramienta invaluable para afrontar el desafío de investigar el océano profundo. Al capturar comportamientos, interacciones y rasgos característicos del hábitat, los videos proporcionan una ventana única para estudiar estos entornos inaccesibles, aportando datos cuantitativos directamente extraídos de su análisis y complementando la información recopilada por otros instrumentos. Asimismo, los videos potencian la comprensión cualitativa de la vida marina en estas profundidades.

Herramientas tecnológicas, como las plataformas basadas en la nube, revolucionan la colaboración en el análisis de videos al facilitar la identificación de organismos, estructuras geológicas y eventos clave. Esta capacidad de colaboración digital amplifica significativamente la cantidad de información extraída de los videos, abriendo nuevas perspectivas para el estudio y conservación del océano profundo. La base de datos resultante no solo permite la identificación de especies o grupos de organismos, sino también el análisis de hábitats y posibles cambios a lo largo del tiempo. Adicionalmente, se convierte en una herramienta esencial para el entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático, impulsando la innovación y la eficiencia en la investigación del océano profundo y, por ende, fortaleciendo la capacidad del país para tomar decisiones informadas en este ámbito.

III. COMUNICACIÓN, CONCIENCIA Y EDUCACIÓN

En un mundo donde la población cuenta con capacidades reducidas de acceso directo a estos entornos, los videos se convierten en un poderoso instrumento de comunicación como ventanas al océano profundo. Estas imágenes no solo despiertan el asombro, sino que también generan un fuerte impacto emocional en el público general, impulsando la sensibilización sobre la importancia de conservar estos ecosistemas únicos. Dado que las personas están cada vez más inmersas en el mundo digital, es fundamental

aprovechar esta tendencia para educar sobre la importancia del océano profundo y su vulnerabilidad. En este sentido, la expedición Octopus Odyssey a través de su estrategia de comunicación, ha logrado acumular más de 12 millones de vistas en redes sociales, generando aproximadamente 4 millones de interacciones y 725 notas periodísticas en 45 países.

El alcance en redes a través de videos conlleva a pensar que la integración de tecnologías de vanguardia, como la realidad virtual y la realidad aumentada, puede brindar experiencias inmersivas que acerquen al público general a los misterios y desafíos del océano profundo, especialmente la niñez y juventud. Estas herramientas tecnológicas pueden transformar la educación en una experiencia envolvente, fomentando una conexión profunda y duradera con los océanos y su conservación.

Buscando este propósito, durante el desarrollo de la expedición se realizaron visitas guiadas virtuales tipo “tour” con diversas audiencias a través de una metodología barco-a-costa (*ship-to-shore*), permitiendo construir un intercambio interactivo de telepresencia con el público general. Se realizaron 10 interacciones de este tipo, 7 de ellas en español y en total se involucraron aproximadamente 800 personas, principalmente escuelas y colegios.

Es crucial diseñar programas educativos inclusivos que promuevan la comprensión de la interconexión entre los ecosistemas marinos profundos y nuestro estilo de vida cotidiano. En última instancia, la educación y la comunicación efectiva son pilares fundamentales para garantizar la protección y preservación a largo plazo del océano profundo y sus invaluable recursos. Es a través de la evidencia, la exploración e investigación, que surgen los argumentos para respaldar la necesidad del involucramiento activo de la sociedad en la gestión del océano y los recursos marinos, particularmente el océano profundo.

A nivel global, muchas de las zonas del océano profundo que están dentro de la jurisdicción de los países, cuentan con un alto grado de conectividad entre ellas y con regiones ubicadas en aguas internacionales (*ABNJ*, Areas Beyond National Jurisdiction). Desde una perspectiva de gobernanza, el océano abierto implica un desafío para Costa Rica pues convergen tres esquemas de gobernanza tradicional, las aguas jurisdiccionales, la relación bilateral transfronteriza con países hermanos como Colombia, Ecuador, Nicaragua, Panamá y la relación intrínseca del medio marino con las aguas internacionales. Si bien es un desafío, consideramos que el enfoque basado en ciencia es óptimo para guiar las decisiones de manejo, ya que no está limitado por fronteras imaginarias y así mismo incorpora el principio precautorio de manera pragmática. Por lo tanto, nos llama a explorar más a fondo, el vínculo existente entre la investigación marina, la política nacional, mundial y la sociedad civil.

IV. EL ROL DE LA INVESTIGACIÓN DEL OCÉANO EN EL DESARROLLO DE POLÍTICAS MARINAS

Los argumentos expuestos anteriormente nos llevan a otra perspectiva, la del progreso del paradigma diplomático, donde la investigación debe incorporarse al contexto de toma de decisiones, como el concepto de diplomacia científica. El objetivo es comunicar ampliamente los resultados de investigaciones y el avance en el conocimiento de los recursos naturales que allí existen, comunicando desde la investigación para crear conciencia y promover la formulación de criterios en cuanto a decisiones futuras de manejo del recurso marino.

En materia de derecho ambiental, la elaboración de normativas y política pública debe ir estrechamente vinculada a la mejor información científica disponible, de manera que se garanticen procesos de toma de decisión fundamentados y respetando el principio de objetivación (aplicación de la ciencia y técnica). El océano profundo es un ambiente de mínima exploración, pero de gran importancia para la biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos. Se trata, además, de un sitio con características únicas que influyen considerablemente en su fragilidad y altos niveles de vulnerabilidad a los impactos antropogénicos.

Son precisamente estas características las que demandan la implementación de políticas basadas en ciencia que garanticen la conservación y gestión efectiva del océano profundo de Costa Rica, reconociendo la importancia de integrarse efectivamente con instrumentos de gobernanza marina internacionales. El involucramiento de un equipo multidisciplinario como el que participó en esta expedición brinda una perspectiva integral sobre los diferentes elementos que deben ser considerados al momento de generar iniciativas dirigidas a este fin. Asimismo, el conocimiento científico obtenido sobre las aguas profundas costarricenses, otorga una oportunidad de contribuir a la consolidación de una posición país tanto en la definición de la línea política a nivel nacional en torno al océano profundo y sus recursos, así como en foros internacionales donde promueva situar al océano profundo como un ambiente merecedor de medidas que aseguren la protección de sus ecosistemas y la aplicación del principio precautorio ante la ausencia de información sobre el impacto que puedan tener las actividades extractivas en estos ambientes, tal como en las negociaciones de *BBNJ* (Biodiversity Beyond National Jurisdiction) o *ISA* (International Seabed Authority).

El océano abierto es dinámico desde la superficie hasta el fondo, con un ritmo constante y turbulencia incesante. En este vasto ambiente, la interacción continua entre elementos vivos y no vivos crea una complejidad de infinitas posibilidades. La relación entre la superficie y la profundidad marina es un estudio en evolución constante, denominado acoplamiento pelágico bentónico, el cual estudia cómo la columna de agua influye sobre el fondo marino y viceversa. Este novedoso campo de la ciencia ofrece gran potencial para informar los procesos de gobernanza marina que logren responder a la conexión intrínseca del océano profundo.

La productividad del lecho marino no solo depende de su naturaleza geológica, sino también de las aguas circundantes. La zona es altamente productiva debido al Domo, un punto clave para pesquerías y gobernanza marina (Johnson *et al.* 2018). Este Domo influye en la columna de agua, facilitando un flujo significativo de nutrientes y materiales esenciales que impactan procesos en el fondo y profundidades intermedias. Estos procesos son fundamentales para la conectividad oceanográfica y genética en la región.

El territorio marino de Costa Rica constituye un escenario singular y excepcional para la investigación de áreas marinas complejas y dinámicas, especialmente en lo que respecta a los campos hidrotermales recientemente descubiertos. Estos ecosistemas no solo representan un enigma científico intrigante, sino que, basándonos en los resultados de la investigación, tienen un rol vital para las poblaciones de especies como pulpos, rayas y tiburones. Por lo tanto, se plantea este sitio como una gran oportunidad para implementar un esquema de gestión que permita la protección de los recursos y asegure la investigación como una prioridad, con el propósito de evaluar los servicios ecosistémicos de esta zona, tanto del lecho marino como de la columna de agua.

Basándonos en lo expuesto, identificamos dos modelos de gobernanza en esta zona que tienen relevancia con los hallazgos de nuestra investigación. El primero concierne al lecho marino, que está completamente bajo la jurisdicción del gobierno de Costa Rica. El segundo está relacionado con la columna de agua, que aunque depende de Costa Rica, está sujeta a instrumentos de gobernanza que abarcan varias Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) o áreas internacionales, como la Convención de Antigua (IATTC, 2003), las Áreas Marinas de Importancia Ecológica o Biológica (AIEB) (CBD, 2013) y, más recientemente, el tratado de aguas internacionales (UN, 2023). Por esta razón, proponemos considerar a Dorado como un sitio modelo que ofrece la posibilidad de integrar todos estos esquemas, posicionando a Costa Rica como referente en el ámbito de la gobernanza marina.

A la luz de los hallazgos de esta investigación, se identifica que estos sitios cumplen con los argumentos esenciales de singularidad, rol esencial en la supervivencia de poblaciones de especies sensibles con tasas de recuperación lentas y su alta productividad, lo cual implica una necesidad de parte del gobierno en asignar algún grado de protección, especialmente dado por la presencia de áreas de crianza de pulpos y rayas. Por ser especies de las cuales no se tienen muchos datos de su estado poblacional, este sitio exhibe características que lo categorizan como Ecosistema Marino Vulnerable (VME) o AIEB. Así mismo, al ser un área relativamente pequeña, la logística de gestión se facilita y ofrece la posibilidad de que se proteja un amplio volumen al incorporar toda la columna de agua.

V. CONCLUSIÓN Y REFLEXIONES FINALES

Costa Rica cuenta con un robusto ordenamiento jurídico en materia ambiental que brinda la oportunidad de implementar medidas de gestión basadas en áreas para garantizar la protección de ecosistemas marinos vulnerables de profundidad. Las áreas marinas protegidas (AMPs) son una figura que permite elevar la importancia que tiene un determinado ecosistema para la biodiversidad marina mediante la puesta en marcha de instrumentos que garantizan su conservación y uso sostenible de los recursos a largo plazo.

Partiendo de los hallazgos científicos de la expedición *Octopus Odyssey* en la cual se determinan sitios clave de montículos submarinos y filtraciones hidrotermales asociados a agregaciones de especies cuyas características de reproducción y crecimiento las vuelven altamente vulnerables y potencialmente endémicas al sitio que se encuentran, resulta esencial para el país tomar acciones que aseguren la conservación de esta biodiversidad marina, como puede ser a través del establecimiento de áreas marinas protegidas de profundidad. Independientemente de la categoría de manejo que se pudiera definir y los usos que esta permitiese, la creación de una AMP de profundidad posicionaría a Costa Rica como uno de los pocos países en tomar acciones de conservación específicamente dirigidas a estos ambientes, reforzando el discurso y posición que se ha mantenido a nivel internacional.

La sociedad en general y las personas en la toma de decisiones respecto al patrimonio que yace en el océano, no cuentan comúnmente con el conocimiento técnico que recaban los científicos, por lo que es necesario productos de comunicación diseñados para optimizar la facilidad de transmisión de ese conocimiento, sin perder rigurosidad. En este contexto, las estrategias de comunicación efectivas resultan necesarias para transmitir datos y conceptos complejos, a una sociedad que está recargada de información, pero que debe ser capaz de emitir criterios informados, facilitados por los mismos representantes

gubernamentales, en su afán de accionar en buena fe de las labores diplomática y garantizando la transparencia en la toma de decisiones. Si la sociedad no cuenta con la información del recurso que les pertenece, resulta desafiante hacerles ver lo imperante de hacer una gestión sostenible de un sistema que cuenta con sus capacidades de carga y umbrales de impacto, muchos aún sin definir.

Este manuscrito busca ser una referencia para comprender la importancia de la exploración e investigación en el océano profundo en Costa Rica y su traducción en la implementación de políticas públicas ambientales a largo plazo que beneficien a la humanidad y al ecosistema marino en su conjunto. Adicionalmente, busca inspirar a líderes de estado, diplomáticos y al público general, al resaltar cómo Costa Rica puede abrir camino hacia la sostenibilidad oceánica global mediante una combinación de investigación, políticas y diplomacia, y cómo esta visión puede ser aplicada a nivel mundial.

AGRADECIMIENTOS Y PERMISOS

Este trabajo fue posible gracias al apoyo del Schmidt Ocean Institute y todo el personal del RV *Falkor (too)*. Se otorgó permiso para llevar a cabo esta investigación en las aguas de Costa Rica mediante consentimiento diplomático del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Costa Rica a la Embajada de Estados Unidos (DNS-2023-0126). Esta investigación básica se realizó con permiso para acceder a elementos genéticos y bioquímicos, así como a recursos de biodiversidad o conocimientos tradicionales asociados, otorgados por la Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad (CONAGEBIO) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) de Costa Rica (Permiso R-026-2023-OT-CONAGEBIO para el Dr. Jorge Cortés-Núñez). También agradecemos el consentimiento informado previo del ministro de Pesca y Acuicultura, Sr. Heiner Méndez Barrientos, del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA). El tiempo de embarque para esta expedición fue proporcionado por el Schmidt Ocean Institute. La financiación de terceros para la participación del equipo científico en esta expedición provino de diversas fuentes, incluyendo la red Crustal Ocean Biosphere Research Accelerator (COBRA) financiada por la Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (OISE-2114593), financiamiento discrecional del Laboratorio Bigelow para Ciencias del Océano y el apoyo de las universidades públicas de Costa Rica. El equipo científico agradece a Miguel Semedo, Esteban Herrera Herrera y Nathalie Swain-Diaz por su asistencia a bordo del barco.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los resultados de esta expedición, información del equipo científico y detalles de interés están disponibles en la página web de la expedición: schmidtocean.org/cruise/octopus-odyssey y los datos estarán disponibles para descarga y consulta en la página web bco-dmo.org/program/856233

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aprill, A. (2017). Marine animal microbiomes: toward understanding host–microbiome interactions in a changing ocean. *Frontiers in Marine Science*, 4, 222.
- Bell, K. L. C., Quinzin, M. C., Amon, D., Poulton, S., Hope, A., Sarti, O., Cañete, T., Smith, A., Baldwin, H., Lira, D., Cambronero-Solano, S., Chung, T.R. & Brady, B. (2023). Exposing inequities in deep-sea

- exploration and research: results of the 2022 Global Deep-Sea Capacity Assessment. *Frontiers in Marine Science*.
- CBD, Report of the Eastern Tropical and Temperate Pacific Region Workshop to Facilitate the Description of Ecologically or Biologically Significant Areas. UNEP/ CBD/RW/EBSA/ETTP/1/4, Galapagos Islands, Ecuador, 28-31 August 2012. <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/ebsa-ettp-01/official/ebsa-ettp-01-04-en.pdf> (consultado el 20 de Septiembre 2023), 2013.
- Cortés, J. 2009. A history of marine biodiversity scientific research in Costa Rica. Chapter II, pp. 47-80. In: I.S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Monographiae Biologicae*, Volume 86. Springer + Business Media B.V., Dordrecht.
- Fisher, A. T., Stein, C. A., Harris, R. N., Wang, K., Silver, E. A., Pfender, M., Hutnak, M., Cherkaoui, A., Bodzin, R., & Villinger, H. (2003). Abrupt thermal transition reveals hydrothermal boundary and role of seamounts within the Cocos Plate. *Geophysical Research Letters*, 30(11), 2–5. <https://doi.org/10.1029/2002GL016766>
- Hartwell, A. M., Voight, J. R., & Wheat, C. G. (2018). Clusters of deep-sea egg-brooding octopods associated with warm fluid discharge: An ill-fated fragment of a larger, discrete population? *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 135, 1-8.
- Iehata, S., Valenzuela, F., & Riquelme, C. (2016). Evaluation of relationship between Chilean octopus (*Octopus mimus* Gould, 1852) egg health condition and the egg bacterial community. *Aquaculture Research*, 47(2), 649-659.
- IATTC (Inter-American Tropical Tuna Commission). (2003). Convention for the strengthening of the Inter-American Tropical Tuna Commission established by the 1949 Convention between the United States of America and the Republic of Costa Rica (“Antigua Convention”).
- Johnson, D. E., Salazar, E. R., Gallagher, A., Rees, A., Rodriguez, C. S., Cambronero-Solano, S., Rojas, G. & Froján, C. B. (2018). Preventing plastics pervading an oceanic oasis: building the case for the Costa Rica Thermal Dome to become a World Heritage site in ABNJ. *Marine Policy*, 96, 235-242.
- Lauer, R. M., Fisher, A. T., & Winslow, D. M. (2018). Three-dimensional models of hydrothermal circulation through a seamount network on fast-spreading crust. *Earth and Planetary Science Letters*, 501, 138-151.
- Lutz, H. L., Ramírez-Puebla, S. T., Abbo, L., Durand, A., Schlundt, C., Gottel, N. R., ... & Mark Welch, J. L. (2019). A simple microbiome in the European common cuttlefish, *Sepia officinalis*. *Msystems*, 4(4), 10-1128.
- Salinas-de-León, P., Phillips, B., Ebert, D., Shivji, M., Cerutti-Pereyra, F., Ruck, C., ... & Marsh, L. (2018). Deep-sea hydrothermal vents as natural egg-case incubators at the Galapagos Rift. *Scientific reports*, 8(1), 1788.
- Spalding, A. K., Grorud-Colvert, K., Allison, E. H., Amon, D. J., Collin, R., de Vos, A., ... & Thurber, R. V. (2023). Engaging the tropical majority to make ocean governance and science more equitable and effective. *npj Ocean Sustainability*, 2(1), 8.

- Teo, J. (2023). Ocean materialities and the ontologies of ocean conservation in Areas Beyond National Jurisdiction: The Costa Rica Thermal Dome. *Marine Policy*, 153, 105646.
- UN, Draft agreement under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction. Intergovernmental conference on an international legally binding instrument under the United Nations Convention on the Law of the Sea on the conservation and sustainable use of marine biological diversity of areas beyond national jurisdiction. New York, United States of America, 20 February - 3 March. https://www.un.org/bbnj/sites/www.un.org/bbnj/files/draft_agreement_advanced_unedited_for_posting_v1.pdf (consultado el 20 de Septiembre 2023), 2023
- Wheat, C. G., & Fisher, A. T. (2008). Massive, low-temperature hydrothermal flow from a basaltic outcrop on 23 Ma seafloor of the Cocos Plate: Chemical constraints and implications. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 9(12).
- Wheat, C. G., Hartwell, A. M., McManus, J., Fisher, A. T., Orcutt, B. N., Schlicht, L. E., ... & Bach, W. (2019). Geology and fluid discharge at Dorado Outcrop, a low temperature ridge-flank hydrothermal system. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 20(1), 487-504.

CONTRIBUTIONS OF THE ACADEMY FOR A BETTER UNDERSTANDING OF THE OCEANS IN COSTA RICA

Morales-Ramírez^{1,2}, Álvaro, Eddy Gómez-Ramírez^{1,3},
Eric Alfaro -Martínez^{1,4,5}, Hugo G. Hidalgo^{4,5}
Karol Ulate-Naranjo⁶, Maria Arias-Andres⁷,
Fresia Rojas-Villalobos¹, Jimena Samper-Villarreal¹
& Ingo S. Wehrtmann^{1,2,8} (11)

Resumen

El lanzamiento de la Década de los Océanos en el año 2017 estableció nuevas visiones entre la ciencia y política, para fortalecer la investigación y la gestión de los océanos y las costas. Con un 92% de superficie marina, Costa Rica es una nación de mar, que posee una gran diversidad marina, y que realiza esfuerzos para conocer mejor sus recursos costeros y marinos. En los últimos 20 años, se han desarrollado políticas para promover la gestión integrada de nuestras zonas costeras y la creación de áreas marinas protegidas. Mediante la investigación de las universidades públicas, conocemos mejor, aunque de manera incompleta, cómo se encuentran nuestros recursos pesqueros y acuicultura, los impactos de la contaminación marina y sus efectos sobre organismos y ecosistemas, los impactos del cambio climático, así como los esfuerzos para impulsar la conservación marina y la restauración de los ecosistemas marino-costeros y sus servicios. Del análisis de estas áreas de estudios, es evidente, que existen vacíos de información que deben ser abordados para generar más información científica que permita la toma de decisiones adecuadas y basadas en la ciencia, con el objeto de mejorar las políticas públicas relacionadas a las zonas costeras, sus recursos, los servicios ecosistémicos, la gestión de las numerosas fuentes de contaminación continental que llegan a la costa y la adaptación al cambio climático.

11 ¹Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, (CIMAR), Universidad de Costa Rica

²Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica

³Escuela de Química, Universidad de Costa Rica

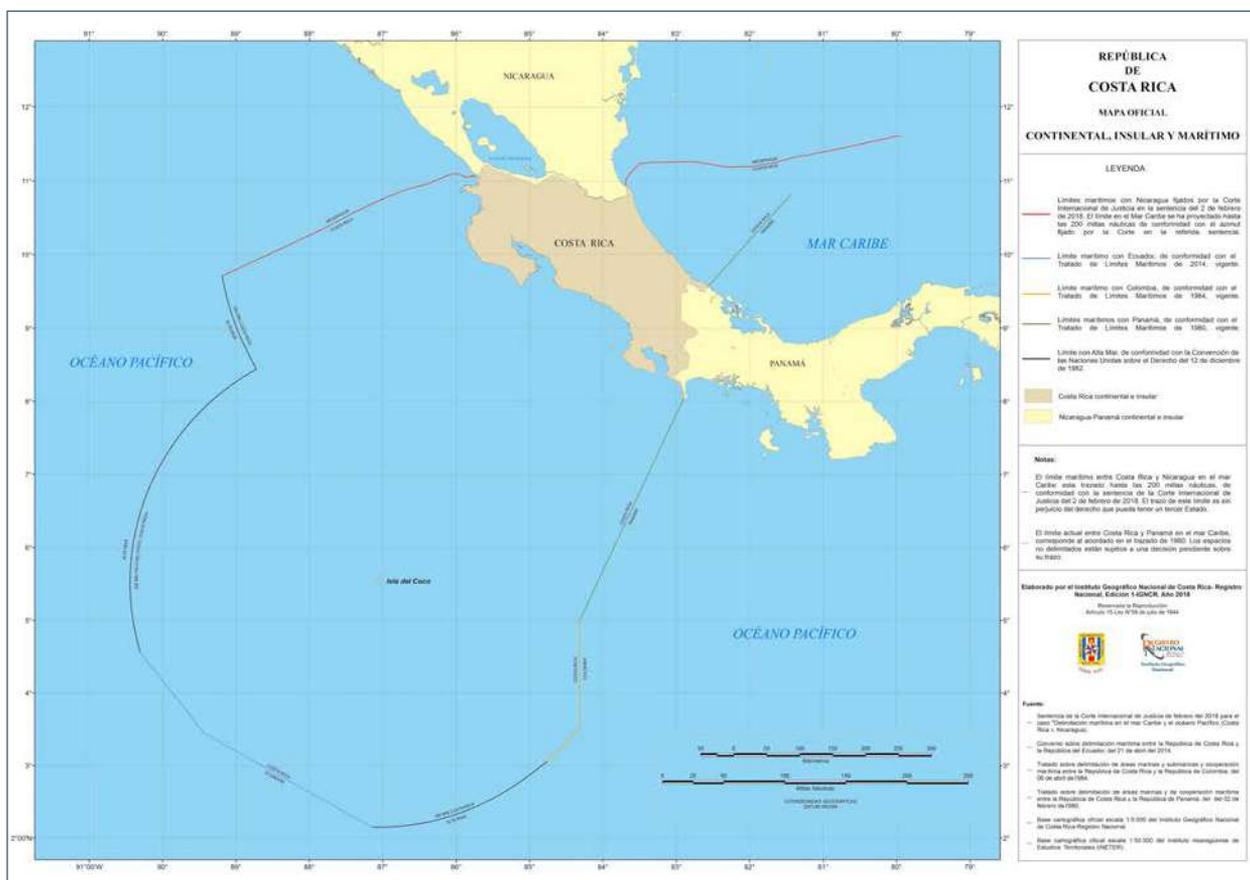
⁴Centro de Investigación Geofísicas, (CIGEFI), Universidad de Costa Rica

⁵Escuela de Física, Universidad de Costa Rica

⁶Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional

⁷Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), Universidad Nacional

⁸Centro de Investigación en Biodiversidad y Ecología Tropical (CIBET), Universidad de Costa Rica



1. INTRODUCTION

The ocean covers more than 70% of the Earth's surface. Of this vast area, more than 80% consists of depths greater than 2,000 m. Throughout human history, the oceans have been a means of transportation, recreation, food, oil and mineral extraction, and more recently, a source of substances of medical value. However, many parts of oceanic waters suffer from some type of pollution. The degradation of marine and coastal habitats is notorious, with a significant loss of marine diversity. There has also been marked contamination from solid waste and fishing nets, which have formed large "islands" of plastic in the ocean gyres with an enormous impact on marine life (NOAA, 2020). On the other hand, climate change is causing gradual but very significant changes in the acidity of oceanic waters, with serious economic and environmental consequences. Also linked to climate change, the increase in sea level due to warming of the waters, along with other factors such extraordinary tides and waves, extraordinary waves, and El Niño-Southern Oscillation, have caused significant coastal erosion, loss of mangrove forests, and coral reef bleaching. In response to this situation, June 8th was declared as World Oceans Day by the United Nations in 2008, highlighting that the ocean is not just another resource, but it is the resource that makes all other resources possible. Likewise, the United Nations declared the Decade of Ocean Science for Sustainable Development 2021-2031 (<https://oceandecade.org/es/>) on December 2017, with the aim of establishing a common framework to support the scientific understanding needed for the sustainable development of the world's oceans. The Ocean Decade also supports the efforts of countries to achieve

the sustainable development goals (SDGs) of the 2030 Agenda for Sustainable Development, in particular SDG 14 on health and life in the oceans.

Located on the frontier between the Caribbean Sea and the Pacific Ocean, Costa Rica is undoubtedly a “blue” nation (Fig. 1). The total area of this “small” country in Central America is composed of only 8% landmass while 92% of its total surface is marine. Costa Rica’s marine areas are highly diverse, serving as a home to 3.5% of the world’s marine biodiversity (Wehrtmann & Cortes, 2009). The largest mountain range in the country is the Coco Submarine Volcanic Range, which extends 780 km submerged in the Pacific Ocean and includes a key island for the country, Isla del Coco. About 60% of Costa Rica’s oceans are deeper than 2000m, of which only a small portion have been explored, offering enormous opportunities for scientific studies through international collaborations (Cortés & Cambroner, this volume). Costa Rica has a wide variety of marine and coastal habitats (Nielsen & Quesada, 2006; Cortés, 2016 a,b). However, many of these habitats are degraded and overexploited, contaminated by (micro-) plastics, emerging contaminants, organic matter, and trace metals (see below: Marine Pollution) (Ambientico, 2013). In addition, overfishing of many marine resources is a problem and despite of this situation there are constant efforts by the Costa Rican Government to continue bottom-trawl fishing, which has been virtually banned in Costa Rica since 2013.

Despite these challenges, Costa Rica has produced a wealth of scientific information about its oceans, mostly generated by public universities. Here, we present a brief overview of key efforts by academics thus far towards understanding marine habitats and resources in Costa Rica.

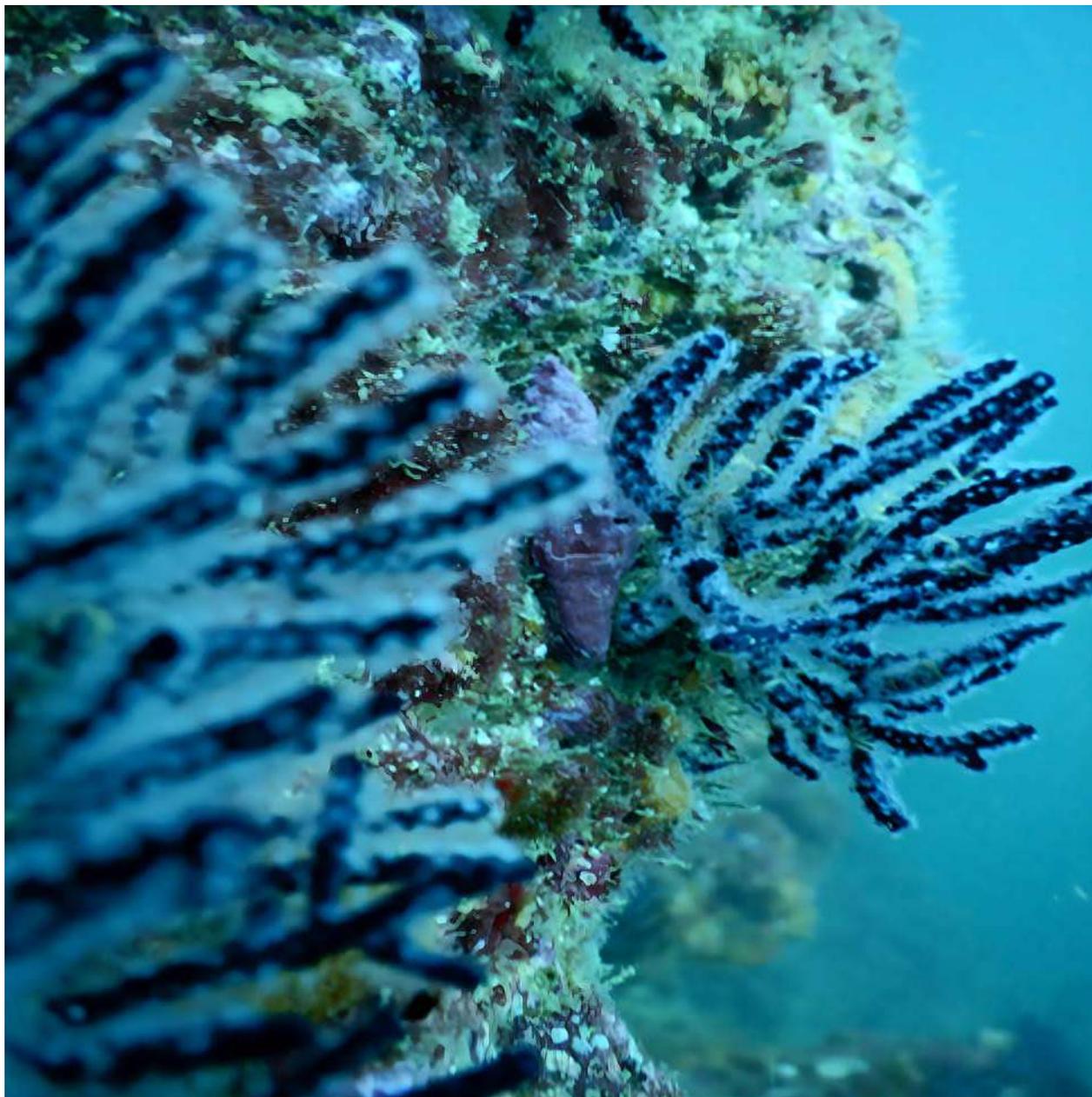
2. INTEGRATED COASTAL MANAGEMENT

During the United Nations Conference on Environment and Development, 175 countries adopted the Agenda 21 by consensus. This Agenda provides guidance on the various aspects of positive human interaction with the environment (Olsen *et al.*, 1995), and its Chapter 17 addressed the international call for an integrated coastal management approach. Integrated Coastal Management (ICM) has been considered worldwide as an appropriate approach to implement comprehensive programs for the protection or development of coastal regions (Cuadrado-Quesada *et al.*, 2018). Costa Rica has been highlighted as the first developing country to initiate an ICM program (Sorensen, 1990, 2000), linked to the creation of the Maritime-Terrestrial Zone Law at the end of the 1970s (Decree No. 6043, March 2, 1977). This Law established that the maritime terrestrial zone (ZMT) corresponds to the 200 m horizontal strip inland of the high tide line or the upper limit of estuarine or coastal wetlands (i.e. mangroves) and is of a public nature belonging to the State. Academic efforts in integrated management of its coastal zones began in 1993 with the seminar “Integrated Management of Coastal Zones in Central America”, organized by the University of Costa Rica (UCR). This seminar included the participation of several researchers from European and North American universities and concluded the need for the region to develop human resources trained in ICM. In 1997, the UCR joined the ALFA-COSTA International Network (ALFA Program of the European Union), coordinated by the University of Bremen, Germany, from which the Postgraduate Program in Integrated Management of Tropical Coastal Areas (GIACT) at the UCR was born. Also, the GIACT started in

2002 at the UCR within the framework of a second international Network: the ALFA-GIACT. On the other hand, during the first half of the 2000s, the Costa Rican government, public universities and various non-governmental organizations (NGOs) came together and prepared the National Strategy for Integrated Management of Marine-Coastal Resources (CZEE, 2008), which was evaluated very positively by Caviades (2011). At the beginning of the second decade of the 21 century, the academy was part of another important effort in Costa Rica to generate the first National Policy for the Sea, which included the vision of governance and ICM. In addition, a presidential commission issued a report on marine governance and highlighted the importance of Costa Rica working more on this aspect to improve its public policies related to its coasts and resources. In 2009, the UCR, the National University (UNA) and the Ministry of the Environment (MINAE) joined the Iberoamerican Network for ICM (IBERMAR), which worked on diagnoses and proposals regarding the 10 principles of the decalogue of the GIAL group of the University of Cádiz, Spain (Morales-Ramírez *et al.*, 2009, 2011). Similarly, both the UCR and the UNA, together with the MINAE and the French cooperation, formed part of the Cousteau Observatory for the Coasts and Seas of Central America (OCCA), which defined key action areas, including integrated environmental management (Quirós *et al.*, 2017). Positive experiences with integrated coastal management processes have been carried out in different areas of Costa Rica including in the northern Pacific coast (Sánchez *et al.*, 2014), at Cabo Blanco in the central Pacific (Morales-Ramírez *et al.*, 2014), and in the southern Pacific (Silva & Carrillo, 2004). A review of the progress of these initiatives in the country has been detailed in Samper-Villarreal *et al.* (2020). Despite strengths such as the existence of national strategies, policies, instruments for ICM, and, the existence of a Vice Ministry of Waters, Seas, Coasts and Wetlands for a limited time (Morales-Ramírez & Mora, 2015), as well as the existence of postgraduate programs in public universities on ICM, Costa Rica still needs to strengthen its public policy with concrete application of ICM principles (Morales-Ramírez, 2013). In particular, Costa Rica's coastal zones are characterized by the lowest human development indices (Atlas Desarrollo Humano Cantonal, 2021). In a comprehensive analysis of ICM in Latin America and the Caribbean, Barragan (2020) placed again Costa Rica as a country in transition on its path to development of the ICM, a condition that has not changed between 2001 and 2019. Recently, the UCR took over the general coordination of the IBERMAR network and will organize the IV Ibero-American Congress of Integrated Coastal Zone Management in 2027, which will take place in Costa Rica.

3. MARINE CONSERVATION

Costa Rica is a country that is globally respected for its natural resource and habitat conservation initiatives. The National System of Protected Areas (Sistema Nacional de Áreas de Conservación - SINAC), as part of the MINAE, is a robust and autonomous governmental institution that was conceived and designed to manage protected areas, as well as to promote the development of the regional economy and culture (CIZEE-CR, 2008). The first protected wilderness area that included a marine surface in Costa Rica was the Cabo Blanco Absolute Natural Reserve created in 1963, being a pioneer in the Central American region. Currently, Costa Rica has reached the global goal of protecting 30% of its national waters, thanks to the National Statute No. 43368-MINAE published in 2022.



Octocorales Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco, Pacífico de Costa Rica.
Foto cortesía Karol Ulate

Currently, Costa Rica has 13 marine protected areas, of which four are no-take zones and the remaining areas have a management plan that allows the use of marine resources under controlled conditions. However, the country does not have sufficient financial support to enforce its conservation initiatives in full and is believed that there are many illegal activities around and within these areas (López-Garro *et al.*, 2016; Sánchez-Jiménez *et al.*, 2014). The impact of these illegal activities on the organisms that inhabit these areas is unknown. SINAC and public universities have formed alliances to create monitoring protocols to assess the impacts of illegal activities on these marine ecosystems.

A key turning point was reached in 2016 with the formalization at the national level of various ecological monitoring protocols focused on marine coastal ecosystems, with the aim of obtaining robust and comparable information over time and between protected areas. This work was supported by local academics and covered ecosystems such as sandy beaches, rocky beaches, coral reefs, and marine organisms such as cetaceans and sea turtles. In subsequent years, the academic sector supported the training of park rangers, who oversaw the field monitoring efforts in some areas. In later years, the academic sector identified other priority ecosystems and organisms to be assessed and proposed applicable methodologies in mangroves, rocky reefs, and pelagic fish. Each of these new methodological techniques was evaluated by experts at the national level, and a major effort was made by the universities to train government personnel, not only in field implementation, but also in data processing and their interpretation.

This monitoring capacity building of SINAC staff is motivated by the scientific community and the ultimate goal of these monitoring protocols is to have scientifically valid data that can provide insight into condition of the habitat and population. This will ultimately allow science-based decision-making options for local and national conservation decision makers. In Costa Rica's marine and coastal areas, there are unique management models within the Central American region, where local communities, NGOs, tourism companies, and the fishing sector, as well as scientific representatives from state universities can actively participate in the decision-making process. These management structures, created by law, aim to give ownership and active participation to those directly involved in these areas, in order to motivate the conservation of marine resources (Ley de Biodiversidad No.7788, 1998).

4. CLIMATE CHANGE

Temperature increase and ocean acidification

According to Castellanos *et al.* (2022), there is “high confidence” that ocean and coastal ecosystems in Central America, such as coral reefs, estuaries, mangroves, and sandy beaches, are highly sensitive and negatively affected by climate change, especially in relation to global and regional increases in surface sea and air temperature (e.g., Almazroui *et al.*, 2021) and ocean acidification. Ocean acidification in particular has led to the creation of a regional network to better understand its impacts and management¹². Some of these impacts include a reduction in coral abundance and an increase in the number of coral bleaching events. Impacts may be amplified in conjunction with natural climate variability such as the El Niño-Southern Oscillation or ENSO (e.g., Alvarado *et al.*, 2020). Other impacts include changes in salinity, plankton communities, and ocean and coastal food web structures, loss of vegetated wetlands, and changes in seafloor communities. This highlights that climate change is also affecting activities in the Exclusive Economic Zones of Central America (Castellanos *et al.*, 2022).

12 Red Latinoamericana de Acidificación del Océano: Plan de Gobernanza. Documento Técnico. Primera Edición, 32 pp. October 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.35544.52486

Sea level rise and coastal erosion

Castellanos *et al.* (2022) also reported that there was “high confidence” that sea-level hazard is affecting coastal areas in Central America. In Costa Rica, there have been several studies reporting observed and projected evidence of coastal flooding (e.g. Lizano Araya & Lizano Rodríguez, 2022; Pérez-Briceño & Lizano Rodríguez, 2021). Coastal flooding affects Costa Rica’s coastal infrastructure, protected areas, agricultural land, and leads to saltwater intrusion into freshwater sources for human and animal consumption. In addition, important socio-economic activities, such as the import and export of goods, and national and international tourism, will be affected by coastal flooding. Furthermore, most of the coastal areas in Costa Rica are among the least developed socioeconomically¹³, thereby increasing the vulnerability and exposure. The risks these communities are under have been related to key issues, including water insecurity, systemic risks of surpassing infrastructure and public service systems, coral reef ecosystem degradation due to coral bleaching and coastal socio-ecological systems will be affected due to sea level rise, storm surges, and coastal erosion (Castellanos *et al.*, 2022).

Tropical cyclones

The evidence for the role of human influence on changes in the frequency of occurrence and intensity of tropical cyclones (including tropical storms and hurricanes) has been further strengthened in the latest report from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), published this year, compared with the previous report in 2014. There is “high confidence” that heavy rainfall and an increased proportion of strong winds in tropical cyclones associated with climate change will cause flooding in many regions, including coastal areas and low-lying cities (“medium to high confidence”). The proportion of major (category 3–5 hurricanes) tropical cyclones is likely to have increased over the last four decades (IPCC, 2023).

For Central America, especially the coastal areas of Nicaragua and Costa Rica, it is alarming that since 2016 at least six tropical storms have passed near or impacted the coast: Otto (21-26 November 2016), Eta (31 October to 14 November 2020), Iota (13-18 November 2020), Bonnie (1-9 July 2022), and Julia (7-10 October 2022). These storms had considerable negative impact on communities around Costa Rica. The occurrence of major hurricanes near Central American coasts shows an increasing trend (although not yet significant) from 1970 to 2021 (Martínez *et al.*, 2023). This potentially indicates changes in climate that may have altered the trajectories of storms in recent decades leading to higher flood risks in our coastal regions.

Inland extreme sediment transport to sea

At the global level, there are many studies that suggest a future increase of flooding in the Central American region due to climate change. In Costa Rica, recent work using a pessimistic greenhouse gas concentration scenario associated with climate change showed projected significant future (mid-century) increases in the design stream flows of hydraulic structures in most of the hydrological basins of the Pacific slope (Hidalgo *et al.* 2023). This increase in the frequency of extreme floods could arguably result in

13 <https://www.undp.org/es/costa-rica/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal>; <https://www.mideplan.go.cr/indice-desarrollo-social>

increased sediment loads to the estuaries and coastal areas, but to our knowledge, the magnitude of this potential impact has not been assessed yet.

Increased aridity

Climatological aridity is a condition that can be related to the balance between precipitation (water supply) and potential evapotranspiration (*PET* or water demand from the atmosphere). Any change in either of these variables can cause increases or decreases in aridity. Note that since *PET* is related to temperature, as temperature increases (for example, due to global warming), the demand for water from the atmosphere increases, and therefore, aridity will increase, unless there is a compensating increase in associated water supply with an increase in precipitation. Increased aridity is associated with drier soils, which adversely affects vegetation (crops and natural), water resource availability for human and environmental systems, increased wildfire risk, higher erosion potential, and other related impacts.

The warmest climatological average temperatures found in Costa Rica are recorded in its coastal areas (Hidalgo *et al.*, 2017). In particular, the lowlands of the Pacific northwest region of the Guanacaste province, which also recorded the lowest national annual rainfall. For this reason, Guanacaste is the area with the greatest relative climatological aridity in the country. The aridity conditions of Guanacaste make it part of the Central American Dry Corridor, a region of generally drier conditions with a well-defined dry season (Quesada-Hernández *et al.*, 2019). The coastal regions of Guanacaste will experience significant increases in temperature along with decreases in precipitation and modeled annual stream flow by the end of the century (Moreno *et al.*, 2019; Hidalgo *et al.*, 2021). Other studies have shown that future large-scale climate features in the surrounding oceans would increase the likelihood of more frequent, severe, and sustained droughts in the future (Pascale *et al.*, 2021).

5. FISHERIES AND AQUACULTURE

Shrimp bottom-trawl fisheries

There is a relatively large body of literature on shrimp bottom-trawl fisheries produced by various Costa Rican institutions. During the initial phase of trawling in Costa Rica (see Álvarez & Ross, 2010), some scattered reports were made available by government agencies in the 1970s, followed by studies conducted by scientists from the Universidad de Costa Rica and the Universidad Nacional. This early research period included studies analyzing the discarded bycatch in commercial shrimp fisheries in the Golfo de Nicoya and Golfo de Papagayo (Campos, 1983, 1986). There were also studies on the *Penaeus stylirostris* (“camarón blanco”) shrimp fishery in the Golfo de Nicoya (Palacios *et al.*, 1996). The first stock assessment of *P. stylirostris* was also done for the Golfo de Nicoya (Tabash & Palacios, 1996). Overall, there have been several published contributions by academic institutions to support our understanding of the ecology of commercially exploited shrimp species (e.g., Alfaro *et al.*, 1993; Palacios *et al.*, 1993; Palacios Villegas & Vargas Barquero, 2000) and about the shrimp bottom-trawl fishery along the Pacific coast (e.g., Tabash Blanco, 2007). Due to declining catches of shallow-water shrimp and a shift to fishing in deeper waters, a more recent focus of fishery research has been on the deep-water shrimp fishery in Costa Rica (for review

see Wehrtmann & Nielsen-Muñoz, 2009; Wehrtmann *et al.*, 2012). Important information about decapods associated with this fishery has been made available by Wehrtmann & Echeverría-Sáenz (2007), while Arana *et al.* (2013) compared the bycatch associated to the fishery of two deep-water shrimp species in Chile and Costa Rica. This study concluded that species diversity was considerably higher in Costa Rica and that 5.7 kg of bycatch were caught per kg of shrimp in Costa Rica compared to only 1.1 kg in Chile on average. Currently, the government fishing institute (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - INCOPECA) is conducting a new study on the deep-water shrimp trawl fishery along the Pacific coast of Costa Rica.



Collaboration of students, invited researcher from Brazil and the crew members of the commercial shrimp trawler “Onuva” as part of a Public-Private-Partnership Project lead by the Unidad de Investigación Pesquera y Acuicultura (UNIP) of the Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica (Credit: Ingo Wehrtmann).

Mollusks

Mollusks are another example of the importance of research carried out by public universities in Costa Rica. Over the years, numerous studies have been carried out on these organisms, which include several commercially important species. The focus of these studies has varied considerably, from bacteriological

studies to the use of a hydrocarbon contamination index, from the evaluation of different sampling methods for the “chucheca” (*Grandiarca grandis*) and “piangüa” (*Anadara tuberculosa*) to population and distribution studies, including ecological characteristics and their conservation and management (see Appendix for additional references). Another study on the fishery potential of “piangüas” concluded that conservation measures are urgently needed to avoid local extinction, as happened to the formerly abundant and larger sister species the “chucheca” (Stern-Pirlot & Wolff, 2006). Moreover, the results of some of these studies served as input for the 2018-2023 management plan of “piangüas” (*A. tuberculosa* and *Anadara similis*) in the mangroves of Bahía Golfito, on the southern Pacific coast of Costa Rica (SINAC-ACOSA, 2018).

Sharks

Our knowledge of sharks in Costa Rican waters has been shaped by studies led by scientists from public universities in the country with important contributions from researchers from national and regional non-governmental organizations (NGOs), often in collaboration with national park rangers (e.g., Zanella *et al.*, 2016). Research has focused on four geographic regions: (1) Isla del Coco; (2) coastal areas of the northern Pacific; (3) Golfo Dulce and coastal areas of the southern Pacific; and (4) seamounts connecting the offshore island Isla del Coco with the Galapagos Islands (see Appendix for additional references). Important information on the vulnerability of sharks and other elasmobranchs to bottom trawl fishery in Costa Rica has been provided by studies conducted by the UCR (Clarke *et al.*, 2016, 2018), while several studies have analyzed shark catches in various artisanal fisheries along the Pacific coast of Costa Rica (López-Garro *et al.*, 2009; Zanella *et al.*, 2009), including in Golfo Dulce (López-Garro & Zanella, 2015, Zanella & López-Garro, 2015). The results of these and other studies have provided valuable input to management and conservation issues. An evaluation of the available information of chondrichthyan fishes (sharks, rays, and chimaeras) in Costa Rica was carried out to identify knowledge gaps, to discuss fishery-related threats, and to highlight management challenges and research needs (Espinoza *et al.*, 2018). It is also important to note that current research on these threatened species in Costa Rica is conducted using non-lethal methods and is based on acoustic telemetry (Zanella *et al.*, 2019; Matley *et al.*, 2022) and baited remote underwater video – BRUVs (Cambra *et al.*, 2021). Finally, international collaborations of Costa Rican researchers from the UCR allowed for a better understanding of the feeding ecology of common demersal elasmobranch species using modern techniques such as stable isotope analysis (Espinoza *et al.*, 2015).

Artisanal fisheries in the Golfo de Nicoya

The Golfo de Nicoya is one of the most important areas for small-scale artisanal fishing in Costa Rica (Castro-Campos & Jiménez-Ramón, 2021). The UNA has conducted most of the studies on biological aspects of the species targeted by artisanal fishers in the Golfo de Nicoya. Although not the only species of commercial interest, the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) has received the most attention, including studies on its reproductive biology, growth, feeding habits, and key aspects of its fishery biology, among others (see Appendix for additional references). “Corvinas” (*Cynoscion* spp.; Sciaenidae) are another group of fishes commercially exploited by artisanal fishers. Their size at maturity has been reported for the Golfo de Nicoya, which is crucial information for the proper management of these resources (Campos, 1992). More recent studies on commercially important fishery stocks in the area include the stock assessment of the genus *Opisthonema* as part of sardine fishery (Corrales, 2010), species composition and sizes in bottom

line fishery (Villarreal-Bogarín, 2001), fish abundance and diversity (Bartels *et al.*, 2016), identification of ecosystem services in communities (Umaña-Blanco & Arroyo-Zeledón, 2021), species identification through analysis of mitochondrial DNA sequences (Umaña-Castro *et al.*, 2021).

Likewise, the Golfo de Nicoya has also received special attention from researchers at public universities as it is one of the most important areas of employment opportunities for coastal communities. These efforts have led to the publication of information on stock assessments (Corrales, 2010), the current state of fisheries (Vega Corrales *et al.*, 2013), species composition and sizes in bottom line fishing (Villarreal-Bogarín, 2001), fish abundance and diversity (León, 1973; Bartels *et al.*, 2016), species biology (Rojas, 1997b; Vásquez-Arias 1999), identification of ecosystem services in communities (Umaña-Blanco & Arroyo-Zeledón, 2021), species identification (Peterson, 1956; Umaña-Castro *et al.*, 2021).

Other fisheries

Other important contributions of the public universities to fishery resources in Costa Rica are related to the blue crab fishery. In the 1980s and 1990s, the UCR published several papers on the biology and ecology of “jaibas” *Callinectes arcuatus* (e.g., DeVries *et al.*, 1983; Dittel *et al.*, 1985, Dittel, 1993). As part of a collaboration between the Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) of the UCR and the Leibniz Centre for Tropical Marine Research of the University of Bremen, Germany, the blue crab fishery in the Golfo de Nicoya was evaluated, concluding that the maximum effort of 1600 traps recommended by the Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), is unlikely to be sustainable for the crab population (Fischer & Wolff, (2006).

Finally, another valuable contribution of public universities to the management of artisanal fisheries was provided by (Bystrom *et al.* (2017). These authors used socio-ecological perceptions of the fishers in Bejuco, on the Pacific coast of Costa Rica, as well as seven years of catch data of spotted rose snappers (*Lutjanus guttatus*) to evaluate the performance of these fisheries. Based on the results obtained, the authors were able to develop a series of useful management recommendations.

Aquaculture

Research on marine aquaculture in Costa Rica has focused mainly on three groups: fish, bivalves, and shrimps. The species that have received the most attention are the shrimps *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* and *L. occidentalis*. At the beginning of the 21st century, efforts were focused on understanding the reproductive biology of shrimp (see reference link for relevant publications). In addition, and thanks to the results of studies carried out by the Universidad Nacional, it has been possible to define the role of neurotransmitters on the male reproductive mechanism (Alfaro *et al.*, 2007), models of male sexual maturation (Alfaro-Montoya *et al.*, 2017), and locate the gland that controls masculinity in crustaceans (Alfaro-Montoya & Hernández, 2012). One of the main concerns in shrimp farming is infectious diseases, which cause deformities and reduced growth, among other problems. Various studies have focused on these issues (Parajeles Mora *et al.*, 2021, Peña Navarro *et al.* 2020) and analyzed the prevalence of the main

infectious diseases in *L. vannamei* (Peña-Navarro & Varela-Mejías, 2016). Biotechnological advances for mariculture in Costa Rica have been summarized by the Universidad Nacional (Rojas-Alfaro *et al.*, 2017). Finally, public universities conducted several studies to establish the culture of white shrimp *L. vannamei* in floating cages in the Golfo de Nicoya as a productive alternative in responsible fishing areas.

The challenges associated with poverty and overexploitation of resources along the coasts of Costa Rica have led to studies on the mariculture potential of native fish and bivalve species. Since the 1990s, research on seed production, growth (Boza-Abarca *et al.*, 2008), reproduction (Boza-Abarca *et al.*, 2011), feeding (Carvajal-Oses, 2013), and culture of the spotted rose snapper (*L. guttatus*) have provided information on fundamental aspects of its behavior as well as valuable data on its potential for reproduction in captivity and culture (Olivares & Boza-Abarca, 1998; Chacón-Guzmán, 2010, Herrera-Ulloa *et al.*, 2010; Chacón-Guzmán *et al.*, 2021). In 2002, a floating cage culture project was developed to promote sustainable development, equity, and the resilience of the link between social and ecological systems (Herrera-Ulloa *et al.*, 2010). This project was developed by the Parque Marino del Pacífico, an organization of MINAET, with the support of UNA, later joined by INCOPECA (Herrera-Ulloa *et al.*, 2009). An evaluation of the environmental perception of *L. guttatus* juvenile releases as an educational and awareness-raising tool for the conservation of the marine resources in the Golfo de Nicoya concluded that the active participation of the population increases awareness of the conservation of coastal marine resources (Chacón-Guzmán *et al.*, 2019). On the other hand, studies of public universities about bivalve aquaculture have focused mainly on the development of oyster mariculture in the Costa Rican Pacific (Arias *et al.*, 1998-1999; Quesada-Céspedes *et al.*, 2019) and to a lesser extent on other species such as mussels (Ureña-Juárez & Peralta, 2020).

6. RESTORATION OF MARINE-COASTAL ECOSYSTEMS

Climate Change Mitigation – Blue carbon

Mangrove forests and seagrass meadows are habitats that act as sinks for organic carbon, thereby contributing to climate change mitigation (Mcleod *et al.*, 2011). Quantifying the carbon stored in these habitats is based on estimates of their total area, the organic carbon (OC) in their biomass and associated sediment, and their active sequestration rates per year. In Costa Rica, 99% of mangrove forests are located on the Pacific coast (Cortés, 2016). The spatial distribution of mangroves has been assessed at the national level through the National Forest Inventory (REDD/CCAD-GIZ - SINAC, 2015). In February 2023, the national Map of Mangrove Ecosystems 2021 was officially released by the Costa Rican government with an estimated 52,802 ha of mangroves (SINAC & CATIE, 2023). Published studies on the carbon content of Costa Rican mangrove forests have reported 70-225 Mg OC ha⁻¹ stored in mangrove trees (Manrow-Villalobos & Vilchez-Alvarado, 2012; Taylor *et al.*, 2015) and 410-654 Mg OC ha⁻¹ in their associated sediment measured to a total depth of 3 m (Boone Kauffman *et al.*, 2017). The conversion of mangrove forests to shrimp aquaculture ponds in the central Pacific coast of Costa Rica has been shown to cause a drastic loss of carbon in their biomass and sediment (Boone Kauffman *et al.*, 2017). OC sequestration rates in mangroves of Costa Rica have not been reported to

date. The carbon content of sediment from Costa Rican mangroves has also been included in global modeling studies (Ouyang & Lee, 2020; Rovai *et al.*, 2018), while other efforts to quantify OC in Costa Rican mangrove forests have been reported in theses and grey literature (see Appendix for additional references). Mapping of Costa Rican seagrasses has only been conducted by the Universidad de Costa Rica, which reported the spatial distribution of seagrass meadows on the Pacific and Caribbean coasts and an estimated area of 133 ha (Samper-Villarreal *et al.*, 2018). Seagrass meadows in Costa Rica store 0.02-3.7 Mg OC ha⁻¹ in their biomass (Samper-Villarreal *et al.*, 2022) and 160-358 Mg OC ha⁻¹ in their associated sediment standardized to 1 m depth (Samper Villarreal *et al.*, 2020, 2022). The sources of carbon stored in seagrass sediment have been studied at several meadows throughout the country using carbon and nitrogen stable isotopes, with percentage contributions of seagrass carbon ranging from 12% to 51% (Samper-Villarreal *et al.*, 2020, 2020). Studies in Costa Rican meadows have also shown that more OC is stored in their biomass when the meadows are composed of larger species, such as the turtle grass *Thalassia testudinum* (Samper-Villarreal *et al.*, 2022). Other studies on carbon storage in Caribbean meadows revealed that OC stored in biomass and associated sediment increased when seagrasses were protected from excessive grazing by sea turtles, allowing leaves to become longer and wider (Samper Villarreal *et al.*, 2022). An increase of up to 4 cm in relative sediment level was found when meadows were protected from grazing over a 13-month time period (Samper Villarreal *et al.*, 2022). Despite ²¹⁰Pb dating of sediment profiles along the Caribbean coast, the carbon sequestration and sediment accumulation rates in seagrasses have yet to be reported for Costa Rica, due to challenges associated with sediment bioturbation and mixing (Samper-Villarreal *et al.*, 2022).

Ecological Restoration of Coastal Ecosystems

In Costa Rica, a country that is 92% marine, there is a great variety of marine and coastal ecosystems. However, these habitats have been severely degraded, mainly due to anthropogenic pressures. As a country with a history of successful terrestrial reforestation, there has been an increasing focus on marine habitat restoration initiatives in recent years. Coral reef restoration in particular made progress, with a focus on assessing the feasibility of “coral gardening”, a process that involves collecting fragments of living corals and attaching them to various hard structures such as disks or pegs, monitoring their survival rates and growth in “nurseries” using different materials and shapes, carefully “weeding” them by removing the growth of unwanted organisms and protecting them from grazers, and then “planting” them in areas of coral reef degradation once they have grown to a certain size. Studies on the survival of coral fragments of differing sizes, during different seasons and using various structures of different materials and shapes have been conducted on the Pacific coast of Costa Rica at Bahía Culebra and Golfo Dulce (Chomitz *et al.*, 2023b; Combillet *et al.*, 2022; Fabregat-Malé *et al.*, 2023; Vargas Ugalde *et al.*, 2020). There have also been studies on the changes in associated fauna during coral restoration (Chomitz *et al.*, 2023a). Studies have also highlighted the importance of understanding local community perceptions and the socioeconomic context as key components of coral reef restoration efforts (Palou Zúniga *et al.*, 2023; Villalobos-Cubero *et al.*, 2023). Coral reef restoration initiatives have also been developed along the Pacific coast of Costa Rica by NGOs, local associations, and students from local universities (see Appendix for additional references).



Restoration structures type “araña” in Playa Blanca, Bahía Culebra, Pacific coast of Costa Rica, with fragments of the coral *Pocillopora* spp. as part of a research project of the Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica (Credit: Juan José Alvarado).

Mangrove restoration has focused on the Pacific coast, where most of the country’s mangroves are located. Mangrove areas that have been cleared for agriculture, ponds for shrimp aquaculture and salt production, and for coastal development are key sites for restoration projects. An abandoned shrimp pond on the Pacific coast of Costa Rica at an unspecified location was reported to have undergone a hydrological restoration ten years ago, and the results were a 64% increase in total basal area of mangrove species compared to a control site, yet other sites did not show this level of improvement (Lewis *et al.*, 2019). A study in the Golfo de Nicoya, Pacific coast, of mangrove regeneration in shrimp ponds that had been inactive for 1-10 yr and 11-20 years showed slow and unpredictable recolonization and development of mangroves and carbon content in the ponds compared to controls (Cordero-Murillo *et al.*, 2023). This highlights the need for active restoration of hydrological dynamics as part of mangrove restoration initiatives. Carbon stored in mangrove forests has also been known to decrease drastically in Costa Rica (Boone Kauffman *et al.*, 2017), highlighting the benefits of their restoration for climate change mitigation. Many mangrove restoration initiatives in Costa Rica include propagule growth in “nurseries” and planting of seedlings by community associations and NGOs, the government, and student thesis projects (see Appendix for additional references).

Seagrass meadows in Costa Rica have been degraded and disappeared at several sites in Costa Rica and are thus in need for ecological restoration efforts. On the Pacific coast of Costa Rica, seagrass meadows have disappeared from two sites in association with strong storms (Cortés, 2001) and possible nutrient overloading (Samper-Villarreal *et al.*, 2020). In the Caribbean, long-term monitoring has shown a decline in seagrass meadows (Cortés *et al.*, 2010; Loría-Naranjo *et al.*, 2018), similar to other meadows in the Caribbean (van Tussenbroek *et al.*, 2014). The degradation of Caribbean meadows has been linked to excessive grazing by sea turtles (Samper-Villarreal *et al.*, 2022). Despite the degradation of Costa Rican meadows, there is only one seagrass restoration initiative currently underway in Bahía Culebra on the Pacific coast, where a baseline study of current seagrass distribution and environmental conditions is currently underway.

7. MARINE POLLUTION

The government of Costa Rica has made efforts to reduce and manage its solid waste generated by daily activities. The country, however, does not have the infrastructure that allows it to provide adequate waste management (Ministerio de Salud & Ministerio de Ambiente y Energía, 2021). The amount of waste in Costa Rica's territorial seas is unknown (CENIGA, 2020), but it has been estimated that approximately 3,732 tons/day are generated in the country, of which only 3% is recycled or co-processed. Therefore, it can be assumed that a lot of waste ends up in our oceans either accidentally or intentionally. The sectors most affected by marine pollution are tourism and fishing, which account for more than 217,000 jobs, or 9% of Costa Rica's working population. Therefore, the cost of inadequate waste management will have an economic impact not only in these sectors, but also at the national level (Ministerio de Salud & Ministerio de Ambiente y Energía, 2021).

The connectivity of riparian ecosystems directly affects the health of coastal marine ecosystems. Costa Rica has abundant and diverse water resources, which not only support a high biodiversity of organisms, but are also essential for the social and economic well-being of the country. Accelerated industrial and urban development, however, has degraded the quality of the main hydrographic basins of the Greater Metropolitan Area. At the national level, poor solid waste management, mismanagement of land use around watersheds, and unplanned urban development have been identified as the main factors threatening the health status of both terrestrial and marine ecosystems (Rodríguez & Sáenz 2020).

Poor wastewater management is one of the main threats to coastal water quality in Costa Rica (Badilla-Aguilar & Mora-Alvarado, 2019; Laureano-Rosario *et al.*, 2021). The results of studies conducted by Costa Rican researchers from public universities, in collaboration with international colleagues, showed that the presence of fecal coliforms is very common on beaches near population centers (Laureano-Rosario *et al.*, 2021, Montiel Mora & Gómez Ramírez, 2023). Another problem associated with poor wastewater management is the presence of emerging contaminants, which include components of pharmaceutical and personal care products (PPCPs) and antibiotics. Important contributions to these issues have been published by Costa Rican researchers as part of international collaborative projects that detected PPCPs in coastal surface waters collected along the Pacific and Caribbean coasts (Spongberg *et al.*, 2011) and the presence of 70 pharmaceutical compounds in wastewater treatment plants (Ramírez-Morales *et al.*, 2020).

The quantification of PPCPs in coastal waters is rare, in part because there are no regulations regarding their presence in coastal waters, and because the laboratory techniques required for their analysis are usually expensive and sophisticated. However, a profile of substances used in aquaculture in coastal areas need to be included in future monitoring programs. For example, antibiotics of the tetracycline group have been reported to be widely used in shrimp production (de la Cruz *et al.*, 2014), and there are many inconsistencies between labeling and actual concentration in animal feed (including shrimp aquaculture) in Costa Rica (Granados-Chinchilla *et al.*, 2012; Leiva *et al.*, 2019). Antibiotics are of particular concern for human health and aquaculture due to the development of antibiotic resistance in pathogenic bacterial species.

Pesticides can reach coastal ecosystems via rivers that drain agricultural areas, but sampling in marine areas is rare in Costa Rica. Chemical pollution is expected to be relevant to Costa Rican coasts because the country ranks high in the world for pesticide use per hectare, where intensive monocultures occupy slopes where large rivers that drain into the sea transport toxic concentrations of pesticides (Echverría-Sáenz *et al.*, 2021).

Other less studied contaminants are metals. Recently, the concentration of a number of metal elements (Cd, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb Zn and total Hg) in sediment and biota was compared between the northern Caribbean coast, which is more affected by agriculture and port activities, and the southern Caribbean coast for reference (Méndez *et al.*, 2021). Although a tendency towards higher concentrations of metals was found on the northern Caribbean coast, these two coasts did not show differences overall. However, the analysis of biota, including macroalgae and sponges, showed that sediment metals are bioavailable and can be bioaccumulated in these organisms and higher concentrations of Mn were detected compared to previous studies (Méndez *et al.*, 2021). Further research is needed to determine if there is a relationship between the regular aerial application of fungicides and Mn in the Caribbean slopes or if this is the result of natural conditions.

Another source of contamination is microplastics, which are small particles typically created by the fragmentation of larger plastic pieces (Gillibert *et al.*, 2019). This process, however, is not the only source, as there are microplastics created from a primary source, which is mainly used for cleaning products and to improve their abrasive power (Auta *et al.*, 2017). Microplastics are considered a hazardous pollutant of global concern because scientists worldwide have found that they are omnipresent, with pathways of dispersion through the water cycle as well as airborne (Allen *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2021; Surendran *et al.*, 2023). In Costa Rica, research groups from public universities have detected these particles in seawater and sediment (Johnson *et al.*, 2018; Sagot Valverde, 2022), as well as in organisms such as fish and crustaceans, both marine and freshwater, as well as in marine mollusks (Bermúdez-Guzmán *et al.*, 2020; Astorga *et al.*, 2022; Astorga-Peréz *et al.*, 2022; Rojas-Jimenez *et al.*, 2022). The presence of microplastics in Costa Rica is consistent with results from similar studies worldwide for marine environments (see Coyle *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2021). However, it is alarming that these particles have also been detected in aquatic organisms of the remote offshore island Isla de Coco (Astorga *et al.*, 2022). Recently, the national academic sector has studied the effects of this pollutant in aquatic organisms (Guillén-Watson *et al.*, 2023), as well as the implications for the human health of the consumption of microplastics and plasticizers by marine species (Montero *et al.*, 2023).

8. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In the last 20 years, Costa Rica has developed a series of policies that have allowed it to seek, with clear objectives, a development model for its coastal areas, based on the concept of integrated management of its coasts. Efforts must continue to ensure the proper management of marine protected areas. This is why the role of universities has taken on a unique value by getting involved not only in the evaluation of ecosystems and the organisms that inhabit them, but also in supporting government institutions in their decision-making.

As shown by this certainly incomplete overview, the research carried out by the public universities is very important for your understanding of the various aspects related to fisheries and aquaculture in Costa Rica. The national and international networks developed by these universities have been fundamental in the scientific progress of our knowledge of these aquatic resources. However, our knowledge of Costa Rican fisheries and aquaculture resources is far from complete. For example, basic information for management purposes, such as legal catch sizes, is lacking for the majority of commercially important species. In addition, there are no biomass estimates for the main species fished in the country, and there are resource management plans available that include, among other things, on-board monitoring on fishery vessels, estimation and updating of catch quotas, and control of illegal and unregulated fishing.

In the other hand, the high vulnerability to climate impacts and the level of emissions in Central America, forces the need for a greater focus on adaptation measures within existing public policy instruments, strengthening the role of the Climate Change Office (Dirección de Cambio Climático de Costa Rica in Spanish) within the Ministry of the Environment (MINAE in Spanish). There is an urgent call for adaptation action to improve the climate monitoring network of surface and aerial weather stations in the region, including coastal areas. There are significant opportunities to strengthen collaboration in these areas between academic institutions, such as the UCR, and government agencies responsible for systematic Earth observation and meteorological and hydrological monitoring, normally assigned to the National Meteorological and Hydrological Services.

A key to mitigating climate change is knowing the rates of carbon sequestration and sediment accumulation rates. Despite efforts made in seagrass meadows Costa Rica does not know these rates in mangroves and seagrasses, and further funding and focus on research in this area is urgently needed. As marine wetlands, both mangroves and seagrasses have been in Costa Rica since 1992 under the Ramsar Convention on Wetlands. The conservation of mangroves and seagrasses in Costa Rica is also supported by the National Strategy of Blue Carbon and the National Wetlands Policy (2019-2030) recently presented in February 2023, which is currently the United Nations Decade of Ecosystem Restoration (2021-2030). A regional network on mangrove and seagrass restoration (Tropical Restoration Network - TRN), based at the Universidad de Costa Rica, has recently been developed to increase scientific collaboration, exchange of experiences and capacity building on this topic in the region. In particular, mangrove restoration in Costa Rica has been developed through the collaboration of the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), the NGO Conservation International and the Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) of the Costa Rican government. Finally, research on contamination in coastal-marine zones is costly, and additional studies are urgently needed to assess the presence, distribution, and impact of these hazardous contaminants in the environment and for the public health. Antibiotics

must be included in such monitoring because of the development of microbial resistance in humans and aquaculture pathogens. Furthermore, the results of the studies conducted by public universities must have a greater incidence in national policies, since the last two national development plans did not even mention universities as relevant actors when referring to pollution issues (MIDEPLAN, 2014, 2018).

Ver bibliografía exhaustiva en Apéndice al final de la Revista.

HACIA UNA GESTIÓN SISTÉMICA MARINO-COSTERA: EL ENFOQUE DE LA CUENCA AL MAR

Alexander López¹⁴

Resumen	Abstract
<p>El enfoque de la cuenca del mar es una planificación basada en la gestión integrada de los recursos hídricos que toma en cuenta toda la cuenca hidrográfica como una estructura unida a la zona marino-costera y al océano. Todo ello, genera una interdependencia ecosistémica entre las cuencas, los entornos marinos y la promoción de prácticas sostenibles en las actividades humanas. Por muchos años las agendas de gestión ambiental de recursos hídricos y la de gestión marino-costeras y de los océanos estuvieron separadas, como si se tratara de dos mundos distintos, pero claramente la salud de las costas, mares y océano depende de la salud de las cuencas hidrográficas. La implementación del enfoque de la cuenca al mar puede tener una serie de impactos positivos entre ellos puede contribuir a disminuir la contaminación e igualmente impacta el desarrollo económico ya que una cuenca hidrográfica y una zona marino-costera saludable también puede impulsar las industrias del turismo, la agricultura, la silvicultura y la generación de energía, entre otros.</p>	<p>The source-to-sea approach is a planning based on integrated water resources management that considers the entire watershed as a structure linked to the marine-coastal zone and the ocean. All this generates an ecosystem interdependence between watersheds and marine environments, and the promotion of sustainable practices in human activities. For many years, the agendas of freshwater resources and marine-coastal and ocean management were separated, as if they were two different worlds, but clearly the health of coasts, seas and the ocean depend on the health of watersheds. The implementation of the source-to-sea approach can have several positive impacts, among them can help reduce pollution and impacts economic development as a healthy watershed and coastal-marine zone can also boost the industries of tourism, agriculture, forestry, energy generation, among others.</p>
<p>Palabras claves: Cuenca hidrográfica, zona marino-costera, planificación, cambio climático, gestión sistémica</p>	<p>Keywords: Watershed, coastal-zone, planning, climate change, system management</p>

¿QUÉ ES EL ENFOQUE DE LA CUENCA AL MAR?

El salmón para reproducirse migra desde el océano hacia ríos y arroyos para desovar, y luego las crías regresan al océano, el salmón es un ejemplo emblemático de la necesidad de un enfoque de gestión holístico que integre la cuenca hidrográfica con la gestión marino-costera y el océano. Es por ello, que el enfoque de la cuenca al mar es un intento de respuesta frente a esta necesidad, al ser una estrategia integral

¹⁴ Profesor de la Escuela de Relaciones Internacionales, Cátedra de Diplomacia Azul, Universidad Nacional de Costa Rica

para abordar la gestión y conservación de recursos hídricos y ecosistemas marino-costeros. Su importancia radica en dos aspectos clave: en primer lugar, provee una visión integral y sistémica, al considerar todos los elementos dentro de una cuenca, desde las fuentes de agua hasta su desembocadura en el mar. Esto incluye ríos, lagos, humedales y zonas costeras. En segundo lugar, por las conexiones ecológicas, ya que reconoce que los ecosistemas acuáticos están interconectados. Las acciones en una parte de la cuenca pueden afectar a otras áreas aguas abajo o en la costa.

Por todo ello, el enfoque de la cuenca del mar es una planificación basada en la gestión integrada de los recursos hídricos que toma en cuenta toda la cuenca hidrográfica como una estructura unida entre sí. De esta manera, se puede definir como “una visión amplia de arreglos y acciones (políticas, estratégicas, técnicas y de gobernanza) que permitan reducir la degradación de los flujos naturales de aguas que fluyen desde las cuencas hacia el mar” (SICA, 2023)¹⁵; esto contribuye a la resolución de un problema que ha afectado a los ecosistemas marítimos mejorando las condiciones de vida en la satisfacción de las necesidades de los seres humanos.

Por consiguiente, este abordaje pretende “entender los procesos, las interacciones y buscar propuestas de solución que se adapten también a los esquemas ya existentes, a las variables sociales, ambientales, políticas y económicas” (Musálem *et al.*, 2018)¹⁶. Todo ello, genera una interdependencia ecosistémica entre las cuencas y los entornos marinos y la promoción de prácticas sostenibles en las actividades humanas, lo cual si es bien gestionado redundará en la protección y conservación de los ambientes terrestres y acuáticos, la prevención y control de la contaminación del recurso hídrico, de proteger y usar de manera equitativa el agua.

Existen diversas formas en las que los cursos de agua dulce están interconectados con el mar, algunos de los ejemplos que ilustran la interconexión esencial entre los ríos y el mar, se encuentran a continuación, éstos subrayan la importancia de una gestión integrada y sostenible de los ecosistemas acuáticos:

- Estuarios: son zonas donde los ríos se encuentran con el mar, en éstos el agua dulce del río se mezcla con el agua salada del océano, creando un hábitat único y productivo. Los estuarios son vitales para la reproducción de muchas especies marinas y actúan como criaderos naturales.
- Migración de peces: muchas especies de peces realizan migraciones entre el agua dulce de los ríos y el agua salada del océano. Los denominados peces diádromos por su capacidad de migrar desempeñan un papel fundamental para muchas comunidades ribereñas como fuente de proteína, entre las especies más conocidas están el salmón, róbalo y el sábalo.
- Transporte de sedimentos: los ríos transportan sedimentos desde las cuencas fluviales hasta el mar. El delta está compuesto por un cúmulo de brazos fluviales formados por los sedimentos

15 SICA. (2023). CCAD presenta el enfoque de la cuenca al mar en el OUR OCEAN 2023. [sica.int](https://www.sica.int/noticias/ccad-presenta-el-enfoque-de-la-cuenca-al-mar-en-el-our-ocean-2023_1_131742.html). Recuperado 13 de octubre de 2023, de https://www.sica.int/noticias/ccad-presenta-el-enfoque-de-la-cuenca-al-mar-en-el-our-ocean-2023_1_131742.html

16 Musálem-Castillejos, K., Cámara-Córdova, J., Laino-Guanes, R., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2014). Manejo integral de cuencas hidrográficas. (MICH): el enfoque utilizado en el proyecto FORDECyT Cuenca Grijalva. Montañas, pueblos y agua: dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva. Editorial Juan Pablos, México, 80-102.

que transporta el río. Estos deltas en la desembocadura del río son hábitats ricos en biodiversidad y muy productivos en términos de agricultura.

- Ciclo de nutrientes: los ríos llevan nutrientes desde las tierras hacia el mar. Por ejemplo, el nitrógeno y el fósforo que provienen de actividades humanas y procesos naturales en tierra pueden llegar al océano a través de los ríos. Los nutrientes y los sedimentos transportados por los ríos pueden aumentar la productividad biológica en áreas costeras y estuarios. Esto influye en la disponibilidad de alimentos para la vida marina.
- Influencia en la calidad del agua: la calidad del agua de los ríos puede afectar la composición del agua en áreas costeras cercanas a la desembocadura. Por ejemplo, la contaminación en un río puede tener impactos en los ecosistemas marinos aguas abajo.

LAS INTERACCIONES COMPLEJAS Y MÚLTIPLES DE LA CUENCA Y EL MAR

Las interacciones son múltiples y complejas, cuyo entendimiento se hace cada vez más necesario, es así como en términos generales hay tres grandes elementos que hacen de este enfoque uno importante en la gestión territorial de los recursos hídricos y los marino-costeros y oceánicos.

En primer lugar, puede generar políticas de gestión integral de los entornos marinos: la protección de los ecosistemas marinos está estrechamente relacionada con la preservación de las cuencas, este enfoque describe la cuenca como “unidad de gestión de los recursos naturales, es necesaria cuando se analizan interacciones físico-biológicas y socio ambientales relacionadas con el agua y su interacción con otros recursos naturales” (Jiménez *et al.*, 2019)¹⁷. Es fundamental comprender que para la preservación de los recursos hídricos se requiere un análisis detallado de las interacciones entre los elementos físicos, biológicos y socioambientales vinculados al agua y su relación con otros recursos naturales de los ecosistemas marinos.

En segundo lugar, este enfoque remite a la necesidad de fomentar la cooperación entre actores como mecanismo de gestión y de solución de problemas: promueve la participación entre los diferentes actores, como comunidades, gobiernos, países, instituciones, entre otros. Donde “la cooperación resulta un elemento clave para implementar soluciones que permitan fomentar una gobernanza efectiva de las cuencas compartidas” (Elías, 2018)¹⁸. Por lo tanto, de esta manera se abordan los problemas de forma integrada y colaborativa entre los actores, luchando por un objetivo entre sí, como el uso adecuado de los recursos hídricos.

Como tercer elemento, el tratamiento desde la perspectiva de la cuenca al mar promueve una gestión sistémica e integrada, es decir parte de la idea de que el todo es más que la suma de las partes y por ende la gestión debe ser hecha a partir del entendimiento de la interrelación de las partes o subsistemas.

17 Jiménez-Otárola, F., & Benegas-Negri, L. (2019). Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 153-170.

18 Elías, G. (2018). Marco para una Gobernanza del Agua: hacia una cooperación en cuencas transfronterizas

Por lo tanto, la cuenca conocida como un sistema interconectado, se puede abordar de una manera adecuada, un uso responsable y equitativo del agua tanto en los ecosistemas terrestres como en los acuáticos.

Es igualmente importante identificar los principales desafíos que enfrentan las zonas marino-costeras y que afectan tanto a los ecosistemas como a las comunidades que dependen de ellos.

- **Contaminación y residuos:** la contaminación por desechos sólidos, químicos y nutrientes puede dañar la calidad del agua y afectar la vida marina y los ecosistemas costeros. El tema de los plásticos es reconocido como uno de los impactos negativos más importantes que tiene la mala gestión territorial en los ecosistemas marinos.
- **Cambio climático y calentamiento global:** el aumento de la temperatura del agua, los fenómenos climáticos extremos y la acidificación están afectando los ecosistemas marinos y costeros, así como las comunidades que dependen de ellos. El océano se está volviendo más ácido debido a que absorbe más CO₂ de la atmósfera, y al mismo tiempo, los niveles de oxígeno disminuyen, esta acidificación amenaza entre otros ecosistemas a los arrecifes de coral.
- **Desarrollo costero no sostenible:** la urbanización y la construcción de infraestructuras en zonas costeras pueden alterar los hábitats naturales y aumentar la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. Por ejemplo, en Centroamérica la mayor parte de la población se asienta en la costa pacífica, donde se ha desarrollado una gran cantidad de infraestructura con poca regulación.
- **Falta de planificación y gestión integrada:** la ausencia de una planificación y gestión coordinada entre las autoridades locales y los actores involucrados puede llevar a la sobreexplotación y degradación de los recursos.
- **Pérdida de hábitats cruciales:** la destrucción de manglares, arrecifes de coral y otros hábitats importantes para la vida marina y costera pueden tener consecuencias graves para la biodiversidad y la resiliencia ante desastres naturales. Es conocido el importante papel que juegan los manglares como barreras naturales frente a tormentas y otros fenómenos.
- **Problemas socioeconómicos:** las comunidades que dependen de los recursos marinos y costeros pueden sufrir pérdidas económicas y de empleo debido a la disminución de los recursos pesqueros y la degradación del ambiente. El cambio climático ciertamente ha agravado la situación para los pescadores artesanales quienes tienen que consumir más horas y recursos para pescar, esto debido a la migración de los peces a aguas más frías.

Los anteriores problemas están interconectados y requieren enfoques integrados y colaborativos para su gestión y mitigación efectiva.

¿CÓMO SE PODRÍA IMPLEMENTAR EL ENFOQUE DE LA CUENCA AL MAR?

La implementación del enfoque de la cuenca al mar se podría aplicar a partir de una serie de pasos, entre ellos:

- **Planificación de gestión integrada:** es fundamental formular un plan en el manejo de los recursos hídricos que cubra toda la cuenca, desde las áreas terrestres hasta el océano. Este plan debe incluir a todos los diferentes actores relevantes. Franz (2022)¹⁹ comenta “para tener éxito, necesitamos un enfoque de “todos manos a la obra”, y debemos trabajar a través de las alianzas existentes y con todas las partes”. A partir de esto, genera mecanismos de coordinación y colaboración para la toma de decisiones.
- **Identificación de amenazas y vulnerabilidades:** identificar los riesgos naturales y antropogénicos que afectan a la cuenca y al ecosistema marino asociado, como consecuencia de ello, el establecimiento de metas y objetivos para definir metas claras y medibles para la conservación y uso sostenible de los recursos de la cuenca y el ecosistema marino.
- **Zonificación y ordenamiento territorial:** establecer zonas con diferentes usos y restricciones, considerando la capacidad de carga del ecosistema y los fines de conservación.
- **Adaptación al cambio climático:** integrar estrategias de adaptación al cambio climático en la gestión de la cuenca y el ecosistema marino.
- **Participación y educación:** la participación de las comunidades es fundamental para el éxito de la implementación del enfoque de cuenca al mar, por eso se debe generar una participación de visión compartida entre varios actores, con la ayuda de la educación se “promueve la participación con equidad del universo de actores involucrados en la cuenca y fortalece los vínculos asociativos y de confianza” (Luciano *et al.*, 2011).²⁰
- **Implementación de medidas de conservación y restauración:** “mejorar la calidad del hábitat y el funcionamiento del ecosistema mediante medidas de restauración y cuidado” (Franz, 2022)²¹. Esto puede incluir la creación de zonas marinas protegidas.
- **Seguimiento y evaluación:** es vital establecer sistemas de seguimiento y evaluación para entender el funcionamiento del agua y los entornos marinos y costeros.

19 Franz, H. (2022). Plan de acción para la resiliencia de la cuenca: del árbol al mar: Plan de restauración a nivel paisaje y recuperación del salmón en la cuenca hidrográfica del Snohomish. dnr.wa.gov.

20 Luciano, W., Jiménez Otárola, F., Faustino, J., & Carrera Gambeta, F. (2011). Integración de los enfoques de gestión de cuencas y bosque modelo para la gobernanza ambiental: la experiencia de Sabana Yegua, República Dominicana. *Gestión Integrada de Recursos Naturales a Escala de Paisaje*.

21 Franz, H. (2022). Plan de acción para la resiliencia de la cuenca: del árbol al mar: Plan de restauración a nivel paisaje y recuperación del salmón en la cuenca hidrográfica del Snohomish. dnr.wa.gov.

En conclusión, la implementación del enfoque de la cuenca al mar es un proceso multifacético que requiere varios pasos para su funcionamiento, pero que ante todo requiere una colaboración clave de todos los diferentes actores.

PRINCIPALES DESAFÍOS IMPLEMENTANDO EL ENFOQUE DE LA CUENCA AL MAR

El implementar este enfoque de la cuenca al mar, conlleva una serie de pasos que a su vez presentan desafíos y retos, siendo algunos de ellos:

- **Complejidad de los ecosistemas:** se refiere a la dificultad de comprender y gestionar adecuadamente la complejidad de los ecosistemas marinos y las cuencas hidrográficas que son sistemas dinámicos y complejos. De acuerdo con Benegas (2008)²², se requiere un enfoque que integre conocimientos científicos, técnicos y tradicionales para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos relacionados con estos ecosistemas.
- **Financiamiento:** se refiere a la necesidad de obtener financiamiento adecuado y sostenible para implementar el enfoque de la cuenca al mar, que puede requerir inversiones significativas en infraestructura, monitoreo y educación entre otras actividades.
- **Gobernanza y marco legal:** para trabajar en cuencas se necesita una “governabilidad y gobernanza construidas a partir del marco legal y normativo existente; con frecuencia es necesario modificar dicho marco legal y normativo” (Benegas *et al.*, 2008)²³. Por consiguiente, esto repercute en la creación de nuevas leyes, regulaciones y políticas que fomenten la gestión integrada de los recursos hídricos y la protección de los ecosistemas marinos.
- **Cambio climático:** los efectos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar, la acidificación del océano y los eventos climáticos extremos, pueden tener un impacto significativo en los ecosistemas marinos y las cuencas hidrográficas. Además, Benegas *et al.* (2008)²⁴ comparte que la adaptación al cambio climático requiere procesos de aprendizaje social basados en la percepción del riesgo y la elaboración de estrategias para responder adecuadamente.
- **Educación y conciencia pública:** la falta de conciencia y comprensión sobre la importancia de la gestión integrada de los recursos hídricos y la protección de los ecosistemas marinos es un gran desafío ya que las partes y los actores relacionados son los mayores contaminantes en las cuencas, y su poca conciencia genera grandes repercusiones en las zonas terrestres y marinas donde se encuentran los recursos hídricos.

22 Benegas, L., Jiménez Otárola, F., Faustino, J., & Gentes, I. (2008). Experiencias y desafíos para la cogestión de cuencas hidrográficas en América Latina: conclusiones del seminario internacional. *Recursos Naturales y Ambiente* Número 55 (diciembre 2008), páginas 129-133.

23 Benegas, L., Jiménez Otárola, F., Faustino, J., & Gentes, I. (2008). Experiencias y desafíos para la cogestión de cuencas hidrográficas en América Latina: conclusiones del seminario internacional. *Recursos Naturales y Ambiente* Número 55 (diciembre 2008), páginas 129-133.

24 Benegas, L., Jiménez Otárola, F., Faustino, J., & Gentes, I. (2008). Experiencias y desafíos para la cogestión de cuencas hidrográficas en América Latina: conclusiones del seminario internacional. *Recursos Naturales y Ambiente* Número 55 (diciembre 2008), páginas 129-133.

La implementación del enfoque de la cuenca al mar puede tener una serie de impactos positivos en las costas, mares y el océano, es así como claramente puede contribuir a disminuir la contaminación de las cuencas, que puede tener origen natural o humano. El agua que escurre por la superficie arrastra los contaminantes hacia el cuerpo de agua receptor. Con una buena gestión se puede identificar y controlar los tipos y fuentes de contaminación. Las actividades humanas que afectan a la cuenca son muchas, como el desarrollo urbano, la agricultura y el uso de sistemas sépticos. Igualmente, contribuye a la salud económica, ya que una cuenca hidrográfica saludable también puede impulsar las industrias del turismo, la agricultura, la silvicultura y la generación de energía, entre otros.

Finalmente, es preciso señalar que ya se pueden identificar algunos esfuerzos a nivel global por poner en práctica el enfoque de la cuenca al mar, lo cual es un buen inicio, pero claramente el camino por recorrer es todavía bastante largo. Entre los ejemplos más conocidos están:

- **Arrecife Mesoamericano:** el enfoque de la cuenca al arrecife se encuentra en desarrollo y aplicación entre los países que comparten este importante arrecife: México, Belice, Honduras y Guatemala. Las acciones se centran en reducir la degradación de los flujos naturales de agua que termina impactando el arrecife.
- **Gran Barrera de Coral, Australia:** este es un ejemplo emblemático de la aplicación del enfoque de cuenca al mar. Se llevan a cabo esfuerzos para reducir la escorrentía de nutrientes y sedimentos desde la cuenca del río Burdekin hacia el arrecife de coral.
- **Mar Báltico:** varios países ribereños del Mar Báltico han implementado estrategias de gestión de cuencas fluviales para reducir la carga de nutrientes y contaminantes que llegan al mar. Esto incluye la regulación de la agricultura y el tratamiento de aguas residuales.
- **Delta del Mekong:** Vietnam y sus países vecinos en la Península Indochina están trabajando en un enfoque de cuenca al mar en el Delta del Mekong para abordar los desafíos de gestión del agua, como la salinización y la intrusión de agua salada desde el mar.
- **Delta del Níger:** en Nigeria se están realizando esfuerzos para enfrentar los desafíos ambientales en el delta del Río Níger, incluida la gestión de la explotación petrolera y la restauración de ecosistemas de manglares.

Estos ejemplos ilustran cómo diferentes regiones del mundo están aplicando el enfoque de cuenca al mar para atender los retos ambientales de manera sistémica y cohesionada, considerando la conexión entre las áreas terrestres y marinas. Cada caso puede tener enfoques específicos adaptados a las condiciones locales y a los desafíos particulares que enfrenta la cuenca y el ecosistema marino asociado.

Como reflexión final se puede argumentar que el fenómeno de cambio climático ha venido a visibilizar lo que ya era evidente, las altas interacciones entre tierra y mar, ello por cuanto el incremento del nivel del mar, las modificaciones cuantitativas y cualitativas del recurso hídrico, los impactos en los ecosistemas marino-costeros son ahora más evidentes. Por muchos años, las agendas de gestión ambiental de recursos hídricos y la de gestión marino-costeras y del océano estuvieron separadas, como si se tratara

de dos mundos distintos. En ese sentido, lo que el enfoque de la cuenca al mar vino a poner de relieve es que no se puede hacer gestión sostenible de un espacio sin el otro, ya que los niveles de interacción son muy altos y variados, la salud de las costas, mares y el océano depende de la salud de las cuencas hidrográficas, y es por ello que para el salmón, los manglares y los arrecifes de coral su futuro depende de que los tomadores de decisiones y en general todos los actores entiendan esta dinámica y actúen en consecuencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., & Chávez, G. (2002). *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*. Cepal.
- Musálem-Castillejos, K., Cámara-Córdova, J., Laino-Guanes, R., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2014). Manejo integral de cuencas hidrográficas. (MICH): el enfoque utilizado en el proyecto FORDECyT Cuenca Grijalva. Montañas, pueblos y agua: dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva. Editorial Juan Pablos, México, 80-102.
- Bunge, V., Cotler, H., González, D. I., & Enríquez, C. (2015). Incorporación del enfoque de cuencas en los ordenamientos ecológicos. *les en*, 45.
- Galicia Sarmiento, L. (2016). El enfoque de cuencas hidrológicas: conectando gestión, servicios ecosistémicos y planeación. Ciclo de conferencias el saber del agua. Instituto de Geografía, UNAM. Recuperado de http://www.agua.unam.mx/saberdelagua/assets/pdf/GaliciaSarmientoLeopoldo_IGeografia.pdf
- Jiménez-Otárola, F., & Benegas-Negri, L. (2019). Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(1), 153-170.
- Elías, G. (2018). Marco para una Gobernanza del Agua: hacia una cooperación en cuencas transfronterizas.
- Franz, H. (2022). Plan de acción para la resiliencia de la cuenca: del árbol al mar: Plan de restauración a nivel paisaje y recuperación del salmón en la cuenca hidrográfica del Snohomish. dnr.wa.gov
- Luciano, W., Jiménez Otárola, F., Faustino, J., & Carrera Gambeta, F. (2011). Integración de los enfoques de gestión de cuencas y bosque modelo para la gobernanza ambiental: la experiencia de Sabana Yegua, República Dominicana. *Gestión Integrada de Recurso Naturales a Escala de Paisaje*.
- Benegas, L., Jiménez Otárola, F., Faustino, J., & Gentes, I. (2008). Experiencias y desafíos para la cogestión de cuencas hidrográficas en América Latina: conclusiones del seminario internacional. *Recursos Naturales y Ambiente Número 55* (diciembre 2008), páginas 129-133.
- La importancia de las cuencas hidrográficas. (s.f). *Energy 5*. Recuperado el 06 de octubre de 2023, de <https://energy5.com/es/blog/la-importancia-de-las-cuencas-hidrogr%C3%A1ficas>
- SICA. (2023). CCAD presenta el enfoque de la cuenca al mar en el OUR OCEAN 2023. [sica.int](https://www.sica.int/noticias/ccad-presenta-el-enfoque-de-la-cuenca-al-mar-en-el-our-ocean-2023_1_131742.html). Recuperado 13 de octubre de 2023, de https://www.sica.int/noticias/ccad-presenta-el-enfoque-de-la-cuenca-al-mar-en-el-our-ocean-2023_1_131742.html

DIMENSIONES CONCEPTUALES PARA ENTENDER EL NEXO CIENCIA POLÍTICA EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL OCÉANO

Fernando D. Mora-Rodríguez²⁵

INTRODUCCIÓN

La articulación entre actores políticos no se da en el vacío, se da en un espacio determinado. Este se construye y puede describirse como territorio, donde las decisiones se dan a partir de necesidades e intereses, existiendo saberes de por medio, como el caso del saber científico (donde se conjugan datos, evidencia, información o conocimiento).

El proceso decisional en el territorio puede implicar o no la utilización de saber científico. Existen hoy enfoques decisionales que han permitido hacer evidente la necesidad de considerar la ciencia para lograr el desarrollo territorial, y en específico esfuerzos ligados a la esfera global que buscan estimular la decisión con ciencia. Dos de los conceptos que se han ido acuñando son el de asesoramiento científico a gobiernos y el de diplomacia científica, haciendo alusión a la capacidad que existe hoy en diferentes actores dentro de la gobernanza global y nacional para generar conocimiento útil para gobernar el territorio. En este artículo se busca hacer visible que el concepto de territorio se refiere al componente oceánico.

En el ámbito del océano que nos ocupa esos elementos han venido en aumento gracias a las discusiones multilaterales, a la necesidad de contar con mayor información a disposición para los países y espacios de negociación vinculados con instrumentos internacionales, a la acción detonada por diferentes reuniones y que permitieron dar un marco de acción global para el desarrollo sostenible, incluido el océano. Es el caso de la Declaración de Estocolmo en 1972, la puesta en marcha de la Convención de Derecho del Mar de 1982, el Informe Brundtland de 1987 o la Declaración de Río de 1992, entre otros que dan lugar al Decenio de los Océanos (2021-2030) como parte de los esfuerzos por lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015) de las Naciones Unidas.

En este artículo se exploran algunas dimensiones conceptuales para entender las relaciones entre la gestión del conocimiento y la toma de decisiones a nivel político para lograr el desarrollo sostenible del océano, lo acá expuesto se basa en el proceso de investigación doctoral del autor, que busca analizar cómo se relaciona el asesoramiento científico (vinculado con la ciencia climática, la pérdida de biodiversidad

25 Geógrafo y M.Sc. en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales (CIMAR-UCR), estudiante del Doctorado en Gobierno y Políticas Públicas (UCR). Fue viceministro de Agua, Mares, Costas y Humedales, Ministerio de Ambiente y Energía, República de Costa Rica (2014-2018). Actualmente docente de la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica. Correo electrónico: fernando.mora_r@ucr.ac.cr

y la contaminación marina) con la capacidad estatal para, para ejercer responsablemente su jurisdicción en el océano, entendido como parte de su territorio y lograr su desarrollo.

LA UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DENTRO DE LA CAPACIDAD ESTATAL DE GOBIERNO

En primer lugar, es relevante destacar que las decisiones de los gobiernos están determinadas por una serie de factores que se dan en un determinado espacio – tiempo – sociedad. Uno de estos factores es la intencionalidad con la que se suman el conocimiento y la asesoría científica para tomar decisiones en el gobierno y la concreción de acciones de agenda pública encaminadas al desarrollo del territorio, esto dentro de mecanismos de gobernanza que integren a tomadores de decisión y gestores de conocimiento (por ejemplo, la academia o las organizaciones públicas, privadas o no gubernamentales).

En el caso de la capacidad estatal, es necesario indicar que ésta permite el impulso, la legitimidad, la credibilidad y la efectividad del gobierno por maximizar su rol de orquestador en la gestión pública. Para Bertranou (2015, p. 39), la capacidad estatal es la aptitud de los entes estatales para alcanzar los fines que le han sido asignados interna o externamente; (p. 40) remitiendo de manera más directa el accionar de las organizaciones públicas en el marco de políticas. Centeno . (2017, p. 9), indica que estas además involucran lo burocrático, el gerencialismo, y la capacidad organizacional para procesar información, implementar políticas y mantener los sistemas de gobierno. Cingolangi (2013, p. 27) por su parte, indica que esta capacidad se da en la combinación de algunas de estas dimensiones del poder estatal: a) coercitivo / militar; b) fiscal; c) administrativo / implementación; d) transformadora o industrializadora; e) cobertura relacional / territorial; f) legal; y g) político. El argumento expuesto por estos autores nos permite descifrar la noción en la que se ha desarrollado el concepto de capacidad estatal y como finalmente aporta al fin definido por las organizaciones gubernamentales a partir de los problemas públicos.

Se puede señalar, además, que existe una relación intrínseca entre el gobierno, sus mecanismos de gobernanza y el territorio donde se toman las decisiones. Elementos que no pueden ser desasociados y que tienen una interacción constante en la dinámica de sociedad. Esto se traduce en relaciones socio políticas y en la producción socioespacial del territorio, considerada como territorialidad, y que incluye procesos internos como la respuesta institucional desarrollada para la atención de los problemas públicos, la valorización que se pueda llegar a tener de la ciencia y la asesoría científica para tomar decisiones, y las capacidades estatales vinculadas a las organizaciones públicas para lograr aprovechar ese conocimiento científico y traducirlo en decisiones oportunas junto a mecanismos de gobernanza efectivos para impulsar el desarrollo territorial.

También, las presiones y los estímulos externos que pueden detonar en el favorecimiento o no del uso de la ciencia para la toma de decisiones. Caso de la participación de los países dentro de las actividades vinculadas a instrumentos internacionales, o a partir de las relaciones internacionales y la política exterior, dentro de ello la oportunidad de concretar cooperación por medio de la diplomacia científica.

En este marco, es necesario subrayar las acciones que se han venido tomando desde los organismos globales relacionados al estudio y comprensión de la crisis climática, de la pérdida de biodiversidad y de la

contaminación marina y su efecto en las decisiones multilaterales en la esfera global y el estímulo o efecto que generan en la política doméstica, derivadas de la interfaz ciencia-política.

Esta interfaz es vista como la vinculación entre comunidades científicas y tomadores de decisión, una rama de interés en el fortalecimiento de la capacidad estatal. Dentro de ésta, el asesoramiento científico a gobiernos puede jugar un rol importante debido a la concreción de conocimiento desde el método científico, validado por la comunidad científica que proporciona evidencia a ser utilizada en la toma de decisiones o diseño de políticas públicas. Para comprender estas relaciones se exploran algunas de las dimensiones conceptuales que tienen un rol medular.

HACIA UN ENFOQUE DEL DESARROLLO

El concepto de desarrollo es polisémico y complejo. Este concepto ha venido en constante evolución a lo largo de la historia humana. Arcos (2008, p. 10), señala que la idea de desarrollo es una idea compleja, haciendo referencia justamente a ese proceso histórico que ha sumado no solo en la mutación o transformación del concepto, sino en las diferentes connotaciones que ha tomado y la variopinta realidad del concepto general de desarrollo hoy día.

Desarrollo como concepto es establecido en la década de los años cuarenta como reflejo de las discusiones ligadas a la teoría de los límites del crecimiento en la década anterior. Es importante indicar que la conceptualización del desarrollo ha permitido a lo largo del siglo XX e inicios del presente, dibujar diferentes líneas que orientan las preocupaciones del momento y los intereses por lograr el bienestar de las personas como un elemento central de las decisiones políticas.

Un elemento de interés es que la discusión hacia un concepto de desarrollo que integre de manera más plausible todos los aspectos sigue en auge. Dentro de esta discusión al igual que el crecimiento económico; la degradación ambiental y las crisis sistémicas producidas por la pérdida de estabilidad ambiental y salud ecológica se mantienen, dando lugar a acuerdos multilaterales en el marco del desarrollo sostenible que hacen visible la necesidad de accionar para favorecer una solución urgente, incluyendo la emergencia climática, el aceleramiento del peligro de extinción de especies y el alto nivel de contaminación de los espacios oceánicos.

CONSTRUCCIÓN Y DECONSTRUCCIÓN SOCIOPOLÍTICA DE LA TERRITORIALIDAD

La concepción del territorio ha venido en constante cambio. La ramificación de su conceptualización ha permitido el desarrollo de descripciones tangibles y operativas, así como intangibles y sujetas de la construcción subjetiva. A nivel más operativo se puede decir que un territorio es el espacio geográfico que goza de una serie de bordes o límites, permitiendo con ello no solo su delimitación, sino el relacionamiento y la construcción de identidad territorial y apego por parte de quienes lo habitan. A nivel más intangible, el territorio puede entenderse como el espacio significativo de personas que comparten un interés espacio-temporal construido a partir de su percepción, subjetividad y vivencias, orientado por el interés colectivo de propiciar acuerdos que les permita tener un sentimiento de resguardo y protección, o como

lo ha señalado Jean Gottman tomando significado de abrigo. Para Jessop (2017, p. 199) los imaginarios socioespaciales aportan además una base importante para activar formas específicas en cuanto a territorio, escala, lugar y redes de intervención estatal y para políticas territoriales dentro del Estado (y contra él).

En esta lógica de pensamiento, se puede afirmar que todo territorio está destinado a ser objeto de decisiones. Desde su concepción, delimitación y proceso de desarrollo territorial, la decisión política será requerimiento esencial para impulsar ese espacio. En esta lógica, Haesbaert (2013), expresa que el territorio está vinculado siempre con el poder y con el control de procesos sociales mediante el control del espacio. Tomando valor el hecho de que todo proceso de construcción del territorio y deconstrucción de este se da a partir de las decisiones que suceden tanto dentro de este (proceso interno), como fuera (presiones o estímulos externos). Siendo un tema de alto interés para entender que existen presiones externas que hacen que los gobiernos de estos territorios tomen decisiones. Además, existe por ende una relación intrínseca entre el territorio y sus habitantes. Para Haesbaert (2013), el territorio es dotado de una estructura compleja, de carácter relacional, sobre todo considerando que el territorio forma parte de la sociedad y, por lo tanto, es indisociable de ésta. Consideración oportuna para entender el proceso decisional que sucede y abarca los cambios y transformaciones que se pueden dar a nivel del espacio socioterritorial.

En los casos del proceso de territorialidad oceánica, la administración del espacio y la intención del desarrollo son dos elementos fundamentales. Dávalos (2016, p. 16), dirige su atención en que para administrar adecuadamente el mar, se lo debe asimilar a la noción de un complejo sistema conformado por los denominados vectores oceanopolíticos, que constituyen los aspectos más relevantes del mismo y sobre los cuales el Estado tiene la obligación de actuar para lograr un uso más eficiente y efectivo, además, que las políticas oceánicas y costeras de un Estado deben ser capaces de articular los vectores oceanopolíticos, con el fin de lograr la mayor eficiencia por parte del mar concebido como un sistema y alcanzar soluciones integrales en el marco de un pensamiento oceanopolítico propio de cada nación. Argumentos favorables dentro del ejercicio de soberanía que conlleva el gobierno del océano, la capacidad estatal por favorecer una administración efectiva y el impulso de acciones dentro del proceso decisional para lograr un desarrollo territorial.

DINÁMICAS SOCIOPOLÍTICAS EN EL TERRITORIO, HACIA LA TOMA DE DECISIONES

La relación entre el ejercicio de gobernar y el territorio detonan la toma de decisiones. Este argumento debe acercarnos a una lectura que evidencie la relevancia de entender las conexiones entre el gobierno y el territorio, entre el territorio y su tipo de desarrollo, y entre el tipo de desarrollo y la forma de gobierno. Como señala Oszlack (2007, p. 118), el Estado no surge por generación espontánea ni tampoco es creado, en el sentido de que “alguien” formalice su existencia mediante un acto ritual; situación que puede ser aplicada en el ejercicio de gobernar, esta referencia del autor permite entender que los procesos decisionales como los de creación de un Estado no se dan en abstracto, sino que hay un proceso de interacciones que devienen en la formación tal cual, y que es a partir de ello que se van adquiriendo un complejo de atributos, como señala el autor, detonados a partir de las relaciones sociales y la concreción de hitos comunes o simbolismos, esto acompaña sin lugar a duda el ejercicio de gobernar, los procesos internos de decisión, la delimitación y hasta el tipo de desarrollo territorial que sucede como política.

Por ello, estudiar al gobierno, y su proceso de formación debe llevarnos a comprender lo que sucede dentro y fuera de este. Está claro que los gobiernos no son un aparato homogéneo, sino al contrario, son un sistema en ocasiones difuso, que permite alrededor de relaciones de poder orientar acciones por mantener una administración y gestión de lo público. Por lo que visualizar al gobierno desde sus linderos, o más allá de estos, permitirá entender el complejo ensamblaje que acompaña su desarrollo y finalmente el imaginario alrededor de este. Esto incluye no solo su masa continental, sino las aguas jurisdiccionales, las fronteras y las dinámicas inmersas en ellas. Incluyendo la frontera con el Alta Mar en caso de que lo hubiere, y las preocupaciones relacionadas con las dinámicas globales de este espacio fuera de jurisdicción.

EL PROCESO DECISIONAL EN EL TERRITORIO

Territorio y poder son dos conceptos intrínsecamente relacionados. Por un lado, el territorio es un constructo social (Montañez & Delgado, 1998), derivado de procesos políticos, culturales y geográficos, donde estos componentes juegan en la delimitación socioespacial y en la concepción de identidad o percepción de este. Por el otro, Haesbaert (2007, p. 13), indica que el territorio está vinculado siempre con el poder y con el control de procesos sociales, políticos, culturales, económicos, etc., mediante el control del espacio. Es decir, existe un ejercicio de poder que permite organizar, controlar y mantener límites espaciales relativamente estables donde se dan diversos fenómenos e interacciones sociopolíticas. Aunque territorio históricamente ha sido utilizado como un concepto más continental, este artículo y el proceso de investigación asociado refieren el territorio y la territorialidad como un constructo que también se da en el océano, especialmente desde el ejercicio de poder del espacio jurisdiccional, donde se dan procesos decisionales capaces de modificar la manera en cómo se gestiona y desarrolla.

En esta lógica, es necesario indicar que el poder ejercido en el territorio oceánico estimula la toma de decisiones. Mann (1991, p. 55), defiende que la autonomía estatal, en las dos formas despótica e infraestructural, proceden principalmente de la específica capacidad del Estado de proporcionar una forma de organización territorialmente centralizada, bajo esquemas contrapuestos del ejercicio del poder derivado por cada tipo de poder. En el caso del poder infraestructural, este es un poder que negocia y suma en positivo, que utiliza su capacidad y comunicación como componentes medulares para lograr aceptación (Mann, 1991). De manera que estos aspectos le permitan avanzar en el gobierno del territorio, condicionado a las buenas relaciones sociales de cara a estimular procesos socialmente eficientes que permita la implementación de las decisiones políticas, incluidas las políticas públicas.

El poder infraestructural tendrá un desarrollo y un desenvolvimiento distinto al poder despótico en el territorio, aspecto clave de notar. Un ejemplo, que aporta Weiss (2005), es que los Estados modernos han desarrollado poder infraestructural negociando y actuando “a través” de la sociedad civil, penetrando, extrayendo y coordinando así sus recursos en virtud de su capacidad para emitir órdenes. Con ello, se puede inferir que existe un requerimiento de capacidad estatal en las organizaciones políticas. De manera que permita dar respuesta y logre resultados tangibles en territorio, dando lugar al proceso de toma de decisiones para habilitar nuevas interacciones entre actores políticos que permita una mayor concreción de resultados de cara a propiciar alternativas viables a procesos de organización de lo público.

Se puede afirmar que las decisiones políticas son necesarias en la gestión del territorio. Estas, juegan un papel crucial en el gobierno e influyen en la utilización de los recursos existentes para solventar las necesidades de la sociedad. En este particular, toma relevancia el lugar que ocupa el conocimiento dentro de la toma de decisiones, con especial interés en la relación con la capacidad estatal (Rey, 2014); y enfocado en lograr un gobierno efectivo de cara al desarrollo del territorio, como es el caso del territorio oceánico bajo la soberanía de un Estado-Nación.

Indica Rey (2014, p. 125), que la capacidad estatal implica la habilidad de los actores estatales para articular con los actores sociales las políticas públicas, de modo que pueda implementarlas con el apoyo de la ciudadanía a quienes incumben. Para llevar a cabo tareas apropiadas de forma efectiva, eficiente y sustentable, según lo señala Grindle (1997, p. 34 en Rey, 2014). En ello, lo efectivo, lo eficiente o lo sustentable debe ser medible, trazable y verificable. Esto a partir del desarrollo de indicadores, que a partir de datos permitan la producción de conocimiento científico capaz de acompañar el proceso de diseño, implementación y evaluación de la gestión pública. Es así que la capacidad estatal debe lograr el impulso de herramientas que permitan producir o generar conocimiento científico, que logren explicar los fenómenos e interacciones que se desarrollan en el territorio, y donde el gobierno debe tomar decisiones.

Otro elemento de interés es que la capacidad estatal abriga lo que el gobierno es capaz de hacer y lograr, atributos y aptitudes que responden a su trayectoria y evolución. Así lo señala Bertranou (2015, p. 40), al indicar que la capacidad estatal es un atributo que sólo puede expresarse en relación con los fines que se entiende debe perseguir. No puede analizarse la capacidad en abstracto. Es decir, es a partir de las relaciones en territorio, que se producen las sinergias necesarias para avanzar desde los componentes de la capacidad estatal con el objetivo de resolver un problema público, implementar una política pública, o concretar las relaciones necesarias para situar mecanismos de gobernanza que posibiliten esquemas de colaboración y corresponsabilidad entre socios o actores gubernamentales y no gubernamentales; y el capital público necesario para maximizar su legitimidad o credibilidad en la lógica de conseguir resultados desde lo público para el bienestar y prosperidad de la ciudadanía.

Por ello, producir el territorio implica entender diversas correlaciones conceptuales. Los conceptos y la integración de categorías para su análisis deben permitirnos trazar la ruta de entendimiento de los diversos efectos que tiene el ejercicio del poder en el territorio, centrado en la decisión política como acto de gobernar sobre un espacio delimitado, en el cual se puede hacer uso del saber cómo variable que potencia las decisiones con certidumbre científica.

EL ASESORAMIENTO Y LA EVIDENCIA CIENTÍFICA COMO SABER Y CONOCIMIENTO

La interfaz ciencia política vista como la vinculación entre comunidades científicas y tomadores de decisión tiene un rol de potenciador de la capacidad estatal. Esto lo permite entender Warren, Diaz y Hurlbert como se citó en Lettelier y Dalmaso (2020, p. 104), al caracterizar esta interfaz como el espacio deliberativo donde se llevan a cabo las interacciones entre investigadores académicos y formuladores de políticas. Este espacio de interacción es relevante dentro de los procesos de investigación para comprender

las oportunidades desde la comunidad científica de aportar con evidencia y conocimiento científico de calidad a los tomadores de decisión, y de estos tomadores de decisión de habilitar espacios y plataformas de participación e integración a la formulación de políticas públicas, por ejemplo, a estas comunidades. Lettelier y Dalmasso, (2020, p. 104), indican que la producción científica que se esfuerza por comprender las interacciones entre la comunidad investigativa y la comunidad política están generalmente interesadas en aumentar la incidencia de los científicos al momento de formular las agendas públicas. Se está por ende hablando del enfoque de asesoramiento científico a gobiernos.

Este asesoramiento científico a gobiernos es el enfoque resultante de los esfuerzos para que desde la comunidad científica se proporcione evidencia oportuna que permita a tomadores de decisión la formulación de política pública y la definición de decisiones políticas más robustas.

Es importante señalar que el asesoramiento parte de postulados tales como que la ciencia proporciona un lente imparcial del mundo, lo cual ofrece explicaciones factibles y defendibles de los ámbitos natural, tecnológico y socioeconómico, y de las posibles consecuencias de utilizarlos para mejorar la condición humana (Hutchings y Stenseth, 2016, p. 7), del territorio oceánico y los ambientes intrínsecos; y que el conocimiento debe resultar del mejor uso de la evidencia derivada científicamente de cara a asesorar al gobierno (Gluckman, 2014).

CAPACIDAD ESTATAL DEL GOBIERNO

Las decisiones políticas son necesarias en la gestión adecuada del territorio. Juegan un papel crucial en la administración pública e influyen en la utilización de los recursos naturales para solventar las necesidades de la sociedad. En este particular, toma relevancia, el lugar que ocupa el conocimiento dentro de la toma de decisiones, con especial interés en la gestión del conocimiento como parte de la capacidad institucional del Estado (Rey, 2014); esto para dar una respuesta efectiva en el manejo del territorio, y la oportunidad de concretar su desarrollo integrado a partir del análisis y la comprensión del proceso de construcción desde las relaciones sociales.

Se puede afirmar que el ejercicio de gobernar está determinado por una serie de factores que se dan en un espacio – tiempo definido, y que a partir de su interacción con estas variables se logra el desarrollo. Este ejercicio de gobernar está intrínsecamente relacionado con la construcción social del territorio y con la definición de sentidos nacionales dentro de los límites geoespaciales, como ha sido evidenciado por diversos autores (Jessop, 2017; O'Donnell, 2010; y Oszlack, 2007).

Es en esta lógica de ideas que toma forma la necesidad de entender la capacidad estatal, la cual está relacionada al proceso de organización de gobierno y administración efectiva de aquellas presiones externas (que puedan influenciar) y aquellos procesos internos, que detonen en decisiones para desarrollar integralmente el territorio. Para Rey (2014, p. 125), la capacidad estatal implica la habilidad de los actores estatales para articular con los actores sociales las políticas públicas, de modo que pueda implementarlas con el apoyo de los sujetos sociales/ciudadanía a quienes incumben. Grindle (1997, p. 34 en Rey, 2014), señala que capacidad estatal puede ser entendida como “la habilidad para llevar a cabo tareas apropiadas de forma efectiva, eficiente y sustentable”.

Es la capacidad estatal un medio para incluir elementos de valor público y social que aseguren la implementación de las políticas diseñadas. Por su parte, Repetto (2003, p. 6, en Rey, 2014), afirma que esta puede ser entendida como “la aptitud de las instancias de gobierno para plasmar, por medio de políticas públicas, los máximos valores posibles de valor social...” Pero va más allá, Rey (2014), también señala que alguna literatura entiende que la capacidad estatal no apunta sólo y simplemente a un resultado (políticas efectivamente implementadas), sino a la pericia para poner en juego diferentes herramientas y mecanismos políticos y administrativos, en torno a acciones concretas del gobierno, convencionalmente llamadas políticas públicas. En este entendimiento, dentro de la capacidad del estado del gobierno, se debe lograr el impulso de herramientas que permitan producir o generar conocimiento científico, que logren explicar los fenómenos, variables e interacciones que se desarrollan en el territorio, y donde se debe dar un proceso de decisión.

Se puede inferir, por ende, que es en la construcción social del territorio oceánico y el establecimiento de capacidades estatales, donde el conocimiento científico puede llegar a ser valorado como una herramienta pertinente para lograr el desarrollo, respondiendo con ello, a la necesidad de tomar decisiones sobre activos o variables socioespaciales, o dinámicas sociopolíticas inherentes de las actividades gubernamentales.

DE LA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO COMO CAPACIDAD DEL ESTADO A LA GESTIÓN DEL TERRITORIO COMO MECANISMO DE DECISIÓN

Los procesos inmersos en la relación gobierno-territorio, son acompañados por diversas dimensiones, relevantes para entender cómo se conjuga la decisión política en el ejercicio del poder desde el gobierno para sumar conocimiento científico dentro de la capacidad estatal, con el objetivo de concretar la gestión del territorio o su desarrollo. Nos enfrentamos al hablar de conocimiento científico a varios cuestionamientos, por ejemplo, si todas las decisiones pasan por conocimiento científico, cuándo se requiere conocimiento científico en la toma de decisión, o qué determina que los tomadores de decisión abran espacio a la ciencia.

Por ello, toma validez que, al hablar de territorio, se pueda desagregar este en sus componentes y entender que tan oportuno es el conocimiento científico para acompañar la gestión de cada uno de estos componentes. El territorio como fenómeno social debe ser entendido también por sus atributos biofísicos y ecológicos, los cuales son fundamentales para entender sus procesos naturales que tienen peso en las relaciones sociales, como ha sido evidenciado por diversos autores, y que, a fin de cuentas son estos activos naturales los que interactúan con las personas, comunidades y poblaciones y dan soporte a parte de los simbolismos e identidades. Son estos, junto a los elementos sociopolíticos los que dan pie a la incorporación de la ciencia, la evidencia y el conocimiento científico, producido en primera instancia desde el método científico, con el objetivo de conocer y entender la función de cada componente territorial y sus interacciones.

Es decir, es el conocimiento científico un impulsor de la capacidad estatal, cuando este es requerido en el entendimiento de los fenómenos. Y es el asesoramiento científico para gobiernos, dentro de la interfaz ciencia política una modalidad pertinente para introducir dentro de la agenda pública la utilidad

del conocimiento, en especial para este análisis el científico, esto sin desmerecer otros saberes de alta relevancia como la cosmovisión de los pueblos originarios o el saber tradicional, ámbitos que son cruciales para atender y contrarrestar los efectos adversos generados por la crisis climática, por la pérdida de la biodiversidad y la contaminación de los océanos.

A MANERA DE APLICACIÓN DE ESTAS DIMENSIONES CONCEPTUALES

La ciencia hoy está a favor de las decisiones políticas centradas en mirar el desarrollo sostenible como una oportunidad para el océano. Esto como se indicó anteriormente es un valor recurrente e incluido dentro de diversas declaraciones globales y como marco de acción de los diferentes organismos que buscan generar conocimiento con certidumbre científica que acompañe a los países y la toma de decisiones.

El océano, incluidos los mares y los recursos marinos, son esenciales para la vida. Según Bähr (2017), el océano cubre más de dos tercios de la superficie del planeta y ocupa un vasto volumen tridimensional del cual una gran parte sigue inexplorada. Por ejemplo, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (2019, p. 1-7), indica que dentro del 71% de la superficie de la Tierra que cubre el océano, se contiene el 97% del agua en el planeta Tierra, señala que todas las personas dependen directa o indirectamente del océano debido a su rol como regulador del clima, a la capacidad de producción de la materia prima, la producción de oxígeno o la capacidad de almacenamiento de dióxido de carbono (IPCC, 2019, p. 1-6). Kumm (citado en IPCC, 2019, p. 1-6) contempla que el 28% de la población mundial (1.9 billones de personas, dato para 2010) habita en áreas a menos de 100 km de la costa y menos de 100 m.s.n.m., y que son las zonas costeras las áreas más densamente pobladas sobre la Tierra. Esta definición del océano permite entender la relevancia de asumir decisiones y acuñar acciones nacionales que permitan visualizar un desarrollo sostenible, que integre la protección de los ecosistemas y la estabilidad del ambiente, así como el resguardo de la prosperidad y bienestar de las comunidades y poblaciones.

El IPCC en este informe (2019), establece una serie de advertencias para los tomadores de decisión, señala que el océano y la criósfera enfrentan hoy desafíos particulares para lograr un desarrollo resiliente, entre ellos, la acidificación y la desoxigenación, la pérdida por deshielo de los casquetes polares, las nieves perpetuas y el permafrost, procesos con consecuencias irreversibles para la vida. También, se suma a esto el aumento de la temperatura media global, la contaminación por fuentes terrestres y la sobre explotación de recursos marinos. Estos elementos visualizados desde el aporte científico reflejan la necesidad de tomar decisiones con baja certidumbre científica que permitan un proceso adecuado de adaptación al cambio climático, por ejemplo, y que además visualicen la necesidad de un desarrollo integrado del océano y las poblaciones que están directa o indirectamente relacionadas. Aspectos que se suman a las consideraciones de los países para accionar desde su política territorial.

En este marco, otro informe que se suma como estímulo para los gobiernos es el titulado “Hacer las paces con la naturaleza” de UNEP (2021, p. 21), el cual indica que la crisis climática, la crisis de la naturaleza y la crisis de la contaminación, impulsadas por decenios de consumo y producción incesantes e insostenibles, amplifican las profundas desigualdades existentes y amenazan nuestro futuro colectivo. Describiendo con ello, cinco desafíos altamente relevantes para la humanidad y el futuro, donde la posibilidad de desarrollo se está viendo afectada. Enumera los cambios ambientales, los cuales están socavando

los logros en materia de desarrollo que tanto ha costado conseguir, los cuales acarrearán costes económicos y millones de muertes prematuras al año. En segundo lugar, el bienestar de los jóvenes de hoy y de las generaciones futuras, quienes dependen de una ruptura urgente y clara con las tendencias actuales de deterioro del medio ambiente. En tercer lugar y a fin de lograr la sostenibilidad, las emergencias ambientales de la Tierra y el bienestar humano señala que se debe abordar de forma conjunta estos elementos, indica que es menester armonizar la elaboración de los objetivos, metas, compromisos y mecanismos de los principales convenios ambientales y su aplicación para que sean más sinérgicos y eficaces. En cuarto lugar, señala que los sistemas económicos, financieros y productivos pueden y deben transformarse para dirigir e impulsar el cambio hacia la sostenibilidad. Y finalmente, hace un llamado a que todo el mundo debe asumir un papel y desempeñarlo para conseguir que los conocimientos, la inventiva, la tecnología y la cooperación de los seres humanos pasen de estar al servicio de la transformación de la naturaleza a servir a la transformación de la relación de la humanidad con la naturaleza.

Este informe, señala además que los desafíos ambientales actuales juntos representan una emergencia planetaria que exige un cambio transformador para asegurar un futuro sostenible. La humanidad puede hacer las paces con la naturaleza y abordar la crisis ambiental combinada mediante la redistribución de las habilidades humanas de la transformación de la naturaleza, a la transformación del tejido social y económico de la sociedad (p. 47).

Jäger (2011, p. 4) indica también que el mundo está afrontando actualmente uno de los mayores desafíos y crisis, como lo es el cambio global, el cual ha sido referido desde el término de “Antropoceno”, acuñado por el premio Nobel Paul Crutzen. Este término hace referencia al periodo geológico sucesor al Holoceno, y donde es evidente la huella de la humanidad sobre la Tierra. El informe coordinado por Jäger *Responses to Environmental and Societal Challenges for our Unstable Earth (RESCUE)*, hace referencia a la importancia de un sistema de conocimiento abierto para apoyar el proceso transicional hacia la sostenibilidad con educación e investigación, que al igual que los otros dos informes señalados invita al establecimiento de medidas que apalanquen esfuerzos nacionales por atender los grandes desafíos de la actualidad con el territorio.

Estos instrumentos, al igual que otros ligados a la visión de acercar la ciencia a las decisiones, hace ver el efecto que se busca desde diversos organismos como es el caso del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), la Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) y otras instancias de relevancia global, caso de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), por citar algunos; y que permite tener un amplio espectro de orientaciones científicas que potencien el diseño de herramientas para implementarlas en el ámbito nacional con el fin de entender los efectos de los fenómenos sobre el territorio. En particular el océano.

UN EJEMPLO PARA COSTA RICA

En el caso de los procesos de degradación del espacio oceánico Costa Rica no es la excepción. Esto considerando que el país contiene dentro de su territorio cerca del 92% como masa oceánica, la extensión de su Zona Económica Exclusiva es de 613.683 km², con una longitud costera de 1016 km en el Pacífico

y de 220 km en el Caribe (CONAMAR, 2013), espacios que contienen una amplia diversidad de ecosistemas y hábitats marinos costeros y oceánicos, así como comunidades que dependen de manera directa o indirecta de sus activos naturales y servicios ecosistémicos. Este espacio marino costero y oceánico alberga cerca de 90.000 especies, lo que representa un 4,5% de la biodiversidad marina mundial (Obando, 2008).

El Sexto Informe Nacional de Costa Rica ante el Convenio de Diversidad Biológica señala que existen diversas presiones sobre las especies marino-costeras, derivadas del turismo insostenible; la contaminación por agroquímicos; la extracción, el tráfico ilegal de biodiversidad; los procesos de sedimentación, la eutroficación, la presencia de especies invasoras como el caso del pez león o la pesca insostenible (MINAE-SINAC-CONAGEBIO-FONAFIFO, 2018), las cuales se suman a las presiones antes mencionadas por el IPCC (2019), y que ha ocasionado una reducción de la cobertura de manglares entre 1990 (51.350 ha) y 2013 (37.420 ha), así como tendencias negativas en la disminución de la cobertura de pastos marinos y arrecifes de coral; con un impacto directo en el estado de grupos taxonómicos de interés, por ejemplo, indicando que los corales y peces cartilaginosos tienen una tendencia negativa; o que en el caso de peces óseos, moluscos y crustáceos permanecen estables en general (MINAE-SINAC-CONAGEBIO-FONAFIFO, 2018). Siendo estos resultados expuestos en el informe país un claro ejemplo de que las condiciones nacionales de pérdida de biodiversidad siguen el patrón global, dando fuerza no solo a las evidencias globales, sino al estímulo que genera la participación en la Convención de Diversidad Biológica por parte del Estado costarricense, y el acceso a la información y conocimiento para las personas funcionarias a estos espacios de interacción multilateral.

Esta situación de alarma se repite en el caso del efecto por el cambio climático y por la contaminación marina, sin embargo, serán elementos que se abordarán en otras publicaciones.

CONCLUSIONES

A manera de conclusión es relevante indicar que la relación entre la ciencia y la política existe, y que puede devenir en un futuro más esperanzador en términos de crear criterios e indicadores que den soporte a las decisiones para lograr el desarrollo sostenible. Existe en este marco de interacción diversas dimensiones conceptuales que pueden acercar a la esfera científica y la esfera política a una relación más estrecha previendo los mecanismos necesarios para lograr una interacción y articulación favorable en beneficio de lograr ecosistemas saludables y el bienestar de las comunidades.

Por otro lado, la capacidad estatal, a pesar de ser un concepto teórico, es un buen indicio que las autoridades de gobierno puedan impulsar acciones que favorezcan aumentar el accionar de lo público para la utilización de la asesoría científica y el conocimiento en la toma de decisiones y el buen gobierno.

Finalmente, existen evidencias, aun por estudiar, que las decisiones globales desde los instrumentos internacionales vigentes y los que se encuentran en diseño o en proceso de implementación sirven de estímulo para que los gobiernos y los mecanismos de gobernanza alrededor de estos consideren acciones alineadas a las agendas globales y potencien con ello los esfuerzos por lograr el desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Abrams, P. (1988). Notas sobre la dificultad de estudiar el estado. *Journal of Historical Sociology* 1(1):58–89.
- Arcos, O. (2008). Teorías y enfoques del desarrollo. Programa de Administración Pública Territorial. Escuela Superior de Administración Pública. Bogotá, Colombia.
- Bähr, U. (2017). Atlas de los océanos: Hechos y cifras de las amenazas a nuestros ecosistemas marinos. http://sv.boell.org/sites/default/files/atlas_de_los_oceanos_version_web.pdf
- Ballvé, T. (2012). Everyday state formation: territory, decentralization, and the narco landgrab in Colombia. *Environment and Planning D: Society and Space*, Vol. 30, 603 – 622
- Brenner, N. y Elden S. (2009). “Henri Lefebvre on state, space and territory” *International Political Sociology* 3, 353–377
- Bobbio, N. (1997). Estado, Gobierno y Sociedad: por una teoría general de la política. México D.F. Fondo de Cultura Económica
- Camou, A. (2001). Los desafíos de la Gobernabilidad. México: Flacso/IISUNAM/Plaza y Valdés
- Claramunt, C. (2019). La diplomacia científica: instrumento potenciador de la agenda nacional en su dimensión interna e internacional. *Revista Costarricense de Política Exterior*. 32: 49 – 64. ISSN 1659-0112
- Cingolani, L. (2013). The State of State Capacity: a review of concepts, evidence and measures (No. 053), UNU-MERIT Working Paper Series 053, 2013. Maastricht.
- Comisión Nacional del Mar. (2013). Política Nacional del Mar: Costa Rica 2013-2028. San José, Costa Rica. 50p.
- Davalos, J. (2016). Una aproximación a la oceanopolítica. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*. Vol. 1, Núm. 1. 13-17. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-seguridad-defensa/article/view/2014/1493>
- De Sousa Santos, B. (2010). Descolonizar el saber, reinventar el poder. Trilce. http://www.boaventuradesousasantos.pt/media/Descolonizar%20el%20saber_final%20-%20Cópia.pdf
- Deluyker, H. (2017). Is scientific assessment a scientific discipline? *EFSA Journal* 2017;15 (11): e15111, 51 pp.
- Doubleday, R. y Wilsdon, J. (2012). Beyond the great and the good. *Nature* 485: 301-302 (2012). <http://www.nature.com/nature/journal/v485/n7398/full/485301a.html>
- Douglas, H. (2005). Inserting the public into science. In Sabine Maasen and Peter Weingart (eds), *Democratization of Expertise: Exploring Novel Forms of Scientific Advice in Political Decision-Making – Sociology of the Sciences*. Vol 24, pp 153–169
- Douglas, H. (2014). Scientific Integrity in a Politicized World. University of Waterloo. <https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2014/08/Scientific-Integrity-in-a-Politicized-World-2014.pdf>

- Dulvy, N. *et al.* (2008). You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems*. John Wiley & Sons, Ltd. 18, 459–482. DOI: 10.1002/aqc.975
- Dunlop, C. (2010). The temporal dimension of knowledge and the limits of policy appraisal: biofuels policy in the UK. *Policy Sciences* 43: 343-363 (2010). <https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2014/08/UK-Science-Policy-Article.pdf>
- Edenhofer, O. y Kowarsch, M. (2015). Cartography of pathways: A new model for environmental policy assessments. *Environmental Science & Policy* 51: 56-64. https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2015/11/PEM_final_ESP_2015.pdf
- Foucault, M. (2001). El sujeto y el poder. En, Dreyfus, H. L. y Rabinow, P. Michel Foucault. Más allá del estructuralismo y la hermenéutica (pp. 241-260). Buenos Aires, Argentina: Nueva Visión. https://monoskop.org/images/f/f7/Dreyfus_Hubert_L_Rabinow_Paul_Foucault_mas_alla_del_estructuralismo_y_la_hermeneutica.pdf
- Foucault, M. (2006). Seguridad, territorio, población: Curso en el Collège de France 1977-1978. Buenos Aires, Argentina: FCE. <https://www.uv.mx/tipmal/files/2016/10/M-FOUCAULT-SEGURIDAD-TERRITORIO-POBLACION.pdf>
- Foucault, M. (2009). El gobierno de sí y de los otros. Curso en el Collège de France. Fondo de Cultura Económica. https://monoskop.org/images/7/78/Foucault_Michel_El_gobierno_de_si_y_de_los_otros.pdf
- Gluckman, P. (2014). The art of science advice to government. *Nature* Vol. 507 163-165. <https://www.nature.com/articles/507163a.pdf>
- Gluckman P. (2018). The role of evidence and expertise in policy-making: the politics and practice of science advice. *Journal & Proceedings of the Royal Society of New South Wales*, vol. 151, part 1, 2018, pp.91–101. ISSN 0035-9173/18/010091-11. <https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2018/08/Gluckman-18-JProcRoyalSocNSW-The-role-of-evidence-expertise-in-policy-making-politics-practice-of-science-advice.pdf>
- Gluckman, P., Bardsley, A. y Kaiser, M. (2021). Brokerage at the science–policy interface: from conceptual framework to practical guidance. *Nature Humanities and Social Sciences Communications*, Mar 19 2021. <https://www.nature.com/articles/s41599-021-00756-3.pdf>
- Grindle, M. (1997). *Getting Good Government. Capacity Building in the Public Sector of Developing Countries*. Harvard: Harvard University Press
- Haesbaert, R. (2013). Del mito de la desterritorialización a la multiterritorialidad. *Cultura representaciones soc.* 2013, vol.8, n.15, pp.9-42. ISSN 2007-8110. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102013000200001
- Hall, J. y Schroeder, R. (2005). *An Anatomy of Power. The Social Theory of Michael Mann*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Hannigan, J. (2016). *The Geopolitics of Deep Oceans*. Polity Press

- Hurlbert, M. (2015). Bringing Together Climate, Science and Policy: Contributions for Influential Science in Latin America. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/55008/IDL-55008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hutchings, J. y Stenseth, N. (2016). Communication of Science Advice to Government. *Trends in Ecology & Evolution*, January 2016, Vol. 31, No. 1. <https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2016/05/Stenseth.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC. (2019). Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. <https://www.ipcc.ch/srocc/>
- Jäger, Jill (coordinador). Responses to Environmental and Societal Challenges for our Unstable Earth (RESCUE), ESF Forward Look – ESF-COST ‘Frontier of Science’ joint initiative. European Science Foundation, Strasbourg (FR) and European Cooperation in Science and Technology, Brussels (BE). ISBN: 978-2-918428-56-5. 60 p.
- Jessop, B. (2017). El Estado. Pasado, presente y futuro. Madrid: Catarat
- Lefebvre Henri, 1991. The Production of Space. United States: Wiley-Blackwell, Oxford
- Jiménez, Guillermo y Ramírez, Cesar. 2008. Gobierno y políticas públicas. Programa Administración Pública Territorial. Escuela Superior de Administración Pública. Bogotá, Colombia. 166p
- Kimball, L. (2003). La Gobernanza Internacional del Océano. UICN
- Kowarsch, M., Jabbour, J., Flachslan, C., Kok, M.T.J., Watson, Sir R., Haas, P.M., *et al.* (2017). A road map for global environmental assessments. *Nature Climate Change* 7(6), pp.379-382. <https://www.nature.com/articles/nclimate3307.epdf>
- Lee A. Kimball (2001). International Ocean Governance: Using International Law and Organizations to Manage Marine Resources Sustainably. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. xii + 124 pp.
- Lettelier, M. y Dalmasso, C. (2020). La interfaz ciencia-política en torno al cambio climático en la Provincia de Mendoza, Argentina. *Rev. Estudios Políticos y Estratégicos Volumen 8, no. 1.* <https://sitios.vtte.utem.cl/revistaepe/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/revista-estudios-politicos-estrategicos-epe-vol8-n1-2020-Lettelier-Dalmasso.pdf>
- López-Vergès, S., Macías-Navarro, L., Hernández-Mondragón, A.C., Corrales-Aguilar E., Soler M.G., y Guerra, M. (2021). Closing the Gap Between Emerging Initiatives and Integrated Strategies to Strengthen Science Diplomacy in Latin America. *Frontiers in Research Metrics and Analytics*. 6 (664880) 1-7. doi: 10.3389/frma.2021.664880
- Mann, M. (1991). El poder autónomo del Estado: sus orígenes, mecanismos y resultados. *Zona Abierta*, No. 57-58, Madrid, pp. 15-50.
- Mann, M. (2008). Infrastructural power revisited. *Studies in comparative international development*. No. 43(3), pp. 355-365.

- Mazé, C., Ragueneau, O., Weisbein, J. y Mariat-Roy, E. (2015). Pour une anthropologie politique de la mer. *Revue Internationale d'Ethnographie, Société Européenne de Ethnographie de l'Education*, 2015, 5, pp.189-202.
- Meadows, Donella. (1972). *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad*. Fondo de Cultura Económica. 253 pp.
- MIDEPLAN, MINAE y MAG. (2017). Informe Nacional ante la Conferencia Global de los Océanos, Costa Rica. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiFoOn2mqXxAhUPheAKHQxLA5oQFjAIegQICRAE&url=http%3F%2Fpelagicoscr.org%2Fes%2Ffile%2F59%2Fdownload%3Ftoken%3DUhSXE3Tl&usg=AovVaw2kVRcFOnUI3h9Act0aasOo>
- MINAE – SINAC – CONAGEBIO – FONAFIFO. (2018). Sexto Informe Nacional de Costa Rica ante el Convenio de Diversidad Biológica. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo – Apoyo técnico para que las Partes Elegibles desarrollen el Sexto Informe Nacional para el CDB (6NR-LAC, SecCDB, GEF, PNUD) , Costa Rica.
- Montañez, G. y Delgado, O. (1988). *Espacio, territorio y región: conceptos básicos para un proyecto nacional*. https://acoge2000.homestead.com/files/Montanez_y_Delgado._1998.pdf
- Nettl, J.P. (1968). *The State as a Conceptual Variable*. Cambridge: World Politics
- Nofal, N. (2007). La gestión del conocimiento como fuente de innovación. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, núm. 61, septiembre-diciembre, 2007, pp. 77-87 Universidad EAN Bogotá, Colombia
- Obando. V. 2008. *Biodiversidad de Costa Rica en cifras*. Santo Domingo, Heredia, CR, INBio.
- OECD. (2015). *Scientific Advice for Policy Making: The Role and Responsibility of Expert Bodies and Individual Scientists*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 21, OECD Publishing, Paris. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5js3311jcpwb-en.pdf?expires=1626039072&id=id&accname=guest&checksum=49D0A0C3CCB81E9A62D227956D80BEB0>
- O'Donnell, G. (2010). *Democracia, agencia y estado: teoría con intención comparativa*. Buenos Aires: Prometeo
- Organización de las Naciones Unidas – ONU. (1972). *Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano*. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>
- Asamblea Legislativa. (1995a, 25 de setiembre). Expediente de Ley 7554. *Ley Orgánica del Ambiente*. Sistema de Información Legislativa
- Organización de las Naciones Unidas - ONU. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo “Nuestro futuro común”*. http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Organización de las Naciones Unidas – ONU. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

- Oszlak, O. (2007). Formación histórica del Estado en América Latina. Elementos teóricos metodológicos para su estudio. En *Lecturas sobre el Estado y las políticas públicas: retomando el debate de ayer para fortalecer el actual*, editado por Acuña, Carlos. 115 – 142. Argentina: Proyecto de Modernización del Estado-Jefatura de Gabinete de ministros de la Nación.
- Parkhurst *et al.* (2020). Understanding evidence use from a programmatic perspective: conceptual development and empirical insights from national malaria control programmes. *Evidence & Policy: A Journal of Research, Debate and Practice*, Sept 2020. <https://www.ingentaconnect.com/content/tpp/ep/pre-prints/content-evidpold1900074#>
- Petersen, A. (2014). The Ethos of scientific advice: a pragmatist approach to uncertainty and ignorance in science and public policy. En Regt, H. and Kwa, C. eds. (2014), *Building Bridges: Connecting Science, Technology and Philosophy – Essays presented to Hans Radder*, Amsterdam: VU University Press, pp. 53–62. <https://www.ingsa.org/wp-content/uploads/2016/04/Petersen-book-chapter-Building-Bridges-2014.pdf>
- Raffestin, C. (1986). *Ecogénese territoriale et territorialité*. En *Espaces, jeux et enjeux*, editado por Auriac, Frank y Brunet, Roger. 173 – 183. Paris: Fayard editions
- Repetto, F. (2003). Capacidad estatal: requisito necesario para una mejor política social en América Latina. Ponencia presentada en el VIII Congreso del CLAD, Panamá
- Rey, M. (2014). Capacidad estatal y poder del Estado en Latinoamérica del siglo XXI: una perspectiva política para el análisis de las políticas públicas y la estatalidad. *Estado y políticas públicas* n°2. 115-139.
- Rodríguez, M. (1997). Teorías y enfoques de desarrollo económico. *Papeles de Población*, núm.13, enero-marzo, 1997, pp. 55-74 Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México
- Scartascini, C. y Tommasi, M. (2014). Capacidades gubernamentales en América Latina: Por qué son tan importantes, qué se sabe sobre ellas y cuáles son los pasos a seguir. *Resumen de políticas del BID*; 210, New York.
- Steinberg, P. (2011). *The social construction of the ocean*. Cambridge University Press, United Kingdom
- Steinberg, P. Peters, K. (2019). The ocean in excess: Towards a more-than-wet ontology. *Dialogues in Human Geography* 9(3): 293-307. DOI: 10.1177/2043820619872886
- Simpfendorfer, C. *et al.* (2011). The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Marine and Freshwater Research* 62, 518-527. www.publish.csiro.au/journals/mfr
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET). (2008). *GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera*. San José, CR. 60 p.
- Solecki, W., Delgado, G., Roberts, D., Rosenzweig, C. y Walsh, B. (2021). Accelerating climate research and action in cities through advanced science-policy-practice partnerships. *npj Urban Sustain* 1, 3 (2021). 23rd Feb 2021. <https://www.nature.com/articles/s42949-021-00015-z.pdf>

- United Nations Environment Programme. (2017). Strengthening the Science-Policy Interface: A gap analysis. Nairobi. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/22261/Gap_Analysis_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- United Nations Environment Programme. (2018). Avances en la labor del grupo especial de expertos de composición abierta sobre la basura marina y los microplásticos, establecido en virtud de la resolución 3/7. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/31162/k1804170s.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- United Nations Environment Programme. (2021). Making Peace with Nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. <https://www.unep.org/es/resources/making-peace-nature>
- Valdés, L. *et al.* (eds). (2017). Global Ocean Science Report - The current status of ocean science around the world. Comisión Oceanográfica Intergubernamental, IOC-UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000250428>
- Vargas, G. (2012). Espacio y territorio en el análisis geográfico. Reflexiones n° 91 (1): 313-326
- Warren, J., Díaz, H. y Hurlbert, M. (2013). The Cassandra Problem: A Review of Science-Policy Interface Literature. Regina, Canadá: University of Regina. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/55008/IDL-55008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Wegrich, K. y Štimac, V. (2014). Coordination Capacity, in: Wegrich, K., Lodge, M. (Eds.), The Problem-Solving Capacity of the Modern State. Oxford University Press, Oxford, pp. 41–62.
- Weber, M. (1919). La política como vocación. FLACSO. En: https://www.ucursos.cl/facso/2015/2/PS01011/2/material_docente/bajar?id_material=1187931
- Zapian, Maite. (s.f.). Reseña “Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la Humanidad”. <http://habitat.aq.upm.es/gi/mve/daee/tmzapiain.pdf>
- Zurbriggen, Cristina. (2011). Gobernanza: una mirada desde América Latina. Perf. latinoam. vol.19 no.38 México jul./dic. 2011. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-76532011000200002

IGUALDAD DE GÉNERO Y OCÉANOS: UNA AGENDA GLOBAL CON ACCIONES PENDIENTES

Mariamalia Rodríguez Chavez²⁶

Resumen

El artículo resalta elementos sobre la igualdad de género en diversos sistemas de gobernanza y las ciencias oceánicas. Se exponen brevemente algunos resultados de las investigaciones realizadas en el seno del Programa de la Universidad Marítima Internacional sobre Empoderamiento de Mujeres en la Década de las Ciencias Oceánicas de Naciones Unidas, identificando avances, desafíos y buenas prácticas; y concluye resaltando el progreso en cuanto a igualdad de género y la visualización de este tema en procesos multilaterales sobre océanos.

Palabras claves: igualdad de género, ciencias oceánicas, gobernanza, datos desagregados por género, toma de decisión.

Keywords: gender equality, ocean sciences, governance, gender disaggregated data, decision making.

I. CARENCIAS Y DESAFÍOS EN PERSPECTIVA DE GÉNERO EN EL DERECHO DEL MAR Y LAS POLÍTICAS OCEÁNICAS

La evolución en las negociaciones de la Convención las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (CONVEMAR) y otros instrumentos ambientales internacionales inició en la década de 1970, siendo también la década en la que el movimiento feminista comenzó a ganar impulso.²⁷

A pesar que la Declaración Universal de Derechos Humanos de 1948 incluyó la igualdad de género como parte del derecho internacional de los derechos humanos, la relevancia de este tema en los asuntos oceánicos no se reflejó en la CONVEMAR,²⁸ conocida también como la Constitución de los océanos, y la cual estableció el marco jurídico de los mares y océanos con el objetivo de promover su uso pacífico, así como el uso equitativo y eficiente de sus recursos, y la protección del medio marino.²⁹ Las negociaciones de la Convención comenzaron en la década de 1970, finalizaron en 1982 y entraron en vigor en 1994. Se puede inferir que algunas cuestiones críticas, como la igualdad de género, no eran una prioridad clave para

26 Jurista, consultora del High Seas Alliance, trabaja con los países Latinoamericanos que participan en el proceso de negociación en Naciones Unidas sobre un nuevo Tratado para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina en áreas fuera de la jurisdicción nacional.

27 Naciones Unidas. Igualdad de género: Derechos de las mujeres como derechos humanos. Disponible desde internet en: <https://www.un.org/en/global-issues/gender-equality> [con acceso el 27-3-2023].

28 Convención de Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (Montego Bay, 10 Diciembre 1982, en vigencia 16 Noviembre 1994) 1833 UNTS 396.

29 *Ibid.* Párrafo 4.

los negociadores en ese momento y “aunque la CONVEMAR afirma el principio de igualdad de derechos de las personas -que incluye la igualdad de género-, no ha sido históricamente neutral en cuanto al género,”³⁰ y hasta hace poco, mostrando una “sobrerrepresentación de actores masculinos.”³¹

Un ejemplo para visualizar la urgente necesidad de mejorar la representación de las mujeres en los marcos institucionales relacionados a los asuntos oceánicos se encuentra en las instituciones creadas por la CONVEMAR. En el Tribunal Internacional del Derecho del Mar (ITLOS, por sus siglas en inglés), sólo 6 de los 21 jueces son mujeres;³² la Comisión de Límites de la Plataforma Continental (CLCS, por sus siglas en inglés) tiene una mujer entre sus 21 miembros expertos para el período de 2023-2028;³³ y una mujer nunca ha sido Secretaria General de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA, por sus siglas en inglés).³⁴

Además, un desafío general son los limitados o a veces inexistentes datos desglosados por género sobre la participación y representación de las mujeres y otros géneros en los marcos de gobernanza y ciencias oceánicas, lo que implica obstáculos importantes para informar debidamente los procesos de toma de decisiones y lograr avanzar hacia una realidad equitativa en los asuntos oceánicos.

II. OPORTUNIDADES DE LIDERAZGO: IGUALDAD DE GÉNERO EN LA DÉCADA DE LAS NACIONES UNIDAS DE LAS CIENCIAS OCEÁNICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La igualdad de género es uno de los valores respaldados por Naciones Unidas, sin embargo, existen múltiples pendientes en materia de incorporación de la perspectiva de género en temas de océanos. La igualdad será más tangible cuando las mujeres participen plenamente en la realización de investigaciones científicas marinas, cuando estén representadas en todos los niveles en las estructuras de gobernanza científica y estén efectivamente representadas en los procesos de toma de decisiones. La Década de las Ciencias Oceánicas brinda una valiosa oportunidad y plataforma para promover la igualdad de género y el empoderamiento de las científicas a través de acciones concretas.³⁵

En este contexto, el Programa de Empoderamiento de Mujeres para la Década de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible de la Universidad Marítima Internacional-

30 Irini Papanicolopulu, Gabriele Goettsche-Wanli, ‘Gender and the Law of the Sea: a Global Perspective’ in Proceedings of International Conference Exploring the human element of the oceans: the gender implications of the law of the sea Conference (University of Milano-Bicocca on 25–26 May 2017), pg. 50.

31 Irini Papanicolopulu, Gina V. Heathcote, ‘Feminism and the Law of the Sea: a Preliminary Inquiry’ in Proceedings of International Conference Exploring the human element of the oceans: the gender implications of the law of the sea Conference (University of Milano-Bicocca on 25–26 May 2017), pg. 93.

32 ITLOS. Miembros. Disponible desde internet en: <https://www.itlos.org/en/main/the-tribunal/members/> [acceso 12-10-2023].

33 CLCS. Miembros. Disponible desde internet en: https://www.un.org/depts/los/clcs_new/commission_members.htm#Officers%20of%20the%20Commission [acceso 12-10-23].

34 ISA. Secretaría General. Disponible desde internet en: <https://www.isa.org.jm/the-secretary-general/> [acceso 12-10-2023].

35 Long, R., Sun, Z., & Rodríguez Chaves, M. (2022). “Chapter 5 Gender Leadership for the UN Decade of Ocean Science”. In *The United Nations Convention on the Law of the Sea, Part XI Regime and the International Seabed Authority: A Twenty-Five Year Journey*. Leiden, The Netherlands: Brill | Nijhoff. doi: https://doi.org/10.1163/9789004507388_010

Instituto Oceánico Global Sasakawa³⁶, es un programa de investigación y desarrollo de capacidades, patrocinado por el Departamento de Pesca y Océanos de Canadá (DFO, por sus siglas en inglés). El objetivo del programa es explorar la igualdad de género en organismos internacionales y organizaciones no gubernamentales que se ocupan de la investigación científica marina.³⁷

Dos grandes líneas de acción demarcan el trabajo del programa, a saber: a) el papel de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres en la realización de las ciencias oceánicas; b) igualdad de género en los sistemas regulatorios y de gobernanza que coordinan, gestionan y utilizan las ciencias oceánicas.

En la primera línea de acción, la investigación realizada por dos candidatas a doctorado de la Universidad Marítima Internacional han expuesto importantes aportes en dos áreas de estudio.

Los hallazgos de la investigadora Renis Auma Ojwala, nacional de Kenia, revelaron que en dicho país existen variaciones considerables en términos de género, edad y etnia. El estudio establece datos de referencia desglosados por género en las principales instituciones responsables de las ciencias y la gestión oceánica en Kenia. Los resultados señalan que menos estudiantes mujeres se matriculan en programas de ciencias oceánicas que sus homólogos masculinos, y el personal femenino está subrepresentado en todas las instituciones estudiadas. Resultados adicionales señalan que hay menos mujeres representadas en agencias gubernamentales y organizaciones intergubernamentales. Las organizaciones no gubernamentales obtuvieron mejores resultados en materia de igualdad de género en cuanto a su personal que las agencias gubernamentales e intergubernamentales. De gran relevancia resaltar es la representación insuficiente de mujeres en puestos superiores: sólo dos de cada nueve directores en agencias gubernamentales son mujeres, siendo que la mayoría de las mujeres ocupan puestos inferiores en jerarquía institucional.³⁸ Finalmente, la mayoría de las universidades públicas que participaron en la investigación contaban con políticas de género, aunque éstas estaban desactualizadas. Otro elemento relevante de resaltar es que mejores políticas de género no necesariamente se tradujeron en un mejor equilibrio de género, como lo demuestra la constante subrepresentación de las mujeres como estudiantes, personal académico y tomadores de decisiones.³⁹

Por su parte, la investigadora Ellen Johannesen, nacional de Canadá, ha centrado su investigación en el papel del género en la práctica de las ciencias marinas internacionales, específicamente en el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES, por sus siglas en inglés) donde labora como oficial coordinadora.

36 World Maritime University, "Launch of Recruitment for Ph.D. Scholarship and Post-Doctoral Fellowship Programme – Empowering Women for the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development", news release 31 May 2019, <https://www.wmu.se/news/launch-of-recruitment-for-ph-d-scholarship-and-post-doctoral-fellowship-programme-empowering-women-for-the-united-nations-decade-of-ocean-science-for-sustainable-development>. See also: <https://empoweringwomen.wmu.se>

37 World Maritime University, *Conference Report: Third WMU International Women's Conference – Empowering Women in the Maritime Community*, (WMU, 2019). Available at: https://commons.wmu.se/lib_reports/62/ [accessed 22-3-2023].

38 Auma Ojwala, Rennis (2023) Status of gender equality in ocean research, conservation and management institutions and organisations in Kenya, *African Journal of Marine Science*, 45:2, 105-115, DOI: <https://doi.org/10.2989/1814232X.2023.2213724>

39 Auma Ojwala, Rennis, *et al.* (2022) 'Effectiveness of gender policies in achieving gender equality in ocean science programmes in public universities in Kenya', *Marine Policy*, 144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105237>

La investigadora resalta la relevancia de disponer de datos tanto cuantitativos como cualitativos. En ICES aún se trabaja en la recopilación sistemática de datos desglosados por género, sin embargo un ejemplo sobre representación de distintos géneros se realizó tomando en cuenta la Conferencia Científica Anual como base representativa de la comunidad científica de ICES, y donde se encontró un equilibrio de género casi perfecto de 50/50, pero a medida que se avanza en los niveles de toma de decisiones de la organización, se revela una importante subrepresentación en los roles de liderazgo: las mujeres representan alrededor del 20% de los miembros de los distintos comités. Asimismo, cuando se evalúa a los miembros de ICES según sus contribuciones científicas específicas, las mujeres ganan 2/3 de los premios, pero cuando dichos reconocimientos dependen de nominaciones; solo dos mujeres han ganado dicho reconocimiento. La investigadora también señala que la igualdad de género no se trata sólo de cómo se ve (información cuantitativa), sino también de cómo se siente, y por ello rescata la relevancia de recopilar datos cualitativos. Mediante una encuesta realizada a la comunidad científica de ICES, la investigadora preguntó a los encuestados si alguna vez habían presenciado o experimentado acoso por motivos de género, y se descubrió que 1/3 de los encuestados lo había experimentado. Los tipos de experiencias que describieron fueron: exclusión sutil/no ser escuchado; sexismo cotidiano; progresión obstaculizada por tener hijos; comentarios sobre el cuerpo; insinuaciones sexuales persistentes y no deseadas, entre otros.⁴⁰ La investigadora también trabajó en el desarrollo del Plan de Igualdad de Género de ICES, el cual fue aprobado en 2022.

El segundo eje de investigación del programa, en el cual se enfoca mi investigación, se centra en la igualdad de género en un grupo de organizaciones intergubernamentales que contribuyen a los sistemas de gobernanza de los océanos dependientes de la ciencia,⁴¹ a saber: la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (IOC- UNESCO, por sus siglas en inglés), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), la División de Derecho del Mar y Asuntos Oceánicos (DOALOS, por sus siglas en inglés), la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos (ISA), el Grupo Conjunto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GES-AMP, por sus siglas en inglés) y con organizaciones no gubernamentales, incluida la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, por sus siglas en inglés) y la Alianza de Alta Mar (HSA, por sus siglas en inglés).

En los siguientes párrafos se resaltan algunos de los resultados específicamente de las organizaciones intergubernamentales. En una primera fase de recopilación de datos, el programa investigó si estas organizaciones habían avanzado en los siguientes elementos: a) políticas o planes de acción sobre igualdad de género; b) designación de puntos focales de género; c) programas de desarrollo de capacidades/educación; d) compromisos oficiales sobre género y océanos; e) publicaciones y eventos. La gran mayoría de las organizaciones cuentan con una política de género y planes de acción o estrategias; sin embargo, es deseable que se reflejaran estadísticas actualizadas sobre la implementación de objetivos o indicadores de

40 Ronán Long, José Manuel Pacheco Castillo, Elnaz Barjandi, Rián Derrig, Linda Del Savio, Dorothee Seybold, Andrew Birchenough, and Fredrik Haag (Ed.), *Protecting the Ocean - Moving Forward at 50: London Convention/Protocol and Stockholm Declaration, Fiftieth Anniversary Proceedings*, World Maritime University, 2023, pg. 171-172. También: E Johannesen, F Barz, D J Dankel, S B M Kraak, Gender and early career status: variables of participation at an international marine science conference, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 80, Issue 4, May 2023, Pages 1016–1027, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad028>

41 Long, R., Sun, Z., & Rodríguez Chaves, M. (2022). "Chapter 5 Gender Leadership for the UN Decade of Ocean Science". In *The United Nations Convention on the Law of the Sea, Part XI Regime and the International Seabed Authority: A Twenty-Five Year Journey*. Leiden, The Netherlands: Brill | Nijhoff. doi: https://doi.org/10.1163/9789004507388_010

género en informes que aborden esos instrumentos. Asimismo, los puntos focales de género se gestionan en diferentes formatos, por ejemplo: ISA y DOALOS cuentan con oficiales designados; IOC se complementa con la División de Igualdad de Género de la UNESCO, la FAO tiene una red de puntos focales de género y GESAMP tiene un portavoz sobre género. Adicionalmente, una buena parte de las organizaciones cuentan con programas de desarrollo de capacidades/educación, aunque algunos son más especializados que otros en ciencias marinas.

En relación con los compromisos oficiales sobre género y océanos, sólo la ISA tiene un compromiso voluntario específico para mejorar el rol de las mujeres en la investigación científica marina. Los compromisos de la FAO, DOALOS e IOC responden a objetivos estratégicos más amplios de igualdad de género de las agencias de las Naciones Unidas (por ejemplo, la Declaración y Plataforma de Acción de Beijing, así como las resoluciones de la Asamblea General de las Naciones Unidas sobre paridad de género). Muchas organizaciones tienen publicaciones sobre igualdad de género y organizan diferentes eventos para crear conciencia sobre el empoderamiento de las mujeres. Sin embargo, esas entidades deben trabajar activamente –junto con sus Estados miembros– para lograr una representación efectiva de las mujeres en los órganos de toma de decisiones y en puestos de liderazgo superior, ya que la información disponible a este respecto muestra que hay menos mujeres en dichos puestos.⁴²

Asimismo, en el trabajo de investigación con dichas instancias se identificaron desafíos en igualdad de género que continúan estando presentes, por ejemplo: la falta o la deficiencia de datos desagregados por género, que es un componente clave para: a) procesos de toma de decisiones informadas, b) creación de información de referencia o líneas base; c) inversión en programas de desarrollo de capacidades; y d) fortalecer la rendición de cuentas (informes y reportes para monitorear las actividades de incorporación de la perspectiva de género). Otros desafíos incluyen la implementación efectiva de políticas de igualdad de género; procesos de contratación adecuados para mejorar la representación de las mujeres en puestos de alto nivel; consideración de la dinámica de los cuidadores al diseñar el trabajo de campo; desafíos para lograr cambios estructurales que logren la igualdad de género, entre otros.⁴³

En un tono más positivo, se destacaron diversas buenas prácticas para mejorar la igualdad de género, tales como: horarios de trabajo flexibles; aumentar las medidas de atención infantil; programas de tutoría para alentar a las mujeres más jóvenes a progresar en niveles profesionales; establecer estándares mínimos para la incorporación de la perspectiva de género (por ejemplo, bases de datos estadísticas con datos desglosados por género; evaluaciones en igualdad de género, indicadores de desempeño, etc.); asignar tiempo dedicado y recursos, incluidos fondos para acciones de igualdad de género dentro de proyectos/programas; facilitar estructuras/redes de apoyo para mujeres; así como facilitar capacitaciones frecuentes, entre otros.⁴⁴

42 Zhen Sun, Ronán Long, Mariamalia Rodríguez- Chaves, Momoko Kitada, Francis Neat, Clive Schofield, Susan Buckingham, Jill Jarnsäter, Elnaz Barjandi, Renis Auma Ojwala and Ellen Johannesen (Ed.), *Empowering Women for the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development*, Malmö: World Maritime University, 2021. Pg. 50.

43 Momoko Kitada, Zhen Sun, Mariamalia Rodríguez Chaves. Información interna sobre entrevistas realizadas a oficiales de las organizaciones intergubernamentales parte de la investigación del Programa sobre Empoderamiento de Mujeres para la Década de los Océanos.

44 *Ibid.*

Con estos antecedentes, el Programa de la Universidad Marítima Internacional- Instituto Oceánico Global Sasakawa identificó áreas clave para informar el desarrollo de una Estrategia y Plan de Acción de Igualdad de Género, como uno de sus principales productos, y que incluye recomendaciones prácticas y relevantes para las políticas para mejorar la igualdad de género. Los cinco pilares incluyen: 1) Mujeres en el poder, toma de decisiones y liderazgo; 2) Cultura organizacional; 3) Desarrollo profesional y desarrollo de capacidades; 4) Comunicación y promoción; 5. Monitoreo y presentación de informes. Cada uno de estos ejes se compone de metas, objetivos y sus respectivas líneas de acción. Este producto se encuentra en su fase de finalización y consulta.

III. AVANCES EN EL MARCO DE PROCESOS MULTILATERALES SOBRE EL OCÉANO E IGUALDAD DE GÉNERO

Las leyes y políticas oceánicas con medidas sobre igualdad de género son cada vez más críticas para abordar los complejos problemas relacionados con los océanos y encontrar soluciones en las que todos puedan hacer contribuciones significativas.

En este sentido, un primer ejemplo de avance en la esfera del Derecho del Mar es el Tratado para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina en áreas fuera de la jurisdicción nacional (Tratado BBNJ, por sus siglas en inglés), el cual es el tercer acuerdo de implementación de la CONVEMAR. Después de casi 20 años de discusiones, el Tratado finalmente se adoptó el 19 de junio de 2023.⁴⁵ En este nuevo instrumento, la designación de miembros de los órganos subsidiarios establecidos en virtud del Tratado, a saber: el Comité de Acceso y Participación en los Beneficios, el Comité de Creación de Capacidad y Transferencia de Tecnología Marina, el Órgano Científico y Técnico, el Comité de Implementación y Cumplimiento, y el Comité de Finanzas, debe tener en cuenta la igualdad de género.⁴⁶ Además, las modalidades de creación de capacidad y transferencia de tecnología marina también deberían tener en cuenta las cuestiones de género.⁴⁷

Debe enfatizarse que el Tratado BBNJ es el primer instrumento sobre el Derecho del Mar que incluye disposiciones sobre igualdad de género, lo que también refleja el fuerte liderazgo de la presidenta de la Conferencia Intergubernamental, la diplomática Rena Lee, así como de las facilitadoras de los diferentes grupos de trabajo, y las distintas delegaciones que Estados y observadores que abogaron por la inclusión de estas disposiciones.

Otro avance notable en procesos multilaterales relacionados a las ciencias oceánicas y la gobernanza del océano se identifica en el tercer ciclo del Proceso Regular para la Presentación de Informes y Evaluación Global del Estado del Medio Marino, incluidos los Aspectos Socioeconómicos, en el cual se incorporará por primera vez en su historia un capítulo dedicado a género.

45 Naciones Unidas. Tratado sobre la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en áreas fuera de la jurisdicción nacional. Disponible desde internet en: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N23/177/31/PDF/N2317731.pdf?OpenElement> [acceso 12-10-2023].

46 Tratado BBNJ. Artículos 15, 46, 49, 52 y 55.

47 Tratado BBNJ. Artículo 42.

Este capítulo tiene el objetivo de proporcionar contenidos específicos sobre aspectos globales de alto nivel de género en la Sección 5A (economía oceánica sostenible e inclusiva), abarcando los siguientes elementos: a) el papel de la igualdad de género en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible; b) cuestiones de género en los sistemas de ciencias oceánicas y gobernanza de los océanos, y la importancia de la recopilación de datos desglosados por género en estos sistemas; y c) la consideración de cómo se ha incorporado la perspectiva de género en las ciencias y la tecnología oceánicas para fortalecer los enfoques basados en la ciencia (pesca, acuicultura, cambio climático, transporte marítimo, conservación marina).⁴⁸ Asimismo, dentro de este proceso, la coordinación de talleres de expertos regionales incluye el componente de igualdad de género, con el objetivo de considerar la información facilitada en los talleres regionales como parte de la elaboración del capítulo sobre género y océanos.⁴⁹

Un último ejemplo llama la atención sobre la importancia de la efectiva implementación de mandatos relacionados a la igualdad de género.

En el marco de la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), se han desarrollado diversas disposiciones para promover y asegurar la igualdad de género en las diferentes estructuras que componen dicho marco normativo. En este sentido, se han establecido acciones concretas para los Estados Parte de la Convención, como incluir objetivos incrementales con plazos específicos para la participación de las mujeres en la toma de decisiones; ampliar las oportunidades para puestos de liderazgo y la constitución de paneles de expertos con equilibrio de género.⁵⁰ Otras disposiciones específicas apuntan al Secretariado de la Convención para mantener y actualizar plataformas de información sobre la participación y representación de las mujeres; recopilar y analizar datos sobre la participación de las mujeres, incluida la membresía y la presidencia de órganos y grupos informales; promover medidas como programas de extensión/apoyo/creación de capacidades; asignación/reasignación de recursos, entre otros.⁵¹

No obstante, a pesar de contar con este tipo de provisiones modernas y concretas, la Conferencia de las Partes en su sesión 26 destacó que informes anuales sobre la composición de género para los años 2020 y 2021 evidencian una persistente falta de progreso en la participación de las mujeres.⁵² Por ejemplo,

48 UN DOALOS. Proceso regular para la presentación de informes y evaluaciones globales del estado del medio marino, incluidos los aspectos socioeconómicos. Esquema anotado de la evaluación de los océanos III. Disponible desde internet en: https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/2_clean_ver_edited_annotated_outline_of_third_assessment_final_clean.pdf [acceso 12-10-2012].

Buckingham, S., Hultman, M., Magnusdottir, G., and Morrow, K. eds (forthcoming) Susan Buckingham, Ellen Johannesen, Momoko Kitada, Ronan Long, Francis Neat, Renis Auma Ojwala, Mariamalia Rodriguez-Chaves, Clive Schofield, and Zhen Sun 'The Ocean We Want: a feminist approach to the Ocean Decade' *Feminist Climate Policy in Industrialised States: A Gender-Just Climate Emergency Response*. London: Routledge.

49 Primer taller de la segunda ronda de talleres regionales celebrados bajo los auspicios de las Naciones Unidas en apoyo del tercer ciclo del Proceso ordinario para la presentación de informes y evaluaciones mundiales del estado del medio marino, incluidos los aspectos socioeconómicos. Santos, Brasil, 10-17 de mayo de 2023. Disponible desde internet en: https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/presentations_of_the_santos_workshop.pdf [acceso 12-10-2023].

50 UNFCCC. Decisión 3/CP.25. Versión mejorada del Programa de trabajo de Lima sobre género y su plan de acción sobre género. Disponible desde internet en: <https://unfccc.int/documents/210471> [acceso 12-10-2023].

51 *Ibid.*

52 UNFCCC. Reporte FCCC/CP/2020/3 y Reporte FCCC/CP/2021/4. Disponible desde internet en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2020_03S.pdf [acceso 12-10-2023].

la representación de mujeres en las delegaciones nacionales ha disminuido desde 2018. Esta disminución también se observó entre los jefes y subjefes de las delegaciones de los Estados Parte.⁵³ Asimismo, se demostró la interseccionalidad entre el género y la edad de los delegados y jefes de delegación de los Estados Parte, donde la representación femenina cae abruptamente a medida que aumenta la edad.⁵⁴ En este contexto, la Conferencia de las Partes reconoce la urgente necesidad de mejorar la representación y el liderazgo de las mujeres en las delegaciones y en todos los órganos establecidos en la Convención, el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París,⁵⁵ y se enfatiza con este ejemplo que no es suficiente contar con políticas y medidas específicas sobre igualdad de género, sino lograr su implementación efectiva para asegurar dicho objetivo.

IV. SÍNTESIS

La gobernanza de los océanos (Océano) comprende una amplia variedad de actores y dinámicas. A nivel internacional, varias organizaciones intergubernamentales han impulsado estrategias de igualdad de género dentro de sus Secretarías en coordinación con los Estados miembros, y esta evolución ha resultado en la incorporación de mandatos y planes de acción para asegurar la igualdad de género en los sistemas de gobernanza de los océanos y de las ciencias del mar. Sin embargo, su efectiva implementación es aún un desafío. El cambio transformador para lograr una igualdad real depende de todos, y de las acciones que cada quien lidere en su día a día.

“La igualdad para las mujeres es progreso para todos”

(tema del Día Internacional de la Mujer 2014)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Naciones Unidas. Igualdad de género: Derechos de las mujeres como derechos humanos. Disponible desde internet en: <https://www.un.org/en/global-issues/gender-equality> [con acceso el 27-3-2023].

Convención de Naciones Unidas sobre Derecho del Mar (Montego Bay, 10 Diciembre 1982, en vigencia 16 Noviembre 1994) 1833 UNTS 396.

Irini Papanicolopulu, Gabriele Goettsche-Wanli, ‘Gender and the Law of the Sea: a Global Perspective’ in Proceedings of International Conference Exploring the human element of the oceans: the gender implications of the law of the sea Conference (University of Milano-Bicocca on 25–26 May 2017).

53 UNFCCC CoP 27. Noviembre 2022. Tema 14 del programa provisional Género y cambio climático. Disponible desde internet en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2022_03E.pdf [acceso 12-10-2023].

54 *Ibid.*

55 UNFCCC. Reporte FCCC/CP/2020/3 y Reporte FCCC/CP/2021/4. Disponible desde internet en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2020_03S.pdf [acceso 12-10-2023].

- Irini Papanicolopulu, Gina V. Heathcote, 'Feminism and the Law of the Sea: a Preliminary Inquiry' in Proceedings of International Conference Exploring the human element of the oceans: the gender implications of the law of the sea Conference (University of Milano-Bicocca on 25–26 May 2017).
- ITLOS. Miembros. Disponible desde internet en: <https://www.itlos.org/en/main/the-tribunal/members/> [acceso 12-10-2023].
- CLCS. Miembros. Disponible desde internet en: https://www.un.org/depts/los/clcs_new/commission_members.htm#Officers%20of%20the%20Commission [acceso 12-10-23].
- ISA. Secretaría General. Disponible desde internet en: <https://www.isa.org.jm/the-secretary-general/> [acceso 12-10-2023].
- Long, R., Sun, Z., & Rodríguez Chaves, M. (2022). "Chapter 5 Gender Leadership for the UN Decade of Ocean Science". In *The United Nations Convention on the Law of the Sea, Part XI Regime and the International Seabed Authority: A Twenty-Five Year Journey*. Leiden, The Netherlands: Brill | Nijhoff. doi: https://doi.org/10.1163/9789004507388_010
- World Maritime University, "Launch of Recruitment for Ph.D. Scholarship and Post-Doctoral Fellowship Programme – Empowering Women for the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development", news release 31 May 2019, <https://www.wmu.se/news/launch-of-recruitment-for-ph-d-scholarship-and-post-doctoral-fellowship-programme-empowering-women-for-the-united-nations-decade-of-ocean-science-for-sustainable-development>. See also: <https://empoweringwomen.wmu.se>
- World Maritime University, *Conference Report: Third WMU International Women's Conference – Empowering Women in the Maritime Community*, (WMU, 2019). Available at: https://commons.wmu.se/lib_reports/62/ [accessed 22-3-2023]
- Auma Ojwala, Rennis (2023) Status of gender equality in ocean research, conservation and management institutions and organisations in Kenya, *African Journal of Marine Science*, 45:2, 105-115, DOI: 10.2989/1814232X.2023.2213724
- Auma Ojwala, Rennis, *et al.* (2022) 'Effectiveness of gender policies in achieving gender equality in ocean science programmes in public universities in Kenya', *Marine Policy*, 144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105237>
- Ronán Long, José Manuel Pacheco Castillo, Elnaz Barjandi, Ríán Derrig, Linda Del Savio, Dorothee Seybold, Andrew Birchenough, and Fredrik Haag (Ed.), *Protecting the Ocean - Moving Forward at 50: London Convention/Protocol and Stockholm Declaration, Fiftieth Anniversary Proceedings*, World Maritime University, 2023, pg. 171-172.
- E Johannesen, F Barz, D J Dankel, S B M Kraak, Gender and early career status: variables of participation at an international marine science conference, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 80, Issue 4, May 2023, Pages 1016–1027, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad028>
- Zhen Sun, Ronán Long, Mariamalia Rodriguez- Chaves, Momoko Kitada, Francis Neat, Clive Schofield, Susan Buckingham, Jill Jarnsäter, Elnaz Barjandi, Renis Auma Ojwala and Ellen Johannesen (Ed.),

Empowering Women for the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development, Malmö: World Maritime University, 2021. Pg. 50.

Momoko Kitada, Zhen Sun, Mariamalia Rodríguez Chaves. Información interna sobre entrevistas realizadas a oficiales de las organizaciones intergubernamentales parte de la investigación del Programa sobre Empoderamiento de Mujeres para la Década de los Océanos.

Naciones Unidas. Tratado sobre la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en áreas fuera de la jurisdicción nacional. Disponible desde internet en <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/LTD/N23/177/31/PDF/N2317731.pdf?OpenElement> [acceso 12-10-2023].

UN DOALOS. Proceso regular para la presentación de informes y evaluaciones globales del estado del medio marino, incluidos los aspectos socioeconómicos. Esquema anotado de la evaluación de los océanos III. Disponible desde internet en: https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/2_clean_ver_edited_annotated_outline_of_third_assessment_final_clean.pdf [acceso 12-10-2023].

Primer taller de la segunda ronda de talleres regionales celebrados bajo los auspicios de las Naciones Unidas en apoyo del tercer ciclo del Proceso ordinario para la presentación de informes y evaluaciones mundiales del estado del medio marino, incluidos los aspectos socioeconómicos. Santos, Brasil, 10-17 de mayo de 2023. Disponible desde internet en: https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/presentations_of_the_santos_workshop.pdf

UNFCCC. Decisión 3/CP.25. Versión mejorada del Programa de trabajo de Lima sobre género y su plan de acción sobre género. Disponible desde internet en: <https://unfccc.int/documents/210471> [acceso 12-10-2023].

UNFCCC. Reporte FCCC/CP/2020/3 y Reporte FCCC/CP/2021/4. Disponible de internet en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2020_03S.pdf [acceso 12-10-2023].

UNFCC CoP 27. Noviembre 2022. Tema 14 del programa provisional Género y cambio climático. Disponible desde internet en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cp2022_03E.pdf [acceso 12-10-2023].

A NEW GOVERNANCE SCHEME FOR OCEAN STEWARDSHIP

Marcello Hernández-Blanco, Robert Costanza, Tundi Agardy,
Joshua Farley, Elizabeth Fulton, Ida Kubiszewski, Rifaae Rasheed ⁵⁶

Abstract

There are critical direct and indirect, positive and negative links between the ocean and human wellbeing at multiple scales. Many of the ecosystem services the ocean provides to humans, including fisheries, are common pool resources that are non-excludable but rival or subtractive. Others, including climate regulation, are non-rival and non-excludable pure public goods. Resources without any restriction or condition for their use, are known as open-access resources. Unrestricted access generally leads to unsustainable use. Many ocean ecosystems are open access, blue commons. They range in spatial scale from national, such as mangroves and coral reefs, to the open seas within Exclusive Economic Zones (EEZs), to Areas Beyond National Jurisdiction (ABNJ). There are also many species that migrate between national jurisdictions or between national and global blue commons. The sustainable stewardship of these blue commons is one of the most important current global governance challenges. We describe in detail how to create a Common Asset Trust (CAT) for blue commons and how such a system would operate.

Keywords: blue commons, common asset trusts, natural capital, ecosystem services, areas beyond national jurisdiction.

BLUE COMMONS AND HUMAN WELL-BEING

Our blue planet is the home of a wide range of ecosystems, with the global ocean covering 362 million km², a full 71% of the Earth's surface (Harris *et al.*, 2014). Marine ecosystems range from biodiversity-rich tropical and deep-water coral reefs to estuaries and the high seas, all interconnected in a myriad of ways we are only starting to understand. Indeed, the majority of animal life is marine (Bar-On *et al.*, 2018). At the same time, there is a critical connection between the ocean and human wellbeing that has existed for millennia. All these linkages are both direct and indirect, positive and negative, and exist at multiple scales (Rasheed, 2020; Short *et al.*, 2021).

56 Marcello Hernández-Blanco: Conservation Strategy Fund*Corresponding author: marcello.hernandez.b@gmail.com, Robert Costanza: Institute for Global Prosperity, University College London; Tundi Agardy, Sound Seas; Joshua Farley, Dept. of Community Development and Applied Economics; Gund Institute for Environment, The University of Vermont; Elizabeth Fulton, CSIRO Environment; Ida Kubiszewski, Centre for Marine Socioecology, University of Tasmania; Rifaae Rasheed Centre for Integrative Ecology, Faculty of Science, Engineering and Built Environment, Deakin University, Melbourne, Australia.

This article is based on a longer version research paper that is currently under review in an indexed journal.

Directly, the ocean provides food, education, livelihoods, medicine, transport, communication, recreation, treatments for disease, and many other goods and services (Fleming *et al.*, 2015). Indirectly, the ocean provides cultural services that support mental and physical health, including reduced stress, active lifestyle, improved air quality, social interactions, artistic inspiration, among many others (Fleming *et al.*, 2019), as well as key regulating services such as producing half, or more, of the planet's oxygen, and absorbing 93% of world's anthropogenic heat (Stuchtey *et al.*, 2020). The ocean has allowed cultures to communicate and spread around the world, and has contributed to the growth and evolution of civilizations into global powers (Erlandson & Fitzpatrick, 2006). Around 90% of international trade relies on oceanic shipping, and maritime trade volumes are expected to triple by 2050 (OECD, 2022). Without oceanic transport, the global economy would collapse.

Much of the ocean-based economy is motivated by basic human needs for food, energy, transportation, and recreation (Winther *et al.*, 2020). In the formal economy, ocean-based industries make up around 3.5 to 7% of global GDP, providing at least 31 million direct full-time jobs (Konar & Ding, 2020). This marine economy is growing rapidly and is predicted to approximately double by 2030. The informal economy is much harder to assess. It's been estimated that over 60% of the global adult labour force operates in the informal sector, at least part-time (ILO, 2018). This is up to a third of a country's GDP (Igin *et al.*, 2021), with women contributing a large proportion of the labour. In countries with large coasts, and especially in small island developing states, the majority of this informal economy is ocean-based. Communities are fully dependent on the ocean not only for the protein and nutrition that fish provide (Blue Food Assessment, 2021) but also for every other aspect of their lives.

One way to classify all these goods and services provided by the ocean is according to their "excludability and rivalness" status. Goods and services are "excludable" to the degree that individuals can be excluded from benefiting from them. Most privately owned, marketed goods and services are relatively easily excludable. However, it is difficult or impossible to exclude others from benefiting from many public goods, like a well-regulated climate, fish in the open seas, or the aesthetic benefits of a coral reef. Goods and services are "rival" to the degree that one person's benefiting from them interferes with or is rival with other's benefiting from them. Excludability is largely a function of supply (to what extent can producers exclude users) and is related to the cultural and institutional mechanisms available to enforce exclusion, while rivalness is a function of demand (how do benefits depend on other users) and is more a characteristic of the good or service itself.

All goods harvested from the ocean are rival, and many are non-excludable. Some services, such as climate regulation, are inherently non-rival and non-excludable, while others, such as waste absorption capacity, could be made excludable through local, regional or international agreements limiting waste emissions into the ocean. Scarce, rival resources should be made excludable to prevent over-exploitation (Daly & Farley, 2004; Hernández-Blanco & Costanza, 2019). To assess the stewardship of resources, the term subtractability has been suggested as a substitute to rivalry, since the competition for these resources occurs to differing degrees, and therefore people using a resource decreases the resources available for other people to consume, but does not entirely eliminate their availability (Ostrom, 2008).

At the global level, the ocean provides climate regulation, a benefit that is inherently non-excludable and non-rival, benefiting all of humanity. Currently, oceanic commercial transport is also non-excludable and

effectively non-rival⁵⁷ outside of the busiest shipping lanes. But this common benefit conflicts with another: noise, pollution and boat collisions degrade oceanic habitat for many species, notably cetaceans, disrupting oceanic ecosystems and their myriad benefits, shared by innumerable species. Carefully considered access rules are needed to address this conflict. Universal benefit is also associated with some ecosystem services at the local scale, such as the storm protection provided by a mangrove forest (Hernández-Blanco *et al.*, 2021; Hernández-Blanco *et al.*, 2022; Costanza *et al.*, 2021).

In contrast, resources that are non-excludable (or very difficult to exclude) but rival or subtractive are referred as common-pool resources (Ostrom, 2008). For example, in 1982, the United Nations Convention on the Law of the Sea created Economic Exclusion Zones (EEZ) that enable individual countries to regulate access to oceanic goods within 200 miles of their coast. Many countries have used these rights to restrict access to fish and other commodities (Srinivasan *et al.*, 2012). Oceanic waste absorption capacity is also rival—one nation's use leaves less for others— and largely non-excludable, though most nations have some restrictions on ocean dumping.

Common-pool resources can be managed by different institutional arrangements, which can be categorized (in general terms) as governmental, private or community ownership. Common-pool resources without any restriction or condition for their use, are known as open-access resources. Unrestricted access of such resources generally leads to unsustainable use (Ostrom, 2008). In this sense, Harding's "tragedy of the commons", in which unfettered access leads to overexploitation, referred specifically only to open access-resources (Hardin, 1968) not to resources that are managed as commons via community ownership.

In the case of the ocean, many common-pool resources, or blue commons, are open access, from national ecosystems such as mangroves, coral reefs, and the open seas within the EEZ, to global ecosystems such as Areas Beyond National Jurisdiction (ABNJ), as well as the species that migrate between national jurisdictions or between national and global blue commons.

The open access nature of most of the blue commons and its unsustainable use, plus its interconnection with the green commons, has caused the global degradation of the ocean. Among the main drivers of change of the ocean health are climate change, unsustainable fishing, atmospheric pollution causing acidification, land-based pollution (e.g. plastics of all sizes, nutrients, agrochemicals, chemicals), habitat loss and degradation through coastal development and agriculture, among others (United Nations, 2021; Duarte *et al.*, 2020). The cumulative impact of these threats, mainly from climate change, unsustainable fishing, land-based pollutions, and shipping, is now affecting 59% of the ocean, with coral reefs, seagrasses and mangroves at most risk (Halpern *et al.*, 2019).

For all these reasons, the sustainable stewardship of the blue commons is one of the greatest current global governance challenges. Failing to successfully address a national and global transformation to restore and protect the blue commons could mean crossing tipping points that could flip the system

57 The space occupied by one boat cannot simultaneously be occupied by another, meaning that it is technically rival, but the ocean is so vast there is rarely competition for a specific space.

(or parts of it) towards a new stable state, less biodiverse and less capable of providing vital benefits to the well-being of people around the planet (Steffen *et al.*, 2018).

CREATING COMMON ASSET TRUSTS FOR BETTER MARINE CONSERVATION AND RESTORATION ACROSS SPATIAL SCALES

Private property rights and conventional economic markets are relatively efficient at managing simple (rival, scarce and easily excludable, with no significant externalities) goods and services. On the other hand, common property such as coastal and marine resources (both rival and nonrival and not easily excludable) that should belong to everyone, including future generations, require significantly different institutions and management regimes (Costanza *et al.*, 2020).

Hardin's tragedy of the open-access ocean can potentially be solved by declaring it the common property of the members of the community with a stake, from local to global. For the open seas and the atmosphere, this means everyone on Earth. This would address the social dilemma in which members of a group can gain by cooperating, but cooperation is costly, and therefore each individual does better personally by not cooperating, no matter what the others do (Gintis, 2011). To achieve a win-win scenario on blue commons stewardship stakeholders need to have a clear understanding and agreement on a shared overarching goal, which broadly speaking should be a healthy and productive ocean for human well-being and the rest of nature. To achieve this shared goal, a legal entity or fiduciary association of citizen stakeholders which operates as a trust can manage the asset to maximize its shared value for all stakeholders – including natural ecosystems. For example, trustees could set a cap on the use of a resource according to metrics related to sustainability and well-being (Quilligan, 2012). For renewable resources, caps that are lower than reproduction rates allow stocks to increase. Larger stocks generate more ecosystem services, reduce harvest costs and allow for larger sustainable harvests in the future—an example of a win-win scenario. Furthermore, once the commons are protected for future generations, the trust can rent a portion of the ecosystem services provided by the blue natural capital under the cap to the private sector or to governmental institutions.

Thus, resources owned in common can be effectively managed through collective institutions that assure cooperative compliance with co-designed rules and agreements. Here we propose the creation of Common Asset Trusts (CATs) to sustainably manage the ocean. In essence a CAT is a collection of agreements and poly-centrally governed institutions in support of a shared purpose, sustainable management of public goods. To achieve this purpose, the design of these agreements and institutions can be guided by Ostrom's principles for sustainable commons management (Ostrom, 2008; Costanza *et al.*, 2020), which are functionally identical to core design principles for successful cooperation in the face of social dilemmas identified by evolutionary biologists (Atkins *et al.*, 2019; Wilson *et al.*, 2013). These eight core design principles for effective and sustainable commons management are: (1) clearly defined boundaries, (2) proportional equivalence between benefits and costs, (3) collective choice arrangements, (4) monitoring, (5) graduated sanctions, (6) conflict resolution mechanisms, (7) minimal recognition of rights to organize and (8) polycentric governance.

Any stewardship and legal system based on the commons should derive its governance and functionality from the ecosystem model, where individuals and their networks are horizontally linked and therefore power is dispersed, contrary to a hierarchy of power concentration common in State and market systems (Mattei, 2012). Furthermore, a key principle to natural capital stewardship through a CAT is to engage resource users directly in the protection, restoration and access to the blue commons and recognition of the rest of nature as a key stakeholder. For example, a CAT's foundations should be built around the inherent rights of nature, which will require humans to reconnect with the rest of nature in a democratic relationship with the community of life.

To design a CAT for the ocean, following Hernández-Blanco (2019) we propose a 7-step process, which is in close relation with Ostrom's principles for managing the commons. The first step is to identify the marine and coastal ecosystems that are going to be the subject of the CAT, taking into consideration properties such as location, extension and health of the ecosystem. The second step is to agree on the benefits (i.e., ecosystem services) and their value, that the CAT will focus on to ensure its sustainable use by the beneficiaries. Next, stakeholders of the CAT should have a clear understanding of the main threats the ecosystem faces, in order to address them efficiently. The institutional arrangement is the fourth step of this process, and it's the heart of the CAT, in which the rules of stewardship will be agreed among the stakeholders under a polycentric governance system.

The stewardship rules of the trust will produce the agreed management strategies to protect and restore the ecosystem and the benefits it provides to the trustees. These management strategies will consist of a wide arrangement of management actions, the exact identity of which will depend on the ecosystem (due to system specificity of function), the level of threats it faces, and the agreed division of benefits among the trustees. The sixth step is the creation of the financial mechanism of the CAT (i.e. how funds are going to be collected and used to finance the management strategies). We propose that these funds should come from the main externalities to the trust, both positive (i.e. benefits to specific beneficiaries, which can translate into instruments such as fees, ecosystem services markets), and negative (i.e. those who degrade the natural capital should be charged a fee or sanctioned). Finally, the process needs to be iterative, through monitoring and evaluation, allowing the CAT to adapt and evolve to new social and environmental conditions.

A GLOBAL CAT FOR THE OCEAN

A systems approach is key to effectively address the challenges of protecting, restoring and sustainably using the ocean. The majority of current approaches focus on the stewardship of a couple of elements of the socio-ecological marine system, mostly in an uncoordinated way. We need to first define a shared and common purpose or goal of this system in order to orchestrate the institutional arrangements and financial mechanisms at multiple levels towards its achievement.

In the case of ocean governance, the purpose in theory should be to create social well-being while maintaining a healthy ocean. However, by looking at how the current system behaves, it is evident that the economic element has a far greater role in guiding current global and national development decisions. The current purpose is arguably biased towards resource extraction and economic growth.

Recent global agreements provide some hope for creating this shared goal of protecting and restoring the global and national blue commons, such as the Kunming-Montreal Global biodiversity framework and the recent High Seas Treaty to protect the ocean. Nevertheless, stakeholders at all governance scales are struggling to design a stewardship framework to reach these goals and agreements. To address this cross-scale governance challenge, we propose the creation of a Global Ocean CAT (GOCAT) for ABNJ, since these areas comprise the entire global blue commons, co-owned by all stakeholders of the planet. The GOCAT would ensure that no single nation or interest has control or exclusive access to the open seas. However, it would allow nations and other interests to utilize the open seas sustainably and responsibly. Moreover, the GOCAT would allow for fragile, vulnerable, and valuable ocean ecosystems to be protected increasing the resilience of the entire ocean system. It would put these and other ocean ecosystems under the protection of a trust with trustees from existing regional, national, and sectorial bodies, as well as the scientific community as representatives of the ecosystems (Ban *et al.*, 2014).

Because of the interconnected nature of the ocean, and the global political and operational structure of the GOCAT, protecting the whole system of global blue commons, will require the governance of other subsystems. This is true of both capital and flows and could even extend to the management of particular species (e.g. keystone species and species of commercial interest), which will depend on goals set at the national and transnational scale. This will require a set of downscaled goals which will then require downscaled versions of the GOCAT, operating in synchronicity and coevolving with it in an interconnected and dynamic hierarchy of governance schemes.

Obviously, we are creating artificial boundaries between these geographical scales of the social-ecological marine system and it is expected that both “positive” and/or “negative” behaviors will emerge from crossing these boundaries. These behaviors relate to the ecosystems we want to protect, as well as to the governance structures that will be implemented as part of the CAT. Therefore, to operate effectively and efficiently, this nested approach should balance the freedoms and responsibilities of the whole system and its subsystems, with enough central control to ensure the coordination toward the larger system, and enough autonomy to keep all the subsystems working. In other words, this operationalizes the polycentric governance as described in Ostrom’s principle 8.

Ocean biotic and abiotic elements and functions are interconnected by subsystems beyond national boundaries. These transboundary blue commons will require a set of very specific measures, that although they should be part of the GOCAT, in reality political viability could dictate the implementation of measures that are specially aligned with the current goals of the governments, as well as with the idiosyncrasy and development history of the countries involved (Hurrell, 1994).

CONCLUSION

The future of our common ocean will depend on the agreement on a global shared goal to protect it and restore it, prioritizing ecological sustainability and ethical obligations to future generations and other species over economic efficiency. This shared goal can be achieved through the design and implementation of novel governance structures able to steward the blue commons at different time and special scales. To do this, we proposed the design of Common Asset Trusts based on Ostrom’s 8 governance principles.

These require co-production of rules and norms by all stakeholders related to the blue commons, directly and indirectly, and considering both positive and negative impacts.

CATs also present challenges in their implementation, mainly the political feasibility related to the effective and efficient coordination among governmental institutions and other key actors from society, as well as the coordination between national governments in the case of managing transboundary blue commons. Nevertheless, the polycentric nature of CATs can overcome some of these issues, empowering actors from society that have both a direct benefit and a potential threat to their livelihoods from the change in the health of blue commons. Furthermore, these polycentric structures will increase the scope of participation of different actors, and therefore potentially provide new livelihood opportunities to communities based on blue jobs related to the protection and conservation of the blue commons.

REFERENCES

- Atkins, P. W., Wilson, D. S., & Hayes, S. C. (2019). *Prosocial: Using evolutionary science to build productive, equitable, and collaborative groups*. New Harbinger Publications.
- Ban, N. C., Bax, N. J., Gjerde, K. M., Devillers, R., Dunn, D. C., Dunstan, P. K., Hobday, A. J., Maxwell, S. M., Kaplan, D. M., & Pressey, R. L. (2014). Systematic conservation planning: A better recipe for managing the high seas for biodiversity conservation and sustainable use. *Conservation Letters*, 7(1), 41–54.
- Bar-On, Y. M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506–6511.
- Blue Food Assessment. (2021). *Building Blue Food Futures for People and the Planet -The Report of the Blue Food Assessment*. <https://bluefood.earth/policy/>
- Carlisle, K., & Gruby, R. L. (2019). Polycentric systems of governance: A theoretical model for the commons. *Policy Studies Journal*, 47(4), 927–952.
- CMAR. (2004). *Corredor marino de conservación y desarrollo sostenible del pacífico este tropical entre las islas Coco – Galápagos –Malpelo – Coiba – Gorgona. Antecedentes y consideraciones técnicas para su definición*.
- Costanza, R., Anderson, S. J., Sutton, P., Mulder, K., Mulder, O., Kubiszewski, I., Wang, X., Liu, X., Pérez-Maqueo, O., & Martinez, M. L. (2021). The global value of coastal wetlands for storm protection. *Global Environmental Change*, 70, 102328.
- Costanza, R., Atkins, P. W., Hernandez-Blanco, M., & Kubiszewski, I. (2020). Common asset trusts to effectively steward natural capital and ecosystem services at multiple scales. *Journal of Environmental Management*, 280, 111801.
- Daly, H. E., & Farley, J. (2004). *Ecological economics: Principles and applications*. Island press. https://books-google-com-au.virtual.anu.edu.au/books?hl=en&lr=&id=20R9_6rC-LoC&oi=fnd&p-

g=PR5&dq=ecological+economics+principles+and+applications+2004&ots=yISDF9HQTV&sig=l0fSFvDK60s5LLjJc0IVXZIr2RM

- Duarte, C. M., Agusti, S., Barbier, E., Britten, G. L., Castilla, J. C., Gattuso, J.-P., Fulweiler, R. W., Hughes, T. P., Knowlton, N., & Lovelock, C. E. (2020). Rebuilding marine life. *Nature*, 580(7801), 39–51.
- Enright, S. R., Meneses-Orellana, R., & Keith, I. (2021). The Eastern Tropical Pacific Marine Corridor (CMAR): The Emergence of a Voluntary Regional Cooperation Mechanism for the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity Within a Fragmented Regional Ocean Governance Landscape. *Frontiers in Marine Science*, 569.
- Erlandson, J. M., & Fitzpatrick, S. M. (2006). Oceans, islands, and coasts: Current perspectives on the role of the sea in human prehistory. *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 1(1), 5–32.
- Fleming, L., Depledge, H., McDonough, N., White, M., Pahl, S., Austen, M., Goksoyr, A., Solo-Gabriele, H., & Stegeman, J. (2015). *The Oceans and Human Health*. Oxford University Press.
- Fleming, L. E., Maycock, B., White, M. P., & Depledge, M. H. (2019). Fostering human health through ocean sustainability in the 21st century. *People and Nature*, 1(3), 276–283.
- Gintis, H. (2011). Gene–culture coevolution and the nature of human sociality. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1566), 878–888.
- Gjerde, K. M., & Yadav, S. S. (2021). Polycentricity and Regional Ocean governance: Implications for the emerging UN agreement on marine biodiversity beyond National Jurisdiction. *Frontiers in Marine Science*, 1205.
- Halpern, B. S., Frazier, M., Afflerbach, J., Lowndes, J. S., Micheli, F., O’Hara, C., Scarborough, C., & Selkoe, K. A. (2019). Recent pace of change in human impact on the world’s ocean. *Scientific Reports*, 9(1), 1–8.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859), 1243–1248.
- Harris, P. T., Macmillan-Lawler, M., Rupp, J., & Baker, E. K. (2014). Geomorphology of the oceans. *Marine Geology*, 352, 4–24.
- Hernández-Blanco, M. (2019). *The Treasure of the Commons: Valuing and Managing Natural Capital in Costa Rica* [PhD Thesis]. The Australian National University (Australia).
- Hernández-Blanco, M., & Costanza, R. (2019). Natural Capital and Ecosystem Services. In *The Routledge Handbook of Agricultural Economics* (1st ed.). Routledge.
- Hernández-Blanco, M., Costanza, R., & Cifuentes-Jara, M. (2021). Economic valuation of the ecosystem services provided by the mangroves of the Gulf of Nicoya using a hybrid methodology. *Ecosystem Services*, 49, 101258.
- Hernández-Blanco, M., Moritsch, M., Manrow, M., & Raes, L. (2022). Coastal ecosystem services modelling in Latin America to guide conservation and restoration strategies: The case of mangroves

- in Guatemala and El Salvador. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 167. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.843145>
- Hurrell, A. (1994). A crisis of ecological viability? Global environmental change and the nation state. *Political Studies*, 42(1_suppl), 146–165.
- Igin, C., Kose, M. A., Ohnsorge, F., & Yu, S. (2021). *Understanding Informality* (CERP Discussion Paper 16497). Centre for Economic Policy Research.
- ILO. (2018). *Women and men in the informal economy: A statistical picture*. International Labour Off.
- Johnson, C., Reisinger, R., Palacios, D., Friedlaender, A., Zerbini, A., Willson, A., Lancaster, M., Battle, J., Graham, J., Cosandey-Godin, A., Jacob, T., Felix, F., Grilly, E., Shahid, U., Houtman, N., Alberini, A., Montecinos, Y., Najera, E., & Kelez, S. (2022). *Protecting Blue Corridors, Challenges and Solutions for Migratory Whales Navigating International and National Seas*. WWF.
- Konar, M., & Ding, H. (2020). *A sustainable ocean economy for 2050. Approximating its benefits and costs*. World Resources Institute. <https://www.oceanpanel.org/Economicanalysis>
- Mahon, R., & Fanning, L. (2019). Regional ocean governance: Integrating and coordinating mechanisms for polycentric systems. *Marine Policy*, 107, 103589.
- Markelova, H., & Mwangi, E. (2012). Multilevel governance and cross-scale coordination for natural resource management: Lessons from current research. In *The wealth of the commons—A world beyond market and state*. Leverllers Press.
- Mattei, U. (2012). First thoughts for a phenomenology of the commons. In *The wealth of the commons—A world beyond market and state*. Leverllers Press.
- OECD. (2022). *Ocean shipping and shipbuilding*. <https://www.oecd.org/ocean/topics/ocean-shipping/>
- Ostrom, E. (2008). The challenge of common-pool resources. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 50(4), 8–21.
- Ostrom, V., Tiebout, C. M., & Warren, R. (1961). The organization of government in metropolitan areas: A theoretical inquiry. *American Political Science Review*, 55(4), 831–842.
- Quilligan, J. B. (2012). Why distinguish common goods from public goods? In *The wealth of the commons—A world beyond market and state*. Leverllers Press.
- Rasheed, A. R. (2020). Marine protected areas and human well-being – A systematic review and recommendations. *Ecosystem Services*, 41.
- Rasmussen, K., Palacios, D. M., Calambokidis, J., Saborío, M. T., Dalla Rosa, L., Secchi, E. R., Steiger, G. H., Allen, J. M., & Stone, G. S. (2007). Southern Hemisphere humpback whales wintering off Central America: Insights from water temperature into the longest mammalian migration. *Biology Letters*, 3(3), 302–305.

- Short, R. E., Cox, D. T. C., Ling Tan, Y., Bethel, A., Eales, J. F., & Garside, R. (2021). Review of the evidence for oceans and human health relationships in Europe: A systematic map. *Environment International*, 146.
- Srinivasan, U. T., Watson, R., & Sumaila, U. R. (2012). Global fisheries losses at the exclusive economic zone level, 1950 to present. *Marine Policy*, 36(2), 544–549.
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., Summerhayes, C. P., Barnosky, A. D., Cornell, S. E., & Crucifix, M. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252–8259.
- Stuchtey, M., Vincent, A., Merkl, A., & Bucher, M. (2020). *Ocean solutions that benefit people, nature and the economy*. High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy. oceanpanel.org
- United Nations. (2021). *World Ocean Assessment II. Vol I*.
- Wilson, D. S., Ostrom, E., & Cox, M. E. (2013). Generalizing the core design principles for the efficacy of groups. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 90, S21–S32.
- Winther, J.-G., Dai, M., Rist, T., Hoel, A. H., Li, Y., Trice, A., Morrissey, K., Juinio-Meñez, M. A., Fernandes, L., & Unger, S. (2020). Integrated ocean management for a sustainable ocean economy. *Nature Ecology & Evolution*, 4(11), 1451–1458.
- WWF. (2020). *The Eastern Tropical Pacific Ocean*. WWF. https://www.wwfca.org/en/the_eastern_tropical_pacific_ocean/

EL PROYECTO GLOLITTER/PROSEAS EN COSTA RICA

MSc. Paola Acuña Chacón⁵⁸

Resumen	Abstract
<p>El artículo trata de explicar sobre el proyecto de establecimiento de asociaciones denominado GloLitter para asistir a países en vías de desarrollo a reducir, prevenir y controlar la basura plástica marina producida por el transporte marítimo y la pesca. Proyecto que es financiado por la Agencia Noruega para la Cooperación del Desarrollo (Norad), implementado por la Organización Marítima Internacional (OMI) en asocio con la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Además, del rol que ha ejercido Costa Rica como país líder dentro de la región centroamericana y de El Caribe por su compromiso con la protección del medio marino visto como un modelo a seguir por el resto de los países participantes en el proyecto.</p>	<p>The article attempts to explain about the GloLitter partnerships project, its second phase called ProSeas, and the important role played by Costa Rica as a Lead Partnering Country (LPC) in the Central American and the Caribbean Region since 2020. Due to the interest, and excellent overall performance shown by Costa Rica, the country has been seen as a model country to follow the rest of the 29 countries that are part of the project. The GloLitter project has been funded by Norad, implemented by the International Maritime Organization (IMO) and in association with the United Nations Organization of Food and Agriculture (FAO) to assist developing countries including Small Island Developing States (SIDS) and Least Developed Countries (LDCs), in identifying opportunities for the prevention and reduction of marine litter caused by shipping and fishing industries.</p>
<p>Palabras claves: basura plástica marina, transporte marítimo, artes de pesca abandonadas, descartadas y perdidas en el mar, pesca y protección al medio marino.</p>	<p>Keywords: sea-based marine litter, fishing gear, shipping, and marine environment.</p>

PROYECTO GLOLITTER/PROYECTO PROSEAS

El problema que lo originó: La contaminación marina y la protección al medio marino. Por más de 50 años, la protección al medio marino ha sido pilar fundamental para la Organización Marítima Internacional (OMI), como agencia especializada de la Organización de Naciones Unidas, encargada de velar por la seguridad en el transporte marítimo, promoviendo una navegación sostenible, en procura

58 La autora es Master en Derecho Marítimo por el International Maritime Law Institute (IMLI), Malta. Punto Focal Nacional y Coordinadora del Grupo Nacional de Trabajo del proyecto GloLitter/ProSeas y actualmente se desempeña como asesora legal de la Presidencia Ejecutiva del Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP). Profesora universitaria de Derecho Internacional Público y de Derecho Marítimo y Aéreo, expositora en diversos foros nacionales e internacionales sobre derecho marítimo, contaminación marina, el caso exitoso de Costa Rica en el proyecto GloLitter y como representante de la mujer en el sector marítimo.

de mares y océanos limpios, evitando la contaminación al medio marino y en resguardo de la vida humana. En consecuencia, esta organización se ha preocupado por contribuir con sus Estados Miembros mediante la adopción de convenios internacionales que regulen y brinden soluciones para reducir la contaminación marina causada por los buques como es conocido el convenio MARPOL, así como para evitar, prevenir y compensar los derrames de hidrocarburos, enlistar sustancias que pueden ser vertidas en el mar y prohibir otras, entre otros tantos esfuerzos. Adicionalmente, asegura un seguimiento efectivo de la OMI y sus comités en el cumplimiento eficiente de sus instrumentos por parte de sus Estados Miembros en protección de los mares y sus recursos. Desafortunadamente, con el transcurrir de los años, el problema de la contaminación marina sigue latente y hasta se ha incrementado a nivel mundial.

Es por ese motivo que la OMI con sus instrumentos internacionales, convenios, protocolos, directrices y resoluciones que regulan la contaminación marina producida por el transporte marítimo, en asocio con la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y sus Guías Voluntarias sobre el Mercado de Artes de Pesca, pretenden reducir la pesca fantasma y la contaminación causada por artes de pesca que han sido abandonadas, descartadas y desechadas en el mar (ALDFG). Ambas entidades han decidido unirse como socios estratégicos para implementar el proyecto de establecimiento de asociaciones, con el fin de reducir la contaminación marina producida por desechos plásticos en países en vías de desarrollo, proyecto denominado GloLitter.

El proyecto GloLitter es auspiciado por el Gobierno de Noruega a través de la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (Norad por sus siglas en inglés), implementado por la OMI en asocio con FAO para reducir y controlar la basura plástica marina generada por el transporte marítimo y actividades en el mar como la pesca. GloLitter genera impacto mundial, porque apoya a los países en desarrollo, incluidos los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID) y los Países Menos Adelantados (PMA), en la identificación de oportunidades para la prevención y reducción de desechos marinos⁵⁹.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El Proyecto de Asociaciones GloLitter intenta conseguir sus objetivos concentrándose en un número de zonas identificadas en el Plan de Acción de la OMI para abordar el problema de la basura plástica marina procedente de los buques y en actividades complementarias como la pesca identificadas por la FAO, incluido el apoyo a las disposiciones de las Directrices Voluntarias para el Mercado de las Artes de Pesca de la FAO.

FASES DEL PROYECTO

La primera fase de este programa consiste en un proyecto de tres años y medio (2020-2023) financiado por Norad. La OMI es el organismo ejecutor principal y la FAO el socio ejecutor encargado del sector de la pesca.

59 Obtenido del sitio oficial de la OMI <https://www.imo.org/es/OurWork/PartnershipsProjects/Pages/GloLitter-Partnerships-Project.aspx>

El apoyo de la FAO abordará las preocupaciones relativas a los aparejos abandonados, perdidos o descartados (ALDFG), que constituyen un elemento significativo de la basura marina y afectan gravemente a los hábitats, las poblaciones de peces y otras especies marinas.

El diseño del Proyecto de Asociaciones GloLitter incentiva la colaboración con otros socios internacionales, regionales y nacionales durante varios años, lo que se espera que conduzca a cofinanciación adicional (en especie) de estos socios y de países beneficiarios⁶⁰.

ENFOQUE GEOGRÁFICO DEL PROYECTO

El proyecto GloLitter se enfoca en 5 regiones geográficas claves: África, Asia, Centro América y El Caribe, Latinoamérica y el Pacífico, de las cuales participan 30 países, de los cuales 10 son países líderes por región: Brasil, Costa de Marfil, Costa Rica, India, Indonesia, Jamaica, Kenia, Madagascar, Nigeria y Vanuatu. Por otra parte, los veinte países restantes son países asociados: Argentina, Cabo Verde, Colombia, Ecuador, Gambia, Mozambique, Nicaragua, Panamá, Perú, Filipinas, Senegal, Sri Lanka, Islas Salomón, Sudán, Tanzania, Tailandia, Timor-Leste, Togo, Tonga y Vietnam⁶¹.

LA FUNCIÓN DE COSTA RICA DENTRO DEL PROYECTO

Costa Rica y Jamaica como Estados asociados principales, tienen la gran responsabilidad de liderar en la región de Centroamérica y El Caribe a los otros países asociados de esta zona, como Panamá y Nicaragua, para instaurar un proceso de hermanamiento para el intercambio de buenas prácticas y para la creación de políticas, reglamentos, leyes, implementación de convenios internacionales OMI, las Directrices Voluntarias FAO sobre el Mercado de Artes de Pesca que puedan ser adoptados dentro de los ordenamientos jurídicos de cada Estado y que permitan prevenir, reducir, controlar, regular la contaminación marina generada por las industrias pesquera y de transporte marítimo, que como consecuencia, dejan basura plástica y artes de pesca en el subsuelo marino provocando mucha afectación a la navegación, a la pesca, al turismo y a la biodiversidad marina.

El principal enfoque del proyecto radica a nivel nacional en donde cada país dirigente, nombró a una agencia líder nacional, en el caso de Costa Rica, dicha agencia fue conformada por cuatro viceministerios, el Viceministerio de Agricultura y Ganadería, el Viceministerio de Seguridad Pública y dos viceministerios ya extintos, el Viceministerio de Aguas y Mares, perteneciente al Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Viceministerio de Transporte Marítimo y Aéreo perteneciente al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), para que dieran seguimiento al Plan de Acción Nacional, actividad realizada actualmente por el Grupo Nacional de Trabajo. A su vez, se nombró a un Punto Focal Nacional, para que sea enlace permanente con los organismos internacionales OMI-FAO, a un coordinador del Grupo Nacional de Trabajo que dé seguimiento de los avances del país a la Unidad Coordinadora

60 Obtenido del sitio de la FAO: <https://www.fao.org/responsible-fishing/marking-of-fishing-gear/glolitter-partnerships-programme/es/>

61 Sitio oficial del proyecto de establecimiento de asociaciones GloLitter <https://www.imo.org/en/OurWork/PartnershipsProjects/Pages/GloLitter-Partnerships-Project.aspx>

del proyecto (PCU) la cual se encuentra representada por funcionarios de OMI y de FAO y retroalimente a los representantes del Grupo de Trabajo y se conformó un Grupo Nacional de Trabajo, representado por miembros de distintas instituciones gubernamentales como la autoridad marítima representada por la División Marítimo Portuaria del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), autoridad pesquera representada por el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) y demás entidades relacionadas con la protección de la biodiversidad marina como el Servicio Nacional de Guardacostas, el Ministerio de Ambiente y Energía, representado por la Dirección de Gestión de la Calidad Ambiental (DIGECA), el Ministerio de Salud, Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, representado por la Dirección de Cooperación Internacional. En este proceso se ha contado con el apoyo de la Embajada de Costa Rica ante la Santa Sede, Representante Permanente de Costa Rica en Roma ante FAO y otros organismos internacionales, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), quienes con la guía de un consultor nacional contratado por OMI-FAO, analizaron el estatus a nivel legal e institucional en cuanto a sus competencias en la protección del medio marino, su legislación, vacíos y retos.

Conforme con los hallazgos, se elaboró un Plan de Acción Nacional, el cual se compone de cinco ejes: 1) creación e implementación de normativa, 2) concientización a la población sobre la contaminación marina y los instrumentos internacionales para erradicarla, 3) creación de alianzas público-privadas para el establecimiento de proyectos de economía circular, para reciclaje y transformación de la basura plástica y artes de pesca en materiales reutilizables, 4) cooperación regional y global con otros organismos para erradicar la contaminación marina en Costa Rica y en la región centroamericana y de El Caribe y 5) capacitación jurídica a funcionarios gubernamentales competentes sobre los instrumentos internacionales OMI, directrices voluntarias FAO sobre el Mercado de Artes de Pesca para la implementación en nuestro ordenamiento jurídico.

La idea es lograr el desarrollo de capacidades de todos los interlocutores con el fin de que les permita crear normativa nacional que incorpore las disposiciones internacionales para su aplicación eficaz, generando una reforma legal e institucional enfocada en la protección al medio marino.

Dichas acciones deben ponerse en marcha para la reducción, prevención y control de la basura plástica marina en el cual los países participantes tendrán la responsabilidad de reconocer sus falencias, visualizándolas como desafíos por vencer para lo cual las reformas legales e institucionales deben dar un marco regulatorio habilitante y robusto con mecanismos que protejan los mares y sus recursos. Dentro de los marcos normativos y reglamentarios existentes y con la incorporación de nuevos instrumentos que serán elaborados para la implementación de convenios internacionales OMI como el MARPOL, el Protocolo de Londres y las directrices voluntarias FAO, sumado a las lecciones aprendidas de las intervenciones con otros sectores, el proyecto GloLitter, a través de enlaces estratégicos con las iniciativas mundiales y regionales relacionadas con la basura plástica marina, ampliará las capacidades gubernamentales y de gestión portuaria e iniciar reformas jurídicas, normativas e institucionales necesarias. Esta iniciativa está llamada a desarrollar modelos de sostenibilidad y reforzará la cooperación regional para apoyar la transición de los sectores del transporte marítimo y de pesquerías hacia un futuro de bajo consumo de plásticos⁶².

62 Obtenido del sitio oficial de la OMI: <https://www.imo.org/es/OurWork/PartnershipsProjects/Pages/GloLitter-Partnerships-Project-.aspx>

DESENVOLVIMIENTO DE COSTA RICA DENTRO DEL PROYECTO GLOLITTER:

Debido al gran desempeño e interés mostrado en el proyecto GloLitter, Costa Rica fue el primer país de los 30 participantes, en presentar en junio 2022, su Plan de Acción Nacional (NAP por sus siglas en inglés), el cual fue publicado en las páginas web oficiales de la OMI y de la FAO para que fuera utilizado como modelo a seguir por el resto de los países para la elaboración de sus planes de acción, en cumplimiento a los objetivos del proyecto.

Nuestro país fue el primero en efectuar el Primer Taller Regional de Hermanamiento dentro del proyecto GloLitter, en diciembre 2022, en el cual se contó con la participación de 41 participantes, representantes provenientes de República Dominicana, Jamaica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Panamá, Nicaragua, asociaciones regionales de pesca como OSPESCA, ALPESCA, la Comisión Centroamericana de Transporte Marítimo (COCATRAM), OMI y FAO. Se brindó capacitación por expertos internacionales respecto a los convenios internacionales OMI para la regulación de la contaminación marina como MARPOL, el establecimiento de instalaciones portuarias de recepción para desechos plásticos, el Protocolo de Londres, las directrices voluntarias FAO y los beneficios de la implementación de dichos convenios internacionales dentro de nuestros ordenamientos jurídicos; se permitió el intercambio de buenas prácticas entre los participantes y en el último día del taller, se logró un acuerdo regional en el cual se promueve la armonización de las legislaciones de los Estados que estuvieron representados en ese encuentro de modo que, se uniforme una política regional de protección al medio marino para erradicar la contaminación. En otras palabras, fue un taller tan exitoso, porque no sólo se contó con la participación de los países parte del proyecto GloLitter, sino que participaron todos los países de Centroamérica y República Dominicana, y se consiguió un acuerdo regional, cuyo resultado obtenido será presentado en la Reunión Preparatoria a la Conferencia de los Océanos que se efectuará en Costa Rica en junio 2024, por ser Costa Rica y Francia patrocinadores de ese importante evento.

Además, por las acciones tomadas por Costa Rica a lo largo de los años en el manejo de sus residuos, con su nuevo modelo de gobernanza marina en protección de la biodiversidad marina, con la creación de normativa que eliminó el plástico de un solo uso y el estereofón, por los reconocimientos otorgados al país por su protección a la biodiversidad a nivel mundial, Costa Rica, dentro del proyecto GloLitter, ha sido considerado como un país ejemplo, y por esta razón ha sido invitado como conferencista a diversos foros nacionales e internacionales para explicar y compartir las buenas prácticas para un mejor manejo de residuos y para la protección de sus recursos.

La clave del excelente desenvolvimiento de Costa Rica como país asociado principal en la región de Centroamérica y El Caribe, visto como un modelo a seguir o un caso de estudio que desea ser contado y expuesto para ser replicado en otros Estados, se debe a la buena comunicación, adecuada coordinación y liderazgo que ha imperado en el Grupo de Trabajo para cumplir con los objetivos del Plan de Acción Nacional, del proyecto y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, Agenda 2030, en beneficio de nuestros mares y sus recursos para que con el aporte de cada miembro, de forma consciente, contribuya a sumar esfuerzos para instaurar una adecuada gestión de residuos en puertos y en terminales pesqueras, reducir la contaminación marina, se establezca un ordenamiento jurídico sólido, se creen alianzas público-privadas para transformación de la basura plástica, artes de pesca en materiales reutilizables, convirtiéndose en proyectos de economía circular, que sean una fuente de empleo para mujeres de zonas

costeras, además, se concientice a la población sobre la contaminación marina y sobre los instrumentos OMI, guías voluntarias FAO relativas al Mercado de artes de pesca como soluciones para reducir, controlar, regular y establecer sanciones contra la contaminación al medio marino.

A través de la cooperación técnica, por medio de la contratación de consultores que orienten a los interlocutores competentes en la creación de normativa nacional para la implementación de instrumentos internacionales, capacitaciones en línea facilitadas por expertos de OMI y FAO, el país contará con herramientas para implementar un adecuado plan de gestión de residuos en los puertos y en las terminales pesqueras con la instalación de facilidades receptoras portuarias en cumplimiento de las disposiciones establecidas en normativa internacional para evitar que los contaminantes de los buques sean lanzados a los mares, ejerciendo el país, el rol del Estado Rector de Puerto, que actualmente no realiza, en el cual se requerirán inspectores nacionales que verifiquen que los buques extranjeros al atracar en puertos nacionales cumplan a cabalidad con las disposiciones internacionales como MARPOL y Protocolo de Londres alcanzando estándares internacionales en nuestros puertos.

PROYECTO RECUPERACIÓN DE ARTES DE PESCA EN EL PACÍFICO DE COSTA RICA, TRANSFORMACIÓN DE ARTES DE PESCA EN MATERIAL REUTILIZABLE:

Por medio de una alianza público privada entre el Servicio Nacional de Guardacostas, la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente (ACEPESA) y la empresa IPS Recycle, con la venia del Grupo Nacional de Trabajo, Costa Rica presentó en junio 2022, una propuesta de proyecto para la recuperación de artes de pesca en el Pacífico de Costa Rica en el concurso promovido por el Global Ghost Gear Initiative (GGGI), representado por el Departamento de Océanos y Pesca del Gobierno de Canadá. Nuestro país fue favorecido con la suma de trescientos cincuenta mil dólares canadienses con los cuales se compraron motores para una embarcación en desuso del Servicio Nacional de Guardacostas que ayudará a la recuperación de artes de pesca en el fondo marino del Pacífico costarricense; adicionalmente se adquirió una procesadora que transforma las artes de pesca en material reutilizable para crear decks, sillas, mesas, stands, entre otros. Este proyecto ha sido tan exitoso, que se han colocado cajones hechos de material reutilizable en distintas comunidades pertenecientes a pescadores para que éstos depositen los artes de pesca que han concluido su vida útil y sean recicladas las redes y el nylon y transformados en madera plástica para otro fin útil. En seguimiento a esta iniciativa, en la pasada conmemoración al Día Mundial del Océano, el Grupo de Trabajo del proyecto GloLitter, en colaboración con la Municipalidad de Garabito y en asocio con la organización no gubernamental, OneSea, presentaron el lanzamiento del programa de incentivos a los pescadores que más recuperen artes de pesca en los distintos cajones o en el centro de acopio que se encuentra instalado en la Estación de Guardacostas en Caldera en donde los sacos de artes de pesca, se reciben, se pesan, se registran para cuantificar la cantidad recuperada e identificar al pescador, o a la asociación de pescadores que más contribuya y pueda recibir un incentivo por su colaboración con la limpieza de los mares durante sus faenas.

Los anteriores son resultados del cumplimiento de los objetivos del proyecto GloLitter dentro del Plan de Acción Nacional aunado al interés, impulso y visión de los miembros del grupo de trabajo en el establecimiento de alianzas público-privadas porque juntos somos más fuertes para erradicar la

contaminación marina. Ese proyecto también se ha convertido en un ejemplo de buenas prácticas a nivel nacional en el reciclaje de redes de pesca, que ha sido expuesto en foros internacionales.

También como resultado del liderazgo y compromiso costarricense, nuestro país, junto a otros tres países como Vanuatu, Kenia y Jamaica, ha sido seleccionado para que sea beneficiario de los fondos del Global Environment Facility (GEF) para extender el plazo del proyecto GloLitter, cuyos fondos donados por Norad terminan en junio 2024. En consecuencia, los fondos GEF-8-IW fondos correspondientes a Aguas Internacionales, se utilizarán para cofinanciar el proyecto GloLitter por una extensión de 40 meses más con la finalidad de continuar la implementación y ejecución de acciones para erradicar la contaminación marina por medio de una segunda fase denominada *Plastic Reduction in the Oceans: Sustaining and Enhancing Actions on Sea-based Sources* (ProSeas). Sus objetivos serán: la reducción de la basura plástica marina proveniente de los sectores del transporte marítimo y pesca, con un alcance global en actividades para aquellos 4 países seleccionados; la implementación de regulaciones OMI-FAO, políticas y demás instrumentos; y la implementación del Plan de Acción Nacional y Regional enfocado en las fuentes de los desechos marinos, para un futuro desarrollo y consolidación de asociaciones nacionales, regionales y globales y otros mecanismos⁶³.

Con los objetivos propuestos en el proyecto GloLitter, trazados en el Plan de Acción Nacional y con su continuación por medio del proyecto ProSeas se espera su implementación y ejecución para la obtención de resultados esperados como el establecimiento de instalaciones de facilidades receptoras portuarias y en terminales pesqueras para un adecuado manejo de los residuos marinos, más la aprobación y ratificación de convenios internacionales OMI como el MARPOL y el Protocolo de Londres, así como las Directrices FAO. Además de la creación de alianzas público-privadas y con la cooperación internacional de diversos organismos, se espera poder replicar y extender el proyecto de recuperación de artes de pesca en otras comunidades costeras, la obtención de incentivos para ofrecer a los pescadores que contribuyan en la recuperación de artes de pesca y se generen más proyectos de economía circular que sean fuentes de ingresos para diversas familias y a la vez coadyuven a la transformación de desechos plásticos en otros materiales reutilizables y creando consciencia en la población nacional acerca de la importancia de los mares limpios.

La consigna es que juntos con nuestras acciones contribuimos en recobrar la salud al océano que tanto lo necesita y nos beneficia por ser fuente de minerales, recursos y oxígeno para muchas especies marinas, aparte de ser el medio por excelencia, por ser el más seguro y económico, por el cual se permite la pesca y la navegación marítima para que podamos obtener productos de primera necesidad a nuestras mesas. No olvidemos que es, a través del transporte marítimo que se trasladan el 85% de las mercancías a nivel mundial.

Otra de las ventajas del proyecto bajo consideración, es que ha permitido que las instituciones gubernamentales se unan para maximizar esfuerzos en erradicar la contaminación marina para que, de manera coordinada, conforme a sus responsabilidades y competencias, contribuyan a la consecución

63 Datos tomados durante la presentación oficial del proyecto ProSeas durante reunión virtual organizada por OMI-FAO, efectuada el 19 de octubre de 2023.

de objetivos y metas en pro de nuestros mares y sus recursos. Costa Rica ha fortalecido así su posicionamiento como un país protector de su biodiversidad marina y como un modelo a seguir en la reducción de la basura plástica marina por medio de su transformación, reciclaje y adecuado manejo por parte de las municipalidades, gestores ambientales y de cada ciudadano que sea consciente de sus desechos para evitar que lleguen a los mares y costas. Aunque ha sido líder en la región centroamericana y El Caribe en este importante proyecto, nuestro país tiene mucho por continuar mejorando, como el reforzamiento de su ordenamiento jurídico con la incorporación de convenios internacionales, la creación de normativa nacional que se pueda aplicar eficazmente, y que regule y sancione la contaminación marina para alcanzar estándares internacionales en sus puertos y asegurar un control eficiente para evitar la contaminación a nuestros mares por embarcaciones extranjeras que nos visiten.

No obstante, este proyecto demuestra que, con el esfuerzo, convicción y participación activa de las instituciones gubernamentales, junto al apoyo de la empresa privada, de las organizaciones no gubernamentales y en virtud de la cooperación internacional podemos tener una significativa incidencia en la preservación de nuestros mares y océano. Como el nombre del proyecto lo dicta: GloLitter, Se trata de impactar globalmente para erradicar la contaminación marina. ¡Juntos podemos contribuir para restablecer la salud de nuestro Océano!

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sitios web de OMI: www.imo.org/es/OurWork/PartnershipsProjects/Pages/GloLitter-Partnerships-Project.aspx

Sitio web de FAO: <https://www.fao.org/responsible-fishing/marking-of-fishing-gear/glolitter-partnerships-programme/es/>

LA ACCIÓN OCEÁNICA: UNA REFLEXIÓN CON MIRAS A SU EFECTIVIDAD

MSc. Katherine Arroyo Arce⁶⁴

Resumen	Abstract
<p>La comunidad internacional nos invita a la acción oceánica. De cara a la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Océano en 2025 en Francia, así como de su reunión preparatoria en Costa Rica en 2024, se ha enfatizado un mensaje de inclusión para la promoción de la incidencia de la sociedad civil en dichos espacios. Esta narrativa es una oportunidad valiosa para la diplomacia azul. Ampliar los horizontes de la acción oceánica, de manera que pueda trascender sectores y vincularse, en una mayor medida, a los entornos marinos-costeros, es esencial para avanzar en el cumplimiento de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible 14. La relación inherente entre seres humanos y el mar, abordada a partir del concepto de Sistemas Socio-Ecológicos Marinos y del Principio 10 de la Declaración de Río, debe ser objeto de estudio en aras de transversalizar la vinculación entre la gobernanza efectiva de los sistemas marinos y las posibilidades de incidencia efectiva del público.</p>	<p>The international community invites us to ocean action. In the run-up to the Third United Nations Ocean Conference in 2025 in France, as well as its preparatory meeting in Costa Rica in 2024, a message of inclusion has been emphasized to promote civil society advocacy in these spaces. This narrative is a valuable opportunity for blue diplomacy. The inherent relationship between humans and the ocean, understood on the basis of the concept of Marine Socio-Ecological Systems and Principle 10 of the Rio Declaration, should be further studied in order to mainstream the link between the effective governance of marine units and meaningful public advocacy.</p>
<p>Palabras claves: acción oceánica; participación pública; diplomacia azul; enfoque ecosistémico; progreso social costero</p>	<p>Keywords: ocean action; public participation; blue diplomacy; ecosystem approach; coastal social progress.</p>

INTRODUCCIÓN

La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Océano (UNOC), a celebrarse en junio de 2025 en Niza, Francia, nos invita a la *acción oceánica*⁶⁵. La convicción de la comunidad internacional de que la incidencia política de la sociedad civil es esencial para avanzar en las metas del Objetivo de

⁶⁴ Abogada con énfasis en derecho ambiental; Universidad de Costa Rica. Máster en Sistemas y Políticas Marinas; Universidad de Edimburgo. Directora Ejecutiva de Fundación MarViva.

⁶⁵ Para mayor referencia, consultar: <https://immersedinchange.gob.go.cr/>

Desarrollo Sostenible (ODS) 14, es alentadora y oportuna. Lo es, por una parte, porque reafirma que la inclusión es un elemento imprescindible y transversal de toda la Agenda 2030⁶⁶. Pero, también, porque hace explícita la relación entre el ejercicio de derechos democráticos y la aspiración de una gobernanza marina efectiva⁶⁷. La incidencia política en la agenda marina es, finalmente, una manifestación articulada de participación pública, dirigida a informar e influir en los procesos de toma de decisiones.

La participación y representación real de las personas cuyas vidas transcurren de la mano con el mar y al amparo de sus servicios ecosistémicos es imprescindible⁶⁸. Las comunidades y sectores sociales que sufren directamente las implicaciones de la degradación de nuestros espacios marinos y sus ecosistemas, merecen herramientas y espacios para incidir. El mar es un espacio social. Sin comunidad, no hay conservación y, sin conservación, no hay comunidades resilientes ni garantías de medios de vida vinculados al mar.

Esta concepción de una buena gestión marina, necesaria para materializar las metas del ODS14, sugiere que la acción oceánica sea local e integral⁶⁹. Una *acción oceánica local*: inclusiva, informada, influyente y con herramientas y recursos para ejercer su rol de manera efectiva y en un espacio seguro. Las poblaciones costeras deben ser escuchadas en las conferencias internacionales, así como ante sus gobiernos nacionales y locales. Por otra parte, una *acción oceánica integral*: en la que las personas y sectores usuarios del mar converjan en un marco de gobernanza con un norte común: la conservación como un medio para el progreso y la resiliencia costera. Es vital integrar, de forma oportuna, a los actores que, desde la academia, la sociedad civil, la institucionalidad y el sector productivo pueden contribuir juntos hacia dicha meta.

El compromiso de inclusión de las conferencias globales sobre el océano es fundamental. Pero, sobre todo, es una oportunidad para transversalizar su impacto en entornos locales y nacionales, y así fortalecer la justicia, representatividad y participación efectiva. De tal manera, avanzar en una narrativa que refuerce los alcances del Principio 10 de la Declaración de Río con la agenda marina global y el ODS14 es un tema merecedor de análisis en aras de contribuir a la plena validez jurídica y efectividad política de la diplomacia azul.

En ese sentido, este artículo pretende motivar hacia una reflexión al respecto, desde una visión optimista sobre la importancia de conectar los puntos entre la incidencia global y la incidencia local para alcanzar la tutela efectiva de nuestros espacios y ecosistemas marinos. Para ello, primero se reiterará el vasto alcance de la relación entre el océano y la humanidad. A partir de este marco descriptivo, se elaborará sobre el ámbito conceptual desde el cual es posible caracterizar, de manera integral, esa relación inseparable entre las sociedades y los ecosistemas marinos. Tras enfatizar en la naturaleza intrínseca de esa relación, se retomarán conceptos claves del principio 10 de la Declaración de Río que reafirman en la relación entre incidencia oportuna de los actores relevantes y efectividad de la gestión marina.

66 Dugarova, Esuna. Social Inclusion, Poverty Eradication and the 2030 Agenda for Sustainable Development. EconStor, United Nations Research Institute for Social Development, No. 2015-15 (2015), 8. Localizable en: <http://hdl.handle.net/10419/148736>

67 Saunders, Fred; *et al.* Theorizing Social Sustainability and Justice in Marine Spatial Planning: Democracy, Diversity, and Equity. Sustainability, 2560, 12 (2020), 9-11. Localizable en: <https://doi.org/10.3390/su12062560>

68 Chang, Yen-Chiang. Good Ocean Governance, [Brill] 2009, 10-15.

69 Lombard, A.T., Clifford-Holmes, J., Goodall, V. *et al.* Principles for Transformative Ocean Governance. Nature 6, 1587–1599 (2023). Localizable en: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01210-9>

NUESTRA RELACIÓN CON EL OCÉANO

El océano es un sistema vital para la vida en la Tierra. Nos da la mitad del oxígeno que respiramos⁷⁰. Su rol en la regulación del clima es esencial, ya que funciona como un medio de absorción de la radiación solar. La interacción entre los procesos atmosféricos y las corrientes oceánicas influyen directamente en el clima en las costas, así como en la productividad de los recursos marinos⁷¹. Estudios sugieren que, en las últimas décadas, el océano ha absorbido el 90% de los gases de efecto invernadero de origen antropogénico⁷². Este nivel de transcendencia demuestra que la acción oceánica es, también, acción climática. Para el adecuado funcionamiento de estos ciclos vitales para la vida, es fundamental avanzar hacia la mitigación de las presiones que el cambio climático ejerce sobre el océano y que han dado pie a fenómenos como el aumento del nivel del mar, la acidificación y el calentamiento excesivo de las aguas, aunado a su impacto en los ecosistemas y recursos marinos.

La biodiversidad marina, por su parte, ejerce un rol fundamental en el aseguramiento de la salud del océano y de los servicios ecosistémicos que dan sustento al bienestar de muchísimas comunidades costeras. La pesca, el turismo, la navegación, el comercio, el sector energético y la investigación, son solo algunas áreas del quehacer humano desarrolladas a partir del valor ecológico y biológico del océano. Aunado a los riesgos que enfrentan por la crisis climática, la vida marina y sus ecosistemas han debido soportar la sobreexplotación de los recursos marinos, así como la ausencia de políticas de planificación y evaluación de las actividades humanas. Esta coyuntura contribuye, lamentablemente, a la pérdida acelerada de biodiversidad marina y a la degradación de ecosistemas fundamentales para las economías costeras y la resiliencia local⁷³.

El océano es, además, un mundo por descubrir. A la fecha, más de las dos terceras partes de las especies marinas siguen sin ser identificadas⁷⁴. El mar profundo cubre el 66% de la superficie de la Tierra, pero solo conocemos el 5% de esa inmensa porción de nuestro planeta⁷⁵. Su relevancia, no obstante, es ampliamente reconocida y, al mismo tiempo, objeto de importantes amenazas. El sector de la investigación médica, por ejemplo, tiene la mirada puesta en el fondo marino y su potencial para el desarrollo

70 Rodríguez, H. 3 de enero de 2023. El verdadero pulmón del planeta está en los océanos. Disponible desde Internet en: https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/verdadero-pulmon-planeta-esta-oceanos_14776

71 European Environmental Agency. 12 de octubre de 2018. El cambio climático y el agua: océanos más cálidos, inundaciones y sequías. Disponible desde Internet en: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2018-el-agua-es-vida/articulos/el-cambio-climatico-y-el>

72 Naciones Unidas. El océano: Nuestro mayor aliado en la lucha contra el cambio climático. Disponible desde Internet en: <https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/ocean#:~:text=El%20oc%C3%A9ano%20genera%20el%2050,calor%20generado%20por%20esas%20emisiones>

73 UICN. Posición sobre la diversidad biológica marina y costera: tema 5.2 del Programa provisional. Décima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre Diversidad Biológica, Japón, 2010. Disponible desde Internet en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Rep-2010-015-Es.pdf>

74 Horton, Tammy, Kroh, Andreas y Vandepitte, Leen. How many undiscovered creatures are there in the ocean? The Conversation, 30 de noviembre de 2017. Disponible desde Internet en: <https://theconversation.com/how-many-undiscovered-creatures-are-there-in-the-ocean-86705>

75 UNESCO. How much of the Ocean has been explored? Ocean Literacy Portal, 2022. Disponible desde Internet en: <https://oceanliteracy.unesco.org/ocean-exploration/>

de nuevas medicinas⁷⁶. Paralelamente, Costa Rica, junto con otros países, sigue liderando la promoción de una pausa precautoria⁷⁷ ante la posibilidad de que den inicio actividades de explotación minera en La zona⁷⁸. En general, la necesidad de generar más y mejores datos científicos para respaldar la toma de decisiones en materia marina, es una realidad que enfrentamos, especialmente, en el sur global.

El océano no conoce fronteras. Las delimitaciones políticas-administrativas del mar están lejos de coincidir con la conectividad ecológica de su biodiversidad y ecosistemas. Por eso la planificación del espacio marino no es un reto menor: cuando se trata de conservar especies altamente migratorias como tiburones y peces pelágicos, o cuando se pretende proteger las rutas migratorias de cetáceos y tortugas, es fundamental la existencia de mecanismos efectivos de coordinación y cooperación interestatal e interinstitucional⁷⁹.

LOS ESPACIOS SOCIO-ECOLÓGICOS MARINOS: EL PUNTO DE PARTIDA DE LA ACCIÓN OCEÁNICA

Nuestra relación con el océano, ciertamente, ha evolucionado a partir de las dinámicas, usos y presiones sobre el sistema oceánico, pero es una relación constante e inseparable. Ese vínculo entre los sistemas naturales y sociales, es lo que la literatura ha reconocido como Sistemas Socio-Ecológicos (SSE). Se trata de un marco conceptual que facilita la gestión de las unidades naturales, con el fin de acentuar la relación inseparable entre biósfera y humanidad⁸⁰. Al amparo de un SSE, es posible reconocer estas relaciones como recíprocas, redefiniendo la relación del ser humano con el medioambiente. La persona, las sociedades o las actividades humanas ya no son un factor externo que solo altera o ejerce presiones sobre el funcionamiento de los sistemas naturales. Somos, más bien, un componente integral, inseparable y dependiente⁸¹.

76 Agencia AFP. 3 de marzo de 2023. La investigación médica busca en los fondos marinos las moléculas del futuro. Disponible desde Internet en: <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20230303-la-investigaci%C3%B3n-m%C3%A9dica-busca-en-los-fondos-marinos-las-mol%C3%A9culas-del-futuro>

77 Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. 17 de agosto 2022. Costa Rica promueve prórroga a inicio de minería de fondos marinos en áreas internacionales. Disponible desde Internet en: <https://rree.go.cr/?sec=servicios&cat=prensa&cont=593&id=6812>

78 La zona cubre los fondos marinos y oceánicos y su subsuelo, localizados fuera de jurisdicciones nacionales.

79 Lombard, A.T., Clifford-Holmes, J., Goodall, V. *et al.* Op cit.

80 Refulio-Coronado, S, Lacasse, K, Dalton, T *et al.* Coastal and Marine Socio-Ecological Systems: A Systemic Review of the Literature. *Frontiers in Marine Science*, 8 (2021), 17. Localizable en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.648006>

81 *Ibid.*



Figura 1. Estructura de un sistema socio-ecológico. Fuente: Instituto Sudamericano para Estudios sobre Resiliencia y Sostenibilidad, disponible en: <http://sarasinstitute.org/es/sistemas-socioecologicos/>

Esta visión del ser humano como elemento intrínseco a los espacios naturales, refuerza la relación entre conservación y comunidad local y orienta cómo deben formularse las acciones de incidencia y las estructuras de gobernanza. Por una parte, el enfoque SSE marino rompe con la falsa dicotomía entre conservación y crecimiento económico. Al reconocer la dependencia entre el bienestar social y la calidad de los servicios ecosistémicos, se torna evidente que la conservación marina es un pilar esencial para alcanzar el progreso social. A su vez, la conservación no es un fin en sí mismo. En un sistema socio-ecológico, la conservación opera como una condición habilitante para resguardar valores culturales, oportunidades de desarrollo económico y bienestar social. Además, cuando la gestión de un sistema socio-ecológico se acompaña de herramientas que permitan medir la efectividad de sus medidas de manejo, se facilita la adopción de un enfoque adaptativo y transparente, basado en la evidencia científica, que permita a los actores relevantes actuar oportunamente para resguardar los elementos biológicos y socioeconómicos de ese sistema.

El abordaje de sistemas socio-ecológicos para la gestión de los espacios marinos es, finalmente, una manifestación práctica del enfoque ecosistémico, consagrados internacionalmente al amparo de la Conferencia de las Partes de la Convención sobre Diversidad Biológica. Precisamente, los principios de la gestión ecosistémica destacan la importancia de que el manejo de los recursos naturales esté descentralizado al nivel apropiado más bajo, con la intervención de todos los sectores sociales y considerando diversas formas de conocimiento e información⁸².

82 Conferencia de las Partes de la Convención sobre Diversidad Biológica. COP 5 Decision V/6 Ecosystem Approach, 2000. Localizable en: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7148>

ACCIÓN OCEÁNICA MULTINIVEL: UNA OPORTUNIDAD PARA LA DIPLOMACIA AZUL

El Principio 10 de la Declaración de Río Sobre Medioambiente y Desarrollo establece que la mejor manera de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todas las personas interesadas, en el nivel que corresponda⁸³. Efectivamente, la participación oportuna, significativa e inclusiva de los actores relevantes, es crucial para asegurar la efectividad de la agenda ambiental, incluyendo la marina⁸⁴.

Operativizar el Principio 10 implica el establecimiento de herramientas para el acceso adecuado a la información y el establecimiento de mecanismos para garantizar la participación efectiva del público. Los derechos de acceso, consagrados en la región mediante el Acuerdo de Escazú, han sido reconocidos como una condición *sine qua non* para la implementación efectiva de acuerdos internacionales, normativa doméstica y regulaciones técnicas vinculadas a la gobernanza marina. Además de promover la reducción de conflictos socioambientales, una política de Estado que reconozca el valor de la participación del público promueve la legitimidad de políticas y regulaciones con impacto local relativas a la gobernanza de los SSE.

La tutela de los SSE marinos, por ejemplo, ha demostrado ser más efectiva cuando la población vinculada al espacio marino-costero fue debidamente participada en el proceso de adopción de decisiones. En Costa Rica, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), instancia competente en la tutela de las áreas marinas protegidas, mantiene una estructura descentralizada que contempla la existencia de figuras de participación bajo sus unidades de gobernanza. De tal manera, cada Área de Conservación ha establecido un Consejo Regional, integrado por representantes de diversos sectores, incluyendo a las organizaciones locales o de la sociedad civil, con poderes significativos en la toma de decisiones sobre las medidas de manejo de las áreas protegidas⁸⁵. También existen experiencias impulsadas con el apoyo de organizaciones no gubernamentales y el sector académico, basadas en el fortalecimiento de habilidades de liderazgo e incidencia política, para promover el involucramiento efectivo de las comunidades locales en la toma de decisiones en materia pesquera y en iniciativas de desarrollo productivo sostenible⁸⁶.

Aislar a los actores relevantes de los procesos de toma de decisión, por el contrario, es una práctica inoportuna. Muchas veces, inclusive, no es intencionada, pero en cualquier caso, tiene como consecuencia contribuir a la polarización social. Temáticas como el nexo entre océano y cambio climático, la implementación del Acuerdo para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de la altamar, las metas del ODS14 y la agenda de biodiversidad post-2030, son ítems de esa agenda global que deben abordarse

83 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992. Localizable en: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm#:~:text=PRINCIPIO%2010&text=Los%20Estados%20deber%C3%A1n%20facilitar%20y,da%C3%B1os%20y%20los%20recursos%20pertinentes>

84 Arroyo Arce, Katherine. La participación pública en asuntos ambientales: el caso de los Consejos del Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Tesis de Licenciatura en Derecho, Facultad de Derecho, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2015, 381. Localizable en: <https://maestriaderechoambientalucr.files.wordpress.com/2015/03/tesis-ppsinac.pdf>

85 *Ibid.*

86 Castro Campos, Marco y Jiménez Ramón, J. (eds.) Atlas Marino-Costero del Golfo de Nicoya, Costa Rica. [Fundación MarViva], 2021, 252-268. Localizable en: <https://marviva.net/wp-content/uploads/2022/05/Atlas-Golfo-Nicoya-web.pdf>

de manera inclusiva, no solamente en los espacios de alto nivel, sino también en los ámbitos más cercanos a las personas usuarias del mar.

Es aquí donde la diplomacia azul tiene la oportunidad de abogar por la efectividad de la acción oceánica. Mantener esa cercanía con los SSE marinos y reconocer la naturaleza intrínseca de la participación pública para la buena gobernanza marina, es una manera asertiva de evitar la disociación que suele suceder cuando los temas de alcance global son percibidos como ajenos en los entornos marino-costeros. Buscar la interacción directa, reconfigurar los procesos de elaboración de posiciones país, e incursionar en el seguimiento de compromisos por medio de la coordinación interinstitucional y el apoyo multisectorial, son ejemplos de acciones que pueden contribuir a materializar el anhelo de justicia, inclusión e incidencia efectiva de los actores relevantes.

La participación amplia en los foros globales es trascendental. Inclusive, una muestra de este compromiso de la comunidad internacionales está materializado en la inclusión de la sociedad civil en la organización de las reuniones preparatorias de la 3ra UNOC a celebrarse este año en Costa Rica. No obstante, es crucial transversalizar la inclusión e incidencia de los actores relevantes en todos los niveles. La acción oceánica debe trascender y persistir, especialmente, en los lugares en los que el mar habita el horizonte y alimenta las esperanzas de bienestar social y económico de las generaciones presentes y futuras.



Grupo de pescadores en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.
Créditos: Fundación MarViva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia AFP. 3 de marzo de 2023. La investigación médica busca en los fondos marinos las moléculas del futuro. Disponible desde Internet en: <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20230303-la-investigaci%C3%B3n-m%C3%A9dica-busca-en-los-fondos-marinos-las-mol%C3%A9culas-del-futuro>
- Arroyo Arce, Katherine. La participación pública en asuntos ambientales: el caso de los Consejos del Sistema Nacional de Áreas de Conservación. Tesis de Licenciatura en Derecho, Facultad de Derecho, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 2015, 381. Localizable en: <https://maestriaderechoambientalucr.files.wordpress.com/2015/03/tesis-ppsinaac.pdf>
- Castro Campos, Marco y Jiménez Ramón, J. (eds.) Atlas Marino-Costero del Golfo de Nicoya, Costa Rica. [Fundación MarViva], 2021, 252-268. Localizable en: <https://marviva.net/wp-content/uploads/2022/05/Atlas-Golfo-Nicoya-web.pdf>
- Chang, Yen-Chiang. Good Ocean Governance, [Brill] 2009, 10-15.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992. Localizable en: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm#:~:text=PRINCIPIO%2010&text=Los%20Estados%20deber%-C3%A1n%20facilitar%20y,da%C3%B1os%20y%20los%20recursos%20pertinentes>
- Conferencia de las Partes de la Convención sobre Diversidad Biológica. COP 5 Decision V/6 Ecosystem Approach, 2000. Localizable en: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7148>
- Dugarova, Esuna. Social Inclusion, Poverty Eradication and the 2030 Agenda for Sustainable Development. EconStor, United Nations Research Institute for Social Development, No. 2015-15 (2015), 8. Localizable en: <http://hdl.handle.net/10419/148736>
- European Environmental Agency. 12 de octubre de 2018. El cambio climático y el agua: océanos más cálidos, inundaciones y sequías. Disponible desde Internet en: <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2018-el-agua-es-vida/articulos/el-cambio-climatico-y-el>
- Horton, Tammy, Kroh, Andreas y Vandepitte, Leen. How many undiscovered creatures are there in the ocean? The Conversation, 30 de noviembre de 2017. Disponible desde Internet en: <https://theconversation.com/how-many-undiscovered-creatures-are-there-in-the-ocean-86705>
- Lombard, A.T., Clifford-Holmes, J., Goodall, V. *et al.* Principles for Transformative Ocean Governance. Nature 6, 1587–1599 (2023). Localizable en: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01210-9>
- Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. 17 de agosto 2022. Costa Rica promueve prórroga a inicio de minería de fondos marinos en áreas internacionales. Disponible desde Internet en: <https://rree.go.cr/?sec=servicios&cat=prensa&cont=593&id=6812>
- Naciones Unidas. El océano: Nuestro mayor aliado en la lucha contra el cambio climático. Disponible desde Internet en: <https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/ocean#:~:text=El%20oc%C3%A9ano%20genera%20el%2050,calor%20generado%20por%20esas%20emisiones>

- Refulio-Coronado, S, Lacasse, K, Dalton, T *et al.* Coastal and Marine Socio-Ecological Systems: A Systemic Review of the Literature. *Frontiers in Marine Science*, 8 (2021), 17. Localizable en: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.648006>
- Rodríguez, H. 3 de enero de 2023. El verdadero pulmón del planeta está en los océanos. Disponible desde Internet en: https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/verdadero-pulmon-planeta-esta-oceanos_14776
- Saunders, Fred; *et al.* Theorizing Social Sustainability and Justice in Marine Spatial Planning: Democracy, Diversity, and Equity. *Sustainability*, 2560, 12 (2020), 9-11. Localizable en: <https://doi.org/10.3390/su12062560>
- UICN. Posición sobre la diversidad biológica marina y costera: tema 5.2 del Programa provisional. Décima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre Diversidad Biológica, Japón, 2010. Disponible desde Internet en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Rep-2010-015-Es.pdf>
- UNESCO. How much of the Ocean has been explored? Ocean Literacy Portal, 2022. Disponible desde Internet en: <https://oceanliteracy.unesco.org/ocean-exploration/>

“ISLA DEL COCO, UN TESORO NATURAL E HISTÓRICO DE NUESTRO PLANETA AZUL”

Alejandra Villalobos Madrigal⁸⁷

Resumen	Abstract
<p>Costa Rica ha sido reconocida a nivel mundial como un líder en conservación del medio ambiente. Albergamos más del 5% de la biodiversidad mundial, encontrándose gran parte de éstas en el Parque Nacional Isla del Coco (PNIC). La posición biogeográfica, las condiciones oceanográficas y la diversidad de ecosistemas que presenta la Isla del Coco y sus sitios adyacentes la han convertido en un sitio único en el mundo, reconocido como un laboratorio natural que alberga gran diversidad de especies residentes y migratorias que conecta a Costa Rica con otros países. Además de su gran valor biológico, la Isla también tiene un gran valor histórico, suponiendo al menos siete períodos como parte de su riqueza excepcional; cada uno de ellos representado por los visitantes y sus actividades. Es importante destacar que durante el último período se creó el Parque, el cual ha enfrentado a una serie de presiones, pero, en la lucha por proteger sus recursos se han hecho modificaciones para ampliar sus límites marinos y crear nuevas áreas marinas protegidas. Estos esfuerzos en conservación le han otorgado una serie de reconocimientos y declaratorias de prestigio internacional y, también, hemos formado parte de innumerables coaliciones, convenios y tratados internacionales en pro de la conservación. Durante 30 años, FAICO ha canalizado y ejecutado recursos para contribuir en la gestión efectiva del Área de Conservación Marina Coco y sus ecosistemas circundantes, promoviendo relaciones exitosas con actores claves a nivel local, regional e internacional, convirtiéndose en un modelo replicable de alianza estratégica que inspira la conservación a nivel global.</p>	<p>Costa Rica has been globally recognized as a leader in environmental conservation. Harboring more than 5% of the world's biodiversity, with a significant portion located in the Isla del Coco National Park (PNIC). Its biogeographical position, oceanographic conditions and ecosystem diversity alongside its adjacent sites make it a unique global site. It is acknowledged as a natural laboratory hosting a wide variety of resident and migratory species, connecting Costa Rica with other countries. In addition to its biological value, the island holds historical significance, encompassing at least seven periods as part of its exceptional wealth, each represented by visitors and their activities. It is crucial to highlight that during the last period the National Park was established, has faced various pressures, however, modifications were made in order to protect its resources, expand its marine boundaries and create new marine protected areas. These conservation efforts have earned it a series of international recognitions and prestige declarations. Additionally, we have been part of numerous coalitions, agreements and international treaties in favor of conservation. For 30 years, FAICO has channeled and executed resources to contribute to the effective management of the Isla del Coco Marine Conservation Area and its surrounding ecosystems. We have promoted successful relationships with key stakeholders at the local, regional, and international levels, becoming a replicable model of a strategic alliance that inspires conservation globally.</p>

87 Directora Ejecutiva, FAICO

Palabras claves: Isla del Coco, conservación, 30%, alianzas, FAICO.

Keywords: Isla del Coco, conservation, 30%, alliances, FAICO.

Costa Rica ha consolidado su imagen como líder en la conservación del medio ambiente. Somos un país con una biodiversidad terrestre y marina fastuosa, en la cual convergen una serie de ecosistemas, flora y fauna, algunos únicos en el planeta. Albergamos más del 5% de la biodiversidad mundial, a pesar de ser un país muy pequeño y representar sólo el 0,03% de la superficie de la Tierra⁸⁸. La mayor parte de nuestro territorio continental se encuentra cubierto por selvas tropicales y bosques húmedos, lo que ha facilitado una vida variada y abundante de especies. Además, Costa Rica posee una gran diversidad de hábitats como arrecifes coralinos, manglares, fondos lodosos, zonas rocosas, playas, acantilados, praderas de pastos marinos, un fiordo tropical, áreas de surgencia (zona de afloramiento costero estacional), un domo térmico, una fosa oceánica de más de 4000 m de profundidad, una dorsal oceánica (Cordillera Volcánica Submarina del Coco), islas costeras, una isla oceánica y ventanas hidrotermales.

Es importante destacar que el 92% del territorio costarricense tiene como base el océano, lo cual le confiere una gran riqueza marina y con ello una gran responsabilidad para asegurar su protección y uso sostenible. Costa Rica posee aproximadamente 6700 especies marinas (3,5% de las especies marinas reportadas a nivel global), de las cuales 90 son endémicas, es decir que sólo se encuentran en este sitio, encontrándose gran parte en el Parque Nacional Isla del Coco (PNIC)⁸⁹, donde se han cuantificado 1688 especies de fauna marina, de las cuales 45 son endémicas, esto quiere decir que este sitio alberga el 47% de todas las especies marinas endémicas de Costa Rica⁹⁰.

La Isla del Coco es un ecosistema de carácter insular sobre el cual el Estado Costarricense tomó posesión en el año 1869, durante el Gobierno de Jesús Jiménez Zamora. Se incluyó la soberanía y el derecho a 200 millas alrededor de ésta, creando fronteras marítimas con Ecuador y Colombia, además de las ya existentes con Nicaragua y Panamá, tanto en la parte terrestre como marina. Nuestra isla se encuentra en la Zona de Convergencia Intertropical, ubicada a 532 km al suroeste del litoral Pacífico de Costa Rica, siendo el punto más alejado desde tierra firme⁹¹, con una extensión de 24 km². Su posición biogeográfica y su condición de isla oceánica, con características que las hacen un ecosistema único en el mundo, constituye un laboratorio natural de singular e irremplazable valor universal. Adicionalmente, es considerada la única isla oceánica del Pacífico Tropical Oriental (PTO) de carácter pluvial, estimado en 6.000 mm anuales⁹², lo cual aunado a sus características geomorfológicas, hacen que la Isla del Coco cuente con un bosque nuboso a partir de los 400 msnm, lo que lo convierte en el de menor elevación a nivel mundial.

88 Orozco, A., Morera, J., Jiménez, S., & Boza, R. (2013). A review of bioinformatics training applied to research in molecular medicine, agriculture and biodiversity in Costa Rica and Central America. *Briefings in bioinformatics*, 14(5), 661-670.

89 Wehrtmann, I. S., Cortés, J., & Echeverría-Sáenz, S. (2009). Marine biodiversity of Costa Rica: perspectives and conclusions. *Marine Biodiversity of Costa Rica*, Central America, 521-533.

90 Cortés, J. 2012. Marine biodiversity of an eastern tropical Pacific oceanic island, Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60, 131-185.

91 Cortés, J. (2008). Historia de la investigación marina de la Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 56: 1-18.

92 Alfaro, E.J. 2008. Ciclo diario y anual de variables troposféricas y oceánicas en la Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 56, 19-29.

Su tamaño, aislamiento y estado de conservación, constituye un sitio único e idóneo para realizar investigaciones científicas a largo plazo como, por ejemplo, estudiar la evolución de las especies y la resiliencia que tienen los ecosistemas marinos bien protegidos ante las diferentes presiones que los amenazan⁹³. Las especies pelágicas que se observan en la Isla del Coco son uno de sus principales atractivos turísticos⁹⁴, lo que ha posicionado a la Isla dentro de los 10 mejores sitios del mundo para hacer buceo recreativo, con una visitación promedio de 3500 personas al año, antes de la pandemia COVID-19.

Otro aspecto por destacar es que los sitios adyacentes a la Isla constituyen un sitio estratégico para el país y el mundo entero, por su riqueza biológica marina y terrestre. Tal y como se mencionó anteriormente, albergan poblaciones importantes de especies pelágicas que se distribuyen a lo largo del PTO; por ejemplo, tiburones, cetáceos, rayas, tortugas marinas, atunes, picudos y aves. Adicionalmente, en sus aguas se encuentran una de las mayores congregaciones de tiburones martillo (*Sphyrna lewini*), catalogado por la IUCN como una especie en peligro crítico de extinción, en el Océano Pacífico a nivel mundial.

Cabe resaltar la importancia biológica de la Isla del Coco y el PNIC, donde estudios demuestran la conectividad biológica que existe entre este sitio y otros países. Por ejemplo, se ha comprobado la interacción de especies migratorias como el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) y el marlín rayado (*Kajikia audax*) entre PNIC y Galápagos⁹⁵. En la misma línea, otro estudio evidencia que las larvas de los corales *Porites spp* y *Pocillopora spp* mantienen una elevada tasa de flujo génico entre el PNIC y la Reserva Marina Galápagos⁹⁶.

Cuando hablamos de la excepcionalidad de la Isla, debemos también visualizar las presiones y amenazas que tienen la flora y fauna que la compone y rodea, como, por ejemplo, la pesca ilegal, la sobrepesca, el cambio climático, la contaminación marina, las especies invasoras marinas y terrestres y la escasez de recursos financieros para su adecuada gestión, entre otros. Por lo tanto, es fundamental que los esfuerzos de conservación y protección sean liderados por autoridades gubernamentales que deben apoyarse de alianzas estratégicas para promover una implementación efectiva de estas áreas, considerando también una participación proactiva a los usuarios de sus servicios ecosistémicos.

La Isla, además de ser considerada un valioso tesoro natural, también tiene un contexto histórico que supone al menos siete períodos como parte de su riqueza excepcional. El primer período se relaciona con el “Descubrimiento”, el cual está vinculado con que la Isla del Coco fue descubierta después de 1531 y antes de 1542 por el navegante Johan Cabezas; el segundo corresponde a “Piratas, Corsarios y Tesoros”,

93 Starr, R. M., Green, K., & Sala, E. (2012). Deepwater fish assemblages at Isla del Coco National Park and Las Gemelas Seamount, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 60, 347-362.

94 Enright, S.R., Meneses-Orellana, R. y Keith, I. (2021) The Eastern Tropical Pacific Marine Corridor (CMAR): The Emergence of a Voluntary Regional Cooperation Mechanism for the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity Within a Fragmented Regional Ocean Governance Landscape. *Frontiers Marine Science*, 8, 674825. doi: 10.3389/fmars.2021.674825

95 Peñaherrera-Palma, C., van Putten, I., Karpievitch, Y. V., Frusher, S., Llerena-Martillo, Y., Hearn, A. R., & Semmens, J. M. (2018). Evaluating abundance trends of iconic species using local ecological knowledge. *Biological Conservation*, 225, 197-207.

96 Glynn, P.W., Manzello, D.P., Enochs, I.C., (2017). Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific, persistence and loss in a dynamic environment. *Springer Science*.

ya que durante los siglos XVII y XVIII fue refugio de piratas y corsarios por la abundancia de agua dulce, madera, pesca y cocos; el tercero período es el de los “Balleneros”, utilizada también como una estación de abastecimiento de agua dulce, madera y leña, así como sitio de descanso de las numerosas tripulaciones que operaban en los alrededores de otras islas del Océano Pacífico; el cuarto período de “Exploradores y Científicos” supone que inicia con la visita de Alejandro Malespina en 1791, enviado por la Corona Española para realizar un reconocimiento hidrográfico. Como parte del quinto período tenemos el de la “Colonia Penal y Colonia Agrícola”, siendo la primera entre los años 1879-1881 donde se establecieron actividades agrícolas con las respectivas talas del bosque y la segunda, entre 1884-1912 promovida por August Gissler, quién fue nombrado Gobernador de la Isla del Coco; el sexto período es el de “Buscadores de Tesoros” que inicia en el primer cuarto del siglo XIX y finaliza con la última expedición de búsqueda del tesoro de John Hodges y Leonel Pacheco en el barco Dulcinea. Se estima que se emprendieron aproximadamente 300 expediciones de búsqueda sin resultado alguno, y como cierre a esta tendencia, en 1994, el Gobierno de Costa Rica emite el Decreto Ejecutivo N.º23461-MIRENEM, el cual dice: “No renovar ni otorgar ningún permiso o autorización para la búsqueda del legendario Tesoro (sic) en el Parque Nacional Isla del Coco”.

Finalmente, el séptimo período corresponde a la “Creación del Área Protegida abierta al Turismo” mediante el Plan Nacional de Inversión adoptado en 1978 por el Gobierno de Costa Rica, liderado por el presidente Rodrigo Carazo Odio, cuyo propósito fue evitar que se desarrollase allí una gran construcción hotelera. Además, en 1995 se crea el Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMC), siendo el PNIC su sitio núcleo de esta gran Área Marina Protegida (AMP). Posterior a su creación y siendo Costa Rica un país líder en temas ambientales, el Área Conservación y Parque Nacional han ampliado sus límites marinos de la siguiente forma:

- En 1984 se amplían los límites del PNIC a una distancia de 5km² de territorio marino alrededor de la Isla (Decreto Ejecutivo N°15514-MAG).
- En 1991 se amplían los límites del PNIC a una distancia de 15km² (a partir de la línea de bajamar de costa) alrededor de la Isla (Decreto Ejecutivo N°20260-MIRENEM).
- En 2001 se amplían los límites del PNIC a 12 millas náuticas (22,22kilómetros) alrededor de la Isla (Decreto Ejecutivo N°29834-MINAE).
- En 2011 se crea el Área Marina de Manejo Montes Submarinos (AMM-MS), en un área marina circundante al PNIC de 9640km² (Decreto Ejecutivo N°36452-MINAE).
- En 2021 se amplían los límites del PNIC para cubrir un área de 54844km² (Decreto Ejecutivo N°43368-MINAE). Con esta modificación, la superficie que antes ocupaba el AMM-MS (9640km²) pasó a categoría de Parque Nacional, y se cubre una superficie 45204km² de territorio marino que antes no estaba bajo ninguna categoría de manejo (Figura 1).
- En 2021 se amplían los límites del AMM-MS para cubrir un área de 106283km² de territorio marino que antes no estaba bajo ninguna categoría de manejo y se cambia su nombre por Área Marina de Manejo del Bicentenario (AMMB) (Decreto Ejecutivo N°43368-MINAE).

- En 2021 la ampliación del PNIC y creación del AMMB, consolida al Área de Conservación Marina Coco (ACMC) como una de las 11 áreas de conservación que constituyen el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) de Costa Rica, dependencia del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), logrando así pasar del 2,7% al 31% de conservación y protección de sus ecosistemas marinos.

Conociendo las características de la isla y ecosistemas circundantes, esto también es valorado a nivel mundial, siendo el Parque Nacional merecedor de una serie de reconocimientos y declaratorias de prestigio internacional. En 1997 como Sitio Patrimonio Natural de la Humanidad, según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO); en 1998, Humedal de Importancia Internacional, bajo la Convención Internacional de Ramsar; en 2002, Patrimonio Histórico Arquitectónico de Costa Rica, declarado por el Gobierno de Costa Rica, en el 2004; Sitio Núcleo del Corredor Marino del Pacífico Este Tropical (CMAR), siendo ésta una iniciativa regional en temas de conservación y uso sostenible de los recursos en el PTO conformado por Costa Rica, Ecuador, Panamá y Colombia; en 2018, Blue Park, iniciativa del Marine Conservation Institute que incentiva a las AMP que cumplen con ciertos estándares de efectividad y manejo, a ser parte de una red de áreas marinas reconocidas por su gestión de conservación; y en el 2022 Santuario de Tiburones, mediante el Decreto ejecutivo N°43477-MINAE.

COSTA RICA UN PAÍS TAMBIÉN AZUL, QUE INSPIRÓ A OTRAS POTENCIAS MUNDIALES.

Las AMPs proveen múltiples beneficios para toda la sociedad, promueven la sostenibilidad de las poblaciones de especies marinas, conservan y protegen hábitats críticos, aumentan la resiliencia al cambio climático y otros cambios ambientales, facilitan la investigación científica, la educación y las actividades de índole comercial, potenciando y creando oportunidades para usos alternativos y al mismo tiempo, ayudar a diversificar la economía (por ejemplo, a través de turismo, pesca recreativa y comercial, etc.).

Como se mencionó anteriormente en el proceso de “Creación del Área Protegida abierta al Turismo”, a diciembre del 2021, Costa Rica protegía únicamente el 2.7% (14100km²) del territorio marítimo del Pacífico, es decir, se encontraba bajo alguna de las categorías de conservación establecidas por el SINAC. En ese entonces, las áreas silvestres protegidas (ASP) del ACMC, PNIC y AMM-MS cubrían aproximadamente el 0.4% (2034km²) y el 1.8% (9640 km²) de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Pacífico de Costa Rica (*según el estado actual de los límites marítimos de Costa Rica, la Zona Económica Exclusiva del Pacífico de Costa Rica cubre 530903,60km² (Registro Nacional 2021)*), respectivamente. Después de la modificación de límites de las ASP del ACMC, el PNIC pasó a medir 54844km² y el AMM-MS (ahora área AMMB) 106283km², es decir 10% y 20% de la ZEE del Pacífico de Costa Rica respectivamente.

El proceso de ampliación del PNIC y creación del AMMB tuvo como base un sustento científico y un proceso participativo, sumado a una visión de conservación, que igual que los océanos, sobrepasan fronteras, siendo también consecuentes con el estilo de liderazgo de Costa Rica siendo nuevamente ejemplo y motivo de orgullo nacional.

Como parte de su trayectoria ambiental, Costa Rica se ha adherido y formado parte de innumerables coaliciones, convenios y tratados internacionales, entre ellos el High Ambition Coalition for Nature

and People (HAC for N&P) que impulso un acuerdo para alcanzar la protección de al menos el 30% de la tierra y el 30% de los océanos del planeta para 2030. En la 74ª Asamblea General de las Naciones Unidas, Costa Rica y un grupo de otros países anunciaron su intención de formar una coalición por la naturaleza. En octubre 2019, un mes después de la Asamblea, la idea de esta coalición fue presentada oficialmente en la PreCOP25, por los ministros de los copresidentes de Costa Rica y Francia, junto con el Reino Unido, Finlandia, Gabón, los Emiratos Árabes Unidos y Granada, donde Costa Rica fue anfitrión en octubre de 2019.

Posteriormente, en enero 2021, se realiza un lanzamiento oficial con más de 50 miembros en la Cumbre One Planet y en diciembre 2022, como un hecho histórico adoptan en el Marco Mundial de Biodiversidad Kunming-Montreal, la Meta 3: “Garantizar y permitir que para 2030 al menos el 30 por ciento de las áreas terrestres y de aguas continentales, y de las áreas marinas y costeras, especialmente las áreas de particular importancia para la biodiversidad y las funciones y servicios de los ecosistemas, se conservan y gestionan eficazmente a través de sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativos, bien conectados y gobernados equitativamente y otras medidas eficaces de conservación basadas en áreas, reconociendo los territorios indígenas y tradicionales, cuando corresponda, e integradas en paisajes más amplios, paisajes marinos y el océano, garantizando al mismo tiempo que cualquier uso sostenible, cuando sea apropiado en dichas áreas, sea totalmente consistente con los resultados de conservación, reconociendo y respetando los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales, incluso sobre sus territorios tradicionales”.

Las AMPs son una de las mejores soluciones documentadas y basadas en la naturaleza para que los ecosistemas y las especies marinas puedan adaptarse a los efectos del cambio climático⁹⁷. Son espacios donde se reduce el estrés que proporcionan otras amenazas como la destrucción de hábitats críticos, sobrepesca, tráfico marítimo, entre otros, previniendo las sinergias perjudiciales entre diferentes presiones⁹⁸.

El aumento en la temperatura de los océanos provocará un cambio en la distribución y abundancia de muchas especies marinas, incluidas especies interés comercial; ya que, se esperan migraciones desde las zonas más cálidas (como los trópicos) a las más frías. En las últimas cinco décadas, se estima que los efectos del cambio climático han causado una reducción del 5% en las capturas pesqueras, y en las próximas décadas, hasta el 2050, se predice que en los trópicos disminuirán entre un 40-50 %⁹⁹. Se espera que los efectos del cambio climático, aunados a otras amenazas como la destrucción de hábitats, la sobrepesca, el tráfico marítimo y la contaminación, tenga un efecto en las pesquerías a nivel global.

Con la ampliación del PNIC y creación del AMMB, Costa Rica pretende contribuir y abordar los principales retos de desarrollo sostenible y, continuar posicionándose como un líder global ambiental en materia de conservación y lucha contra el cambio climático. La biodiversidad marina es vital para la salud de las personas y de nuestro planeta. El océano impulsa los sistemas mundiales que hacen de la Tierra un

97 Simard, F., Laffoley, D. y J.M. Baxter (eds). (2016). *Marine Protected Areas and Climate Change: Adaptation and Mitigation Synergies, Opportunities and Challenges*. IUCN, Gland, Suiza.

98 Sala, E., J. Mayorga, D. Bradley, R.B. Cabral, T.B. Atwood, A. Auber, W. Cheung, C. Costello, F. Ferretti, A.M. Friedlander, S.D. Gaines. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592, 397-402.

99 Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. y Pauly, D. 2010. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16, 24–35.

lugar habitable para el ser humano. Nuestra lluvia, el agua potable, el clima y gran parte de nuestra comida, e incluso el oxígeno del aire que respiramos los proporciona y regula el océano.

¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LAS ALIANZAS PARA GESTIONAR LOS RECURSOS NATURALES DE UN PAÍS?

FAICO, 30 años haciendo historia, juntos somos más.

Proteger la biodiversidad no solo tiene sentido a nivel ambiental, sino también social y económico. Las alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil son claves para un desarrollo sostenible. En setiembre de 2015, líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales (ODS) para proteger el planeta, combatir la pobreza y asegurar la prosperidad para todos. Por esta razón, crean una agenda en común y consolidan una visión compartida entre innumerables actores y sectores.

Amigos Isla del Coco (FAICO) es una organización no gubernamental fundada en 1994, con el objetivo de canalizar y ejecutar recursos humanos, técnicos y financieros para contribuir en la gestión efectiva del APMC y ecosistemas circundantes y esenciales del PTO. Durante 30 años, FAICO ha consolidado relaciones exitosas con actores claves a nivel local, regional e internacional, convirtiéndose en un modelo replicable de alianza estratégica que inspira la conservación a nivel global.

Las actividades de FAICO se realizan de forma coordinada con el Gobierno de Costa Rica de turno, mediante un convenio oficial con el SINAC y el APMC, contribuyendo a iniciativas dirigidas a planificación, control y vigilancia, calidad de vida de guardaparques, infraestructura, manejo de recursos naturales, investigación, análisis de presiones, fortalecimiento institucional, posicionamiento, educación y comunicación ambiental, gobernanza, innovación regulatoria en ecosistemas oceánicos, entre otros.

La misión de FAICO es “promover las mejores prácticas para la gestión y conservación de la biodiversidad marina de la Isla del Coco y los Montes Marinos, así como de las especies migratorias del Pacífico Tropical Oriental” y la visión “las especies migratorias y los ecosistemas del Parque Nacional Isla del Coco, el Área Marina de Manejo del Bicentenario y el Pacífico Tropical Oriental son prósperos y seguirán siéndolo por generaciones”.

Siendo realistas con respecto a la gestión de los recursos naturales que nos brinda los ecosistemas terrestres y marinos, FAICO ha diversificado su relacionamiento, por lo cual también ha suscrito convenios con actores clave como la Autoridad de Pesca en Costa Rica, la academia, organizaciones no gubernamentales y socios claves en el Corredor Marino del Pacífico Este Tropical.

La gestión y consolidación de índole ambiental, debe considerar entre sus actividades y objetivos los verbos “conservar y proteger” de manera intrínseca, ambos son un compromiso infinito con nuestro planeta. El primero reconoce la participación de las personas en la gestión de los recursos, aportes de conocimiento y una apertura para el uso de metodologías y herramientas que permitan medir resultados e impactos, y así, tomar cada vez más y mejores decisiones. El segundo, es el complemento perfecto a la planificación y sostenibilidad de los recursos a la perpetuidad asegurando su uso y bienestar.

Por lo tanto, debemos ser conscientes, que, como planeta, atravesamos una enorme crisis económica, social y ambiental. Por esta razón, el trabajo conjunto entre la sociedad civil, entes gubernamentales, sector productivo y otros, es un hito relevante y de orden mundial, porque nosotros, los y las personas, somos los pasajeros y no tripulantes del Planeta que llamamos Tierra.

El trabajo de FAICO ha sido exitoso porque muchas personas, empresas, organizaciones y entidades compartimos un objetivo común, conservar y proteger la Isla del Coco, el tesoro natural e histórico de nuestro planeta azul, y de manera incansable hacemos que las cosas pasen, aunque siempre aparezcan nuevos y apasionantes retos. FAICO fue un socio fundamental para que Costa Rica lograra su meta de conservar y proteger el 30% de sus ecosistemas marinos, pero, lo correcto y visionario es decir que además de lograrlo, es fundamental implementarlo, y eso no será posible con uno o dos actores, necesitamos y debemos ser más, porque eso se merece nuestro tesoro natural, la Isla del Coco.

Asimismo, FAICO forma parte del posicionamiento y las declaratorias del PNIC. Nuestra Isla ha sido de interés mundial, por lo que fue declarada como Sitio Patrimonio de la Humanidad en 1997 por la UNESCO y Blue Park 2019 por el Instituto de Conservación Marina. Al menos un 60% de la infraestructura del área silvestre fue promovido por FAICO, impulsando el uso de energía renovable y condiciones básicas para funcionarios, voluntariados, investigadores y visitantes. Además, la creación de un fideicomiso para promover la sostenibilidad a largo plazo del ACMC, el desarrollo e implementación de herramientas de gestión y planificación con planes específicos como control y vigilancia, educación ambiental e infraestructura y para el 2021, el plan de adaptación y mitigación de cambio climático, la movilización de 14 toneladas de residuos en alianza con ONGs y aliados claves, la creación del programa de “Calidad de Vida de Guardaparques” y la Ejecución del al menos 70 alianzas logrando transmitir el valioso mensaje de la importancia de la isla.

Fomentar una relación sostenible entre el medio ambiente y la sociedad, genera innumerables beneficios tanto para las personas como para el entorno natural, ya que mejora la existencia y la calidad de vida de todos. Un ambiente saludable y equilibrado contribuye a la salud de las personas en todas sus dimensiones; nos preparamos mejor para ser resilientes o mitigar la forma como nos afectan algunas presiones como el cambio climático y la contaminación marina.

Le invito a apasionarse por la belleza excepcional de la Isla del Coco y que se una a nosotros, que juntos somos más. Nuestra responsabilidad es dejar un legado a futuras generaciones, un mundo más azul y verde, porque ambos se necesitan y nosotros como seres humanos también.



Fotografía cedida por la autora de este artículo para esta publicación.

APÉNDICE¹⁰⁰CITED REFERENCES: CONTRIBUTIONS OF THE ACADEMY
FOR A BETTER UNDERSTANDING OF THE OCEAN IN COSTA RICA

- Alfaro, J., J.A. Palacios, T. Aldave & R. Angulo. 1993. Reproducción del camarón *Penaeus occidentalis* (Decapoda: Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 41, 563-572.
- Alfaro, J., Ulate, K. & Vargas, M. (2007). Sperm maturation and capacitation in the open thelycum shrimp *Litopenaeus* (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea). *Aquaculture*, 270, 436-442.
- Alfaro-Montoya, J. & Hernández, L. (2012). The histological structure of the androgenic gland and cellular cord of the male reproductive system of adult *Litopenaeus* and *Rimapenaeus byrdi*. *Journal of Crustacean Biology*, 32(3), 351-357.
- Alfaro-Montoya, J., Braga, A., Vargas, M., & Umaña-Castro, R. (2017). Ultrastructural demonstration of the model of *Litopenaeus vannamei* (Crustacea, Penaeidae) male sexual maturation and spermatozoal capacitation. *Invertebrate Reproduction & Development*, 61(1), 9-17.
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durántez Jiménez, P., Simonneau, A., Binet, S., & Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience*, 12(5), 339–344.
- Almazroui, M., Islam, M. N., Saeed, F., Saeed, S., Ismail, M., Ehsan, M. A., Diallo, I., O'Brien, E., Ashfaq, M., Martínez-Castro, D., Cavazos, T., Cerezo-Mota, R., Tippett, M. K., Gutowski, W. J., Alfaro, E. J., Hidalgo, H. G., Vichot-Llano, A., Campbell, J. D., Kamil, S., Rashid, I. U., Sylla, M. B., Stephenson, T., Taylor, M., & Barlow, M. (2021). Projected Changes in Temperature and Precipitation Over the United States, Central America, and the Caribbean in CMIP6 GCMs. *Earth Syst Environ*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00199-5>
- Alvarado, J. J., Sánchez-Noguera, C., Arias-Godínez, G., Araya, T., Fernández-García, C., & Guzmán, A. G. (2020). Impact of El Niño 2015-2016 on the coral reefs of the Pacific of Costa Rica: the potential role of marine protection. *Revista De Biología Tropical*, 68(S1), S271-S282. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68iS1.41190>
- Álvarez, J. & E. Ross 2010. La pesca de arrastre en Costa Rica. MarViva, San José.
- Ambientico. 2013. Crisis de ecosistemas marinos y costeros en Costa Rica. Universidad Nacional. Voñ. 230-231. 69p.

100 Bibliografía proporcionada en el artículo de esta Revista titulado: *Contributions of the Academy for a Better Understanding of the Ocean in Costa Rica*.

- Arana, P. M., Wehrtmann, I. S., Orellana, J. C., Nielsen-Muñoz, V., & Villalobos-Rojas, F. (2013). By-catch associated with fisheries of *Heterocarpus vicarius* (Costa Rica) and *Heterocarpus reedi* (Chile) (Decapoda: Pandalidae): a six-year study (2004–2009). *Journal of Crustacean Biology*, 33(2), 198-209.
- Arias V., S., Zuñiga C., G. Zamora M., E., & Zurburg, W. (1998-1999). Perspectivas para el cultivo de ostras en el golfo de Nicoya. *Uniciencia*, 15-16: 9-26.
- Astorga, A., Montero-Cordero, A., Golfin-Duarte, G., García-Rojas, A., Vega-Bolaños, H., Arias-Zumbado, E., Solís-Adolio, D., & Ulate, K. (2022). Microplastics found in the World Heritage Site Cocos Island National Park, Costa Rica. *Marine and Fishery Sciences (MAFIS)*, 35(3), 403-420.
- Astorga-Pérez, A., Ulate-Naranjo, K., & Abarca-Guerrero, L. (2022). Presencia de microplásticos en especies marinas del Parque Nacional Marino las Baulas. *Revista Tecnología en Marcha* 35(2), 27-38.
- Atlas de Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica 2021. PNUD, Universidad de Costa Rica.
- Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102, 165–176.
- Badilla-Aguilar, A., & Mora-Alvarado, D. A. (2019). Análisis de la calidad bacteriológica de dos playas tropicales: relación de indicadores de contaminación fecal entre el agua de mar y las arenas. *Revista Tecnología en Marcha*, 32, 37–45.
- Barragan-Muñoz, J.M. 2020. Progress of coastal management in Latin America
- Bartels, C. E., Price, K. S., López, M. I., & Bussing, W. A. (2016). Occurrence, distribution, abundance and diversity of fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 31(1): 75–101.
- Bermúdez-Guzmán, L., Alpízar-Villalobos, C., Gatgens-García, J., Jiménez-Huezo, G., Rodríguez-Arias, M., Molina, H., Villalobos, J., Paniagua, S. A., Vega-Baudrit, J. R., & Rojas-Jiménez, K. (2020). Microplastic ingestion by a herring *Opisthonema* sp. in the Pacific coast of Costa Rica. *Regional Studies in Marine Science*, 38, 101367.
- Boone Kauffman, J., Arifanti, V. B., Hernández Trejo, H., Carmen Jesús García, M., Norfolk, J., Cifuentes, M., Hadriyanto, D., & Murdiyarto, D. (2017). The jumbo carbon footprint of a shrimp: Carbon losses from mangrove deforestation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 183–188. <https://doi.org/10.1002/fee.1482>
- Boza-Abarca, J., Calvo-Vargas, E., Solís-Ortiz, N., & Komen, J. (2008). Desove inducido y crecimiento larval del pargo manchado, *Lutjanus guttatus*, en la Estación de Biología Marina de Puntarenas, Costa Rica. *Ciencias Marinas*, 34(2): 239-252.
- Boza-Abarca, J., Valverde-Chavarría, S., Calvo-Vargas, E., Ramírez-Alvarado, M., & Rodríguez-Gómez, E. (2011). Inducción hormonal con suspensión de pituitaria de carpa y gonadotropina coriónica humana en el pargo manchado *Lutjanus guttatus* silvestre y criado en cautiverio. *Ciencias Marinas*, 37(2): 125-139.

- Bystrom, A. B., Naranjo-Madrigal, H., & Wehrtmann, I. S. (2017). Indicator-based management recommendations for an artisanal bottom-longline fishery in Costa Rica, Central America. *Revista de Biología Tropical*, 65(2), 475-492.
- Cambra, M., Lara-Lizardi, F., Peñaherrera-Palma, C., Hearn, A., Ketchum, J. T., Zarate, P., & Espinoza, M. (2021). A first assessment of the distribution and abundance of large pelagic species at Cocos Ridge seamounts (Eastern Tropical Pacific) using drifting pelagic baited remote cameras. *PLoS One*, 16(11), e0244343.
- Campos, J. A. (1986). Fauna de acompañamiento del camarón en el Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 34(2), 185-197.
- Campos, J. A. (1992). Estimates of length at first sexual maturity in *Cynoscion* spp. (Pisces: Sciaenidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 40 (2), 239-241.
- Campos, J.A. 1983. Estudio sobre la fauna de acompañamiento del camarón en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 31(2), 291-296.
- Carvajal-Oses, M. D. M. (2013). Factibilidad técnica y económica de dos sistemas de producción intensiva de rotíferos (*Brachionus plicatilis*) para la alimentación de larvas de pargo manchado (*Lutjanus guttatus*). M.Sc. Thesis, Universidad Nacional, Costa Rica.
- Castellanos, E., Lemos, M. F., Astigarraga, L., Chacón, N., Cuvi, N., Huggel, C., ... & Rusticucci, M. (2022). Central and South America. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689–1816. doi:10.1017/9781009325844.014
- Castro Campos, M.V. & Jiménez Ramón, J.A. (2021). Atlas Marino-Costero del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Fundación MarViva, San José.
- Caviedes-Sánchez, V. 2011. El enfoque de la gestión costera en Costa Rica: necesidad de CENIGA, Ministerio de Ambiente y Energía. (2020). Datos oficiales sobre la superficie marina y terrestre de Costa Rica. [https://ceniga.go.cr/datos-oficiales-sobre-lasuperficie-marina-y\[1\]terrestre-de-costa-rica/](https://ceniga.go.cr/datos-oficiales-sobre-lasuperficie-marina-y[1]terrestre-de-costa-rica/)
- Chacón Guzmán, J. (2010). Efectos de la tecnología de cultivo del pargo manchado *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) en jaulas flotantes en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. M.Sc. Thesis, Universidad Nacional.
- Chacón-Guzmán, J., Carvajal-Oses, M., & Herrera-Ulloa, Á. (2021). Optimización del cultivo larvario para la producción de juveniles del pargo manchado *Lutjanus guttatus* en Costa Rica. *Uniciencia*, 35(2), 10-26.
- Chacón-Guzmán, J., Carvajal-Oses, M., Herrera-Ulloa, Á., Corrales-Gómez, N., Granados-Cerdas, R., Otárola-Fallas, Á., ... & Fajardo-Espinoza, O. (2019). Liberación de juveniles de pargo manchado *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), como estrategia para la conservación de la especie y educación ambiental marino costera. *Gestión y Ambiente*, 22(1), 55-65.

- Chacón-Monge, J. L., Cubero-Campos, Y., & Sibaja-Cordero, J. A. (2019). Efecto de un área marina protegida sobre la talla de la concha de dos moluscos del intermareal en el Pacífico Central de Costa Rica. *Intropica*, 14(2): 138-147.
- Chomitz, B. R., Kleypas, J. A., Cortés, J., & Alvarado, J. J. (2023a). Change in the composition of fauna associated with *Pocillopora* spp. (Scleractinia, Pocilloporidae) following transplantation. *Revista de Biología Tropical*, 71(S1), e54882. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54882>
- Chomitz, B. R., Kleypas, J. A., Cortés, J., & Alvarado, J. J. (2023b). Succession of the sessile benthic community at a coral reef restoration site. *Revista de Biología Tropical*, 71(S1), e54881. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54881>
- Clarke, T. M., Espinoza, M., Ahrens, R., & Wehrtmann, I. S. (2016). Elasmobranch bycatch associated with the shrimp trawl fishery off the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Fishery Bulletin*, 114(1), 1-17.
- Clarke, T. M., Espinoza, M., Chaves, R. R., & Wehrtmann, I. S. (2018). Assessing the vulnerability of demersal elasmobranchs to a data-poor shrimp trawl fishery in Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Biological Conservation*, 217, 321-328.
- Combillet, L., Fabregat-Malé, S., Mena, S., Marín-Moraga, J. A., Gutiérrez, M., & Alvarado, J. J. (2022). *Pocillopora* spp. Growth analysis on restoration structures in an Eastern Tropical Pacific upwelling area. *PeerJ*, 10, e13248. <https://doi.org/10.7717/peerj.13248>
- Cordero-Murillo, A. L., Acosta-Vargas, L. G., Pineda-Gómez, J. A., & Torres-Gómez, D. (2023). Estructura, composición y contenido de carbono de manglares en los Humedales Nispero y San Buenaventura-Colorado, Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 20(46), 64-73.
- Corrales, L. A. V. (2010). Evaluación poblacional del stock explotable del complejo *Opisthonema* (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 2, 83-94.
- Cortés, J. (2001). Requiem for an eastern Pacific seagrass bed. *Revista de Biología Tropical*, 4 (Suppl. 2), 273-278.
- Cortés, J. (2016). The Pacific coastal and marine ecosystems. In M. Kappelle (Ed.), *Costa Rican Ecosystems* (pp. 97-138). University of Chicago Press.
- Cortés, J., Fonseca, A. C., Nivia-Ruiz, J., Nielsen-Muñoz, V., Samper-Villarreal, J., Salas, E., Martínez, S., & Zamora-Trejos, P. (2010). Monitoring coral reefs, seagrasses and mangroves in Costa Rica (CARICOMP). *Revista de Biología Tropical*, 58 (Suppl. 3), 1-22. <https://doi.org/10.15517/RBT.V58I0.20036>
- Coyle, R., Hardiman, G., & O'Driscoll, K. (2020). Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, uptake and exchange in ecosystems. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100010.

- Cuadrado-Quesada, G., T.Klenke & L.M. Mejía-Ortiz. 2018. Regulatory Challenges in Realizing Integrated Coastal Management—Lessons from Germany, Costa Rica, Mexico, and South Africa. *Sustainability* 2018, 10(10), 3772; <https://doi.org/10.3390/su10103772>
- DeVries, M. C., Epifanio, C. E., & Dittel, A. I. (1983). Reproductive periodicity of the tropical crab *Callinectes arcuatus* Ordway in Central America. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17(6), 709-716.
- Dittel, A. I. (1993). Cambios en los hábitos alimentarios de *Callinectes arcuatus* (Crustacea: Decapoda) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 41(3A), 639-646.
- Dittel, A. I., Epifanio, C. E., & Chavarria, J. B. (1985). Population biology of the portunid crab *Callinectes arcuatus* Ordway in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, Central America. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 20(5), 593-602.
- Echeverría-Sáenz, S., Spínola-Parallada, M., & Soto, A. C. (2021). Pesticides Burden in Neotropical Rivers: Costa Rica as a Case Study. *Molecules*. <https://doi.org/10.3390/molecules26237235>
- Espinoza, M., Díaz, E., Angulo, A., Hernández, S., & Clarke, T. M. (2018). Chondrichthyan diversity, conservation status, and management challenges in Costa Rica. *Frontiers in Marine Science*, 5, 85.
- Espinoza, M., Munroe, S. E., Clarke, T. M., Fisk, A. T., & Wehrtmann, I. S. (2015). Feeding ecology of common demersal elasmobranch species in the Pacific coast of Costa Rica inferred from stable isotope and stomach content analyses. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 470, 12-25.
- Fabregat-Malé, S., Mena, S., & Alvarado, J. J. (2023). Nursery-reared coral outplanting success in an upwelling-influenced area in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 71(S1), e54879. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54879>
- Fischer, S., & Wolff, M. (2006). Fisheries assessment of *Callinectes arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Fisheries Research*, 77(3), 301-311.
- Gillibert, R., Balakrishnan, G., Deshoules, Q., Tardivel, M., Magazzù, A., Donato, M. G., Maragò, O. M., Lamy De La Chapelle, M., Colas, F., Lagarde, F., & Gucciardi, P. G. (2019). Raman tweezers for small microplastics and nanoplastics identification in seawater. *Environmental Science and Technology*, 53(15), 9003–9013.
- Guillén-Watson, R., Arias-Andres, M., Rojas-Jimenez, K., & Wehrtmann, I. S. (2023). Microplastics in feed cause sublethal changes in the intestinal microbiota and a non-specific immune response indicator of the freshwater crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae). *Frontiers in Microbiology*, 14, 1197312.
- Herrera-Ulloa, A., Chacón Guzmán, J., Zúñiga-Calero, G., & Jiménez Montealegre, R. (2010). Spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) aquaculture research and development as socio-economic alternative for Costa Rican fishing communities. *World Aquaculture* 41, 20-22.
- Herrera-Ulloa, Á., Chacón-Guzmán, J., Zúñiga-Calero, G., Fajardo-Espinoza, O. A., & Jiménez-Montealegre, R. (2009). Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en Costa Rica dentro de un enfoque ecosistémico. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, 1, 197-213.

- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., & Pérez-Briceño, P. M. (2021). Cambios climáticos proyectados de modelos CMIP5 en La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 69 (Suppl. 2), S60-S73. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69iS2.48307>
- Hidalgo, H., Alfaro, E., & Quesada-Montano, B. (2017). Observed (1970–1999) climate variability in Central America using a high-resolution meteorological dataset with implications for climate change studies. *Climatic Change*, 141, 13-28. doi:10.1007/s10584-016-1786-y
- Hidalgo, H., Alfaro, E., & Quesada-Román, A. (2023). Flood projections for selected Costa Rican main basins using CMIP6 climate models downscaled output in the HBV hydrological model for scenario SSP5-8.5. Accepted in *Hydrological Research Letters*.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]*. IPCC, Geneva, Switzerland, (in press)
- Johnson, D. E., Ross Salazar, E., Gallagher, A., Rees, A., Sheridan Rodríguez, C., Cambronero Solano, S., Rojas Ortega, G., & Barrio Froján, C. (2018). Preventing plastics pervading an oceanic oasis: Building the case for the Costa Rica Thermal Dome to become a World Heritage site in ABNJ. *Marine Policy*, 1–8.
- Laureano-Rosario, A. E., Symonds, E. M., González-Fernández, A., Lizano R., O. G., Mora Alvarado, D., Rivera Navarro, P., Badilla-Aguilar, A., Rueda-Roa, D., Otis, D. B., Harwood, V. J., Cairns, M. R., & Muller-Karger, F. E. (2021). The relationship between environmental parameters and microbial water quality at two Costa Rican beaches from 2002 to 2017. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111957.
- León, P. E. (1973). Ecología de la ictiofauna del Golfo de Nicoya, Costa Rica, un estuario tropical. *Revista de Biología Tropical*, 21(1), 5-30.
- Lewis, R. R., Brown, B. M., & Flynn, L. L. (2019). Methods and Criteria for Successful Mangrove Forest Rehabilitation. In *Coastal Wetlands* (pp. 863–887). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63893-9.00024-1>
- Ley de Biodiversidad No. 7788, Pub. L. No. 7788 (1998).
- Ley, D., Guillén-Bolaños, T., Castañeeda, A., Hidalgo, H.G., Girot-Pignot, P.O., Hernández, R., Alfaro, E.J., Castellanos, E. (2023). Central America urgently needs to reduce the growing adaptation gap to climate change. Accepted in *Frontiers in Climate*.
- Lizano Araya, M., & Lizano-Rodríguez, O. G. (2022). Escenarios de Inundación Ante El Aumento Del Nivel Del Mar Por Cambio Climático, Para Las Playas Del Coco, Tamarindo y Sámara, Costa Rica. *Entorno Geográfico*, no. 25 SE-Artículos (Espacios y Territorios) (December): e21411903. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i25.11903>
- López-Garro, A., & Zanella, I. (2015). Tiburones y rayas capturados por pesquerías artesanales con línea de fondo en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 183-198.

- López-Garro, A., Arauz Vargas, R., Zanella, I., & Le-Foulgo, L. (2009). Análisis de las capturas de tiburones y rayas en las pesquerías artesanales de Tárcoles, Pacífico Central de Costa Rica. *Journal of Marine and Coastal Sciences*, 1, 145-157.
- López-Garro, A., Zanella, I., Martínez, F., Golfín-Duarte, G., & Pérez-Montero, M. (2016). La pesca ilegal en el Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), S249–S261. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.23412>
- Loría-Naranjo, M., Samper-Villarreal, J., Sandoval-Siles, M., & Cortés, J. (2018). Intra- and inter-annual variation in a seagrass meadow on the Caribbean coast of Costa Rica: 2009-2015. *Revista de Biología Tropical*, 66(3), 1149–1161. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i3.31035>
- Manrow-Villalobos, M., & Vilchez-Alvarado, B. (2012). Estructura, composición florística, biomasa y carbono arriba del suelo en los manglares Laguna de Gandoca y Estero Moín, Limón, Costa Rica. 9(23), 1–18.
- Matley, J. K., Vargas-Araya, L., Fisk, A. T., & Espinoza, M. (2022). Habitat-specific performance of high-frequency acoustic telemetry tags in a tropical marine environment. *Marine and Freshwater Research*, 73(5), 710-717.
- McLeod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C. E., Schlesinger, W. H., & Silliman, B. R. (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10), 552–560. <https://doi.org/10.1890/110004>
- Méndez, S., Ruedert, C., Mena, F., & Cortés, J. (2021). Accumulation of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Ni, Zn) in sediments, macroalgae (*Cryptonemia crenulata*) and sponge (*Cinachyrella kuekenthali*) of a coral reef in Moín, Limón, Costa Rica: An ecotoxicological approach. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113159. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2021.113159>
- MIDEPLAN. (2014). Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2015-2028.
- MIDEPLAN. (2018). Plan Nacional de Desarrollo y de Inversión Pública del Bicentenario 2019-2022.
- MINAE. (2021). Estrategia Nacional de Restauración de Paisajes de Costa Rica (EN5-CR) 2021-2050. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ministerio de Agricultura (MAG).
- Ministerio de Salud & Ministerio de Ambiente y Energía. 2021. Línea Base del Plan Nacional de Residuos Marinos 2021-2030 — 1 ed. San José, Costa Rica: Ministerio de Ambiente y Energía.
- Montero, V., Chinchilla, Y., Gómez, L., Flores, A., Medaglia, A., Guillén, R., & Montero, E. (2023). Human health risk assessment for consumption of microplastics and plasticizing substances through marine species. *Environmental Research*, 237, 116843.
- Montiel-Mora, J. R., & Gómez-Ramírez, E. (2023). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua costera en Nicoya, Costa Rica: comparación de tres playas con diferente impacto turístico y administración. *UNED Research Journal*, 15(2), e4763-e4763.

- Morales-Ramírez, A. & F. Mora. 2015. Integrated coastal areas as tool for Costa Rican public policy management. Pp.: 162-167. In A. de Pavia Toledo & Virginie J.M. Tassin (eds). 2015. Guide to the navigation of biodiversity beyond national jurisdiction. Editorial D'Placido.
- Morales-Ramírez, A. 2013. Un análisis sobre la situación de algunos de nuestros ecosistemas costeros: necesidad de una gestión integrada. *Ambientico* 230-231: 16-26.
- Morales-Ramírez, A., M. Silva Benavides & C. González-Gairaud. 2009. La Gestión Integrada de la Zona Costera en Costa Rica: experiencias y perspectivas. Pp.: 41 – 70. En: J.M. Barragán (Coord.). Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio. Red Ibermar, Universidad de Cádiz y Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), España.
- Morales-Ramírez, A., M. Silva Benavides, C. González-Gairaud, L. Villalobos & J. Asch. 2011. Propuestas para una gestión integrada de las áreas costeras de Costa Rica. Pp.: 41-54. En: J.M. Barragán (Coord.). Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Propuestas para la Acción. Red Ibermar, Universidad de Cádiz y Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), España
- Moreno, M. L., Hidalgo, H. G., & Alfaro, E. J. (2019). Cambio climático y su efecto sobre los servicios ecosistémicos en dos parques nacionales de Costa Rica, América Central. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 30(1), 16-38. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/79957>
- Nielsen Muñoz, V. & M.A. Quesada Alpízar (2006). Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Informe Técnico. Conservación Internacional. 219 p.
- NOAA 2020. Ocean pollution and marine debris. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-pollution>
- Olivares, O. & Boza-Abarca, J. (1998). Crecimiento de juveniles de pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) utilizando alimento granulado en condiciones de laboratorio. *Uniciencia*, 15 (1), 45-48.
- Ouyang, X., & Lee, S. Y. (2020). Improved estimates on global carbon stock and carbon pools in tidal wetlands. *Nature Communications*, 11(1), 317. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14120-2>
- Palacios Villegas, J. P., & Vargas Barquero, M. V. (2000). Longitud a la primera madurez, ciclo reproductivo y crecimiento del camarón blanco (*Penaeus occidentalis*, Decapoda: Penaeidae) en la parte interna del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 17(1), 13-19.
- Palacios, J. A., Angulo, R., & Rodríguez, J. A. (1996). La pesquería de *Penaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44(1), 225-231.
- Palacios, J.A., J.A. Rodríguez & R. Angulo. 1993. Algunos aspectos biológico-pesqueros para la ordenación de la pesquería del camarón blanco (*Penaeus stylirostris*) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, p 119-126. In: Actas del Simp. Inv. Acuic. y Pesca en C.A.

- Palou Zúniga, N., Madrigal Ballester, R., Schlüter, A., & Alvarado, J. J. (2023). Applying the SES Framework to coral reef restoration projects on the Pacific coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 71(S1), e54583. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54853>
- Parajeles Mora, J. F., Peña Navarro, N., Solorzano Morales, A., & Dolz, G. (2021). Detection of IHNV in *Litopenaeus vannamei* farms in Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 587–598.
- Pascale, S., Kapnick, S. B., Delworth, T. L., *et al.* (2021). Natural variability vs forced signal in the 2015–2019 Central American drought. *Climatic Change*, 168, 16. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03228-4>
- Peña Navarro, N., Castro Vásquez, R. and Dolz, G., 2020. White spot syndrome virus and *Enterocytozoon hepatopenaei* in shrimp farms in Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 31, 479-489.
- Peña-Navarro, N., & Varela-Mejías, A. (2016). Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas en el camarón blanco *Penaeus vannamei* cultivado en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(3), 553-564.
- Pérez-Briceño, P. M., & Lizano-Rodríguez, O. G. (2021). Coastal Erosion and Beach Stability in Limón, Caribbean Sea, Costa Rica. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 1(1 SE-Articles), 96–110. <https://doi.org/10.23854/07199562.2021571esp.Lizano96>
- Peterson, C. L. (1956). Observaciones sobre la taxonomía, biología y ecología de los peces engraulidos y clupeidos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Com, Int. del Atún Trop*, 1(5), 187-280.
- Quesada-Céspedes, R., Arias-Valverde, S., Pacheco-Urpí, O., Zuñiga-Calero, G., Pacheco-Prieto, O., Vega-Bolaños, H., Calvo-Vargas, E. & Berrocal-Artavia, K. (2019). Retos de la acuicultura marina litoral: Caso cultivo de ostras en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. In: Y. Morales-López (Ed.), *Memorias del I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional, Costa Rica, 2019* (e212, pp. 1-9). Heredia: Universidad Nacional.
- Quesada-Hernández, L. E., Calvo-Solano, O. D., Hidalgo, H. G., Pérez-Briceño, P. M., & Alfaro, E. J. (2019). Dynamical delimitation of the Central America Dry Corridor (CADC) using drought indices and aridity values. *Progress in Physical Geography*, 43(5), 627-642. <https://doi.org/10.1177/0309133319860224>
- Quirós-Orlich, J., A. Garita Cambronero, J.J. Alvarado- Barrientos, A. Gómez-Meléndez & A. Morales-Ramírez. 2017. El Observatorio Cousteau para las Costas y Mares de Centroamérica: un esfuerzo regional para la gestión integral de nuestros océanos. Universidad de Costa Rica e Instituto Francés para América Central (IFAC). 137p.
- Ramírez-Morales, D., Masís-Mora, M., Montiel-Mora, J. R., Cambronero-Heinrichs, J. C., Briceño-Guevara, S., Rojas-Sánchez, C. E., ... & Rodríguez-Rodríguez, C. E. (2020). Occurrence of pharmaceuticals, hazard assessment and ecotoxicological evaluation of wastewater treatment plants in Costa Rica. *Science of The Total Environment*, 746, 141200.
- REDD/CCAD-GIZ - SINAC. (2015). Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015. Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales. Prepared by: P. Emanuelli, F. Milla, E. Duarte, J. Emanuelli, A. Jiménez & M.I. Chavarría. Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y

- Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana (REDD/CCAD/GIZ) & Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) Costa Rica.
- Rodríguez, G., & Sáenz, E. (2020). Estrategia nacional para la recuperación de cuencas urbanas 2020-2030. Ministerio de Ambiente y Energía. San José, Costa Rica. 44 p.
- Rojas, J. R. 1997b. Dieta del pargo colorado *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 45(3), 1173-1183.
- Rojas-Alfaro, R., Sancho Blanco, C., & Corrales, L. V. (2017). Avances biotecnológicos sobre maricultura en Costa Rica. Una revisión de la investigación desarrollada por la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional. *Uniciencia*, 31(2), 111-119.
- Rojas-Jimenez, K., Villalobos-Rojas, F., Gatgens-García, J., Rodríguez-Arias, M., Hernández-Montero, N., & Wehrtmann, I. S. (2022). Presence of microplastics in six bivalve species (Mollusca, Bivalvia) commercially exploited at the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Marine Pollution Bulletin*, 183, 114040.
- Rovai, A. S., Twilley, R. R., Castañeda-Moya, E., Riul, P., Cifuentes-Jara, M., Manrow-Villalobos, M., Horta, P. A., Simonassi, J. C., Fonseca, A. L., & Pagliosa, P. R. (2018). Global controls on carbon storage in mangrove soils. *Nature Climate Change*, 8(6), 534–538. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0162-5>
- Sagot Valverde, J. G. (2022). Monitoreo y caracterización de microplásticos en arenas de playas y aguas costeras de Costa Rica. *Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo*, 4(17), 1–47.
- Samper-Villarreal, J., Cambronero Bolaños, R., Heidemeyer, M., Mora Vargas, M., & Mora Vargas, R. (2020). Characterization of seagrasses at two new locations in the Eastern Tropical Pacific (El Jobo and Matapalito, Costa Rica). *Aquatic Botany*, 165, 103237. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103237>
- Samper-Villarreal, J., F. Mora-Rodríguez & A. Morales-Ramírez. 2020. Gestión Integrada Marina y Costera en Costa Rica. *Revista Costas (UNESCO) Vol. Especial. 1: 67-104*
- Samper-Villarreal, J., Mazarrasa, I., Masqué, P., Serrano, O., & Cortés, J. (2022). Sediment organic carbon stocks were similar among four species compositions in a tropical seagrass meadow. *Limnology and Oceanography*, 67, S208–S225. <https://doi.org/10.1002/lno.12258>
- Samper-Villarreal, J., Moya-Ramírez, J., & Cortés, J. (2022). Megaherbivore exclusion led to more complex seagrass canopies and increased biomass and sediment C_{org} pools in a tropical meadow. *Frontiers in Marine Science*, 9, 945783. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.945783>
- Samper-Villarreal, J., Tussenbroek, B. I. van, & Cortés, J. (2018). Seagrasses of Costa Rica: From the mighty Caribbean to the dynamic meadows of the Eastern Tropical Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 66 (Suppl. 1), Article 1–1. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i1.33260>
- Sánchez-Jiménez, A., A. Morales-Ramírez, J. Samper-Villarreal & C. Sánchez-Noguera. 2014. Percepción comunitaria y procesos de Gestión Integrada de Zonas Costeras en el Pacífico Norte de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 62 (Supl.4): 139-149.

- Silva-Benavides, M. & N. N. Carrillo. 2004. El manglar de Purruja, Golfito, Costa Rica: un modelo para su manejo. *Revista de Biología Tropical* 52(2): 195-201.
- SINAC & CATIE. (2023, September 11). Mapa de Ecosistemas de Manglar 2021. <https://www.sinac.go.cr/ES/bimapas/Paginas/ecomanglar.aspx>
- SINAC (2019). Estrategia regional para el manejo y conservación de los manglares en el Golfo de Nicoya-Costa Rica 2019-2030. Programa Nacional de Humedales, Sistema Nacional de Áreas de Conservación.
- SINAC-ACOSA. 2018. Plan de Aprovechamiento de la Piangua, *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en el sector Manglares de Bahía Golfito 2018-2023. Área de Conservación Osa (ACOSA), Costa Rica. 48p.
- SINAC-GIZ. (2020). Protocolo para la restauración de arrecifes y comunidades coralinas de Costa Rica.
- Sorensen, J. 1990. An assessment of costa Rica's coastal management program. *Coastal Management*, 18(1): 37-63
- Sorensen, J. 2000. Building a global database of ICM efforts. University of Massachusetts, Boston. USA.
- Spongberg, A. L., Witter, J. D., Acuña, J., Vargas, J., Murillo, M., Umaña, G., ... & Perez, G. (2011). Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters. *Water Research*, 45(20), 6709-6717.
- Stern-Pirlot, A., & Wolff, M. (2006). Population dynamics and fisheries potential of *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) along the Pacific coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 54(1), 87-100.
- Surendran, U., Jayakumar, M., Raja, P., Gopinath, G., & Chellam, P. V. (2023). Microplastics in terrestrial ecosystem: Sources and migration in soil environment. *Chemosphere*, 318, 137946.
- Tabash Blanco, F. A. (2007). Explotación de la pesquería de arrastre de camarón durante el período 1991-1999 en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 207-218.
- Tabash, B.F. & J.A. Palacios. 1996. Stock assessment of two penaeid prawn species, *Penaeus occidentalis* and *Penaeus stylirostris* (Decapoda: Penaeidae) in Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44, 595-602.
- Taylor, P., Asner, G., Dahlin, K., Anderson, C., Knapp, D., Martin, R., Mascaro, J., Chazdon, R., Cole, R., Wanek, W., Hofhansl, F., Malavassi, E., Vilchez-Alvarado, B., & Townsend, A. (2015). Landscape-scale controls on aboveground forest carbon stocks on the Osa Peninsula, Costa Rica. *PLOS ONE*, 10(6), e0126748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126748>
- Umaña-Blanco, V., & Arroyo Zeledón, M. S. (2021). Identificación de servicios de los ecosistemas en comunidades asociadas a tres áreas marinas de pesca responsable del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista ABRA*, 41(62), 63-80.
- Umaña-Castro, R., Vega-Alpíza, L., Soto-Rojas, R., Sancho-Blanco, C., & Hernández-Noguera, L. (2021). Identificación de cuatro especies de Clupeiformes (Actinopterygii) mediante análisis de secuencias

- de ADN mitocondrial en zonas de explotación pesquera del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 13(1), 39-56.
- Ureña-Juárez, P., & Peralta, C. D. (2020). Cultivo en suspensión de *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae) en Isla Chira, Costa Rica: implicaciones ambientales y biológicas. *Repertório Científico*, 23(2), 76-88.
- Van Tussenbroek, B. I., Cortés, J., Collin, R., Fonseca, A. C., Gayle, P. M. H., Guzmán, H. M., Jácome, G. E., Juman, R., Koltes, K. H., Oxenford, H. A., Rodríguez-Ramírez, A., Samper-Villarreal, J., Smith, S. R., Tschirky, J. J., & Weil, E. (2014). Caribbean-wide, long-term study of seagrass beds reveals local variations, shifts in community structure and occasional collapse. *PLOS ONE*, 9(3), e90600. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090600>
- Vargas, J.A. & J. Monge (editores) Ecosistemas Acuáticos de Costa Rica III. Contaminación Costera. Volumen 52 (Supl.2). *Revista Biología Tropical*.
- Vargas, J.A. & J. Monge. 2006 (editores). Ecosistemas Acuáticos de Costa Rica IV. Volumen 52 (Supl.1). *Revista de Biología Tropical*.
- Vargas Ugalde, R., Gómez Salas, C., Pérez Reyes, C., Umaña Vargas, E., & Acosta Nassar, M. (2020). “Jardinería” para la restauración coralina en el Golfo Dulce, Costa Rica: Una prueba práctica. 12(1).
- Vásquez-Arias, A. (1999). Aspectos de la biología reproductiva de la Corvina Aguada (*Cynoscion squamipinnis*) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Vega Corrales, L. A., Vindas, C. M., Prieto, O. P., & Calero, G. Z. (2013). Preliminary assessment of small scale bacterial depuration of *Crassostrea gigas* and *Anadara* spp., Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 5, 107-117.
- Villalobos-Cubero, T., Kleypas, J. A., Alvarado, J. J., & Cortés Núñez, J. (2023). Percepción comunitaria sobre arrecifes coralinos en Golfo Dulce: Bases para integración social en programas de restauración. *Revista de Biología Tropical*, 71(S1), e54862. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54862>
- Villarreal-Bogarín, A. (2001). La composición de especies en la pesca artesanal con línea de fondo en la parte externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Wehrtmann, I. S., & Echeverría-Sáenz, S. (2007). Crustacean fauna (Stomatopoda: Decapoda) associated with the deepwater fishery of *Heterocarpus vicarius* (Decapoda: Pandalidae) along the Pacific coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 55(1), 121-130.
- Wehrtmann, I. S., & Nielsen-Muñoz, V. (2009). The deepwater fishery along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(3), 543-554.
- Wehrtmann, I. S., Arana, P. M., Barriga, E., Gracia, A., & Pezzuto, P. R. (2012). Deep-water shrimp fisheries in Latin America: a review. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(3), 497-535.
- Yang, H., Chen, G., & Wang, J. (2021). Microplastics in the marine environment: Sources, fates, impacts and microbial degradation. *Toxics*, 9(2), 41.

- Zanella, I., & López-Garro, A. (2015). Abundancia, reproducción y tallas del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Carcharhiniformes: Sphyrnidae) en la pesca artesanal de Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 307-317.
- Zanella, I., López, A. & Arauz, R. (2009). Caracterización de la pesca del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, en la parte externa del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 1(1), 175-195.
- Zanella, I., López-Garro, A., & Cure, K. (2019). Golfo Dulce: critical habitat and nursery area for juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in the Eastern Tropical Pacific Seascape. *Environmental Biology of Fishes*, 102(10), 1291-1300.
- Zanella, I., López-Garro, A., Martínez, F., Golfín-Duarte, G., & Morales, K. (2016). Poblaciones de tiburones en las bahías Chatham y Wafer del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 64(S1), 177-186.
- Zhang, Y., Gao, T., Kang, S., Allen, S., Luo, X., & Allen, D. (2021). Microplastics in glaciers of the Tibetan Plateau: Evidence for the long-range transport of microplastics. *Science of the Total Environment*, 758, 143634.

APPENDIX. REFERENCES OF INTERESTING

Integrated Coastal Management and Marine Protected Areas

- Agenda 21. 1993. Programme of action for sustainable development; Rio Declaration on Environment and Development; Statement of Forest Principles: The final text of agreements negotiated by governments at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), 3-14 June 1992, Rio de Janeiro, Brazil. New York, USA: United Nations Dept. of Public Information.
- Atlas de Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica 2021. PNUD, Universidad de Costa Rica.
- Barton, D. N., & Vargas, J. A. 1995. Integrated coastal zone management in Central America: applications to the tropical coastal systems of Golfo Dulce, Costa Rica: SMR, University of Bergen Norway and CIMAR, University of Costa Rica.
- Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica. 2008. Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Comisión Nacional del Mar. 2013. Política Nacional del Mar: Costa Rica 2013-2028. San José, Costa Rica. Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina. 2012.
- Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina. San José, Costa Rica. 44 p.
- Consejo Nacional Ambiental. 2018. Gestión pública del mar en Costa Rica: Propuesta de Gobernabilidad Marina. 35p.

- Ministerio de Ambiente y Energía. 2017. Informe ante la Conferencia Global de los Océanos, 2017. San José, Costa Rica 47 p.
- SINAC. (2016a). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Agregaciones de Mamíferos Acuáticos.
- SINAC. (2016b). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Formaciones Coralinas.
- SINAC. (2016c). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas Arenosas.
- SINAC. (2016d). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas de Anidación de Tortugas Marinas. In Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- SINAC. (2016e). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas Rocosas.
- SINAC. (2020). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de Peces Pelágicos.
- SINAC-UNA. (2020). Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el Monitoreo Ecológico de Manglares en Costa Rica.
- SINAC-UNA. (2021). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de los Arrecifes Rocosos.

Climate Change

- Balaguru, K., Xu, W., Chang, C. C., Leung, L. R., Judi, D. R., Hagos, S. M., ... & Ting, M. (2023). Increased US coastal hurricane risk under climate change. *Science Advances*, 9(14), eadf0259.
- Bian, G., Zhang, J., Chen, J., Song, M., He, R., Liu, C., Liu, Y., Bao, Z., Lin, Q., & Wang, G. (2021). Projecting hydrological responses to climate change using CMIP6 climate scenarios for the upper Huai river basin, China. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 759547. DOI: 10.3389/fenvs.2021.759547
- Gu, L., Chen, J., Yin, J., Slater, L. J., Wang, H. M., Guo, Q., ... & Zhao, T. (2022). Global increases in compound flood-hot extreme hazards under climate warming. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL097726. DOI: 10.1029/2022GL097726
- Hirabayashi, Y., Tanoue, M., Sasaki, O., Zhou, X., & Yamazaki, D. (2021). Global exposure to flooding from the new CMIP6 climate model projections. *Scientific Reports*, 11, 3740. DOI: 10.1038/s41598-021-83279-w
- Lizano-Araya, M., & Lizano-Rodríguez, O. (2021). Creación de Escenarios Ante El Aumento Del Nivel Del Mar, Para Las Localidades de Moín y Cahuita, Limón, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1(68 SE-Teoría, Epistemología, Metodología (Evaluados por pares)). <https://doi.org/10.15359/rgac.68-1.4>
- Lizano, M., & Lizano, O. (2010). Creación de Escenarios de Inundación En La Ciudad de Puntarenas Ante El Aumento Del Nivel Del Mar. *InterSedes*, 11, 215–229. <https://www.kerwa.ucr.ac>
- Meresa, H., Tischbein, B., & Makonnen, T. (2022). Climate change impact on extreme precipitation and peak flood magnitude and frequency: Observations from CMIP6 and hydrological models. *Natural Hazards*, 111, 2649–2679. DOI: 10.1007/s11069-021-05152-3

- Paudel, S., Joshi, N., & Kalra, A. (2023). Projected future flooding pattern of Wabash river in Indiana and Fountain Creek in Colorado: an assessment utilizing bias-corrected CMIP6 climate data. *Forecasting*, 5, 405–423. DOI: 10.3390/forecast5020022
- Sante, F. D., Coppola, E., & Giorgi, F. (2021). Projections of river floods in Europe using EURO-CORDEX, CMIP5 and CMIP6 simulations. *International Journal of Climatology*, 41, 3203–3221. DOI: 10.1002/joc.7014
- Wang, L., Wang, J., He, F., Wang, Q., Zhao, Y., Lu, P., ... & Jia, X. (2023). Spatial-temporal variation of extreme precipitation in the Yellow-Huai-Hai-Yangtze Basin of China-Past and Future. *Research Square*. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2687595/v1
- Wang, Y., Xu, H. M., Li, Y. H., Liu, L. L., Hu, Z. H., Xiao, C., ... & Yang, T. T. (2022). Climate Change Impacts on Runoff in the Fujiang River Basin Based on CMIP6 and SWAT Model. *Water*, 14, 3614. DOI: 10.3390/w14223614
- Zhu, D., Das, S., & Ren, Q. (2017). Hydrological appraisal of climate change impacts on the water resources of the Xijiang Basin, South China. *Water*, 9, 793. DOI: 10.3390/w9100793

Fisheries and Aquaculture.

- Alfaro, J. & Vega, L. (2010). Effects of transplants and extracts of thoracic nerve cord - ganglia on gonad maturation of penaeoid shrimp. *Aquac. Res.*, 41(2), 182-188.
- Alfaro, J., Zúñiga, G. & Komen, J. (2004). Induction of ovarian maturation and spawning by combined treatment of serotonin and a dopamine antagonist, spiperone in *Litopenaeus stylirostris* and *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 236, 511-522.
- Alfaro, J., Hernández, L., Zúñiga, G., Soto, R. & Mejía-Arana, F. (2009). Thoracic nerve cord-ganglia recognition in intraspecific and interspecific transplants in the white shrimp, *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*. *Aquaculture*, 288, 126-131.
- Alvarado Ruiz, C. (2018). Factores ambientales y madurez sexual de un banco de ostras *Saccostrea palmula* (Carpenter, 1857) Mollusca, Bivalvia en bahía Culebra, Costa Rica. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 35, 1-8
- Araya, H. A. (1984). Los sciaénidos (corvinas) del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 32(2), 179-196.
- Barquero, M. V. (1998). Estimación de parámetros biológico-pesqueros para el pargo mancha *Lutjanus guttatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 15(1), 79-84.
- Barquero-Chanto, J. E. (2015). Descripción del desarrollo ontogénico y el crecimiento de la corvina aguada, *Cynoscion squamipinnis* (Sciaenidae) para la optimización de su cultivo. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, C.R.

- Bolaños Montero, J. (1996). Evaluación comparativa de dos tipos de muestreo en chucheca (*Grandiarca grandis*) y piangua (*Anadara tuberculosa*), en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 13(1), 21-25.
- Boza-Abarca, J., Ramírez Alvarado, M., Calvo Vargas, E., & Berrocal Artavia, K. (2017). Spontaneous spawning in captivity of the first generation hatchery-produced weakfish, *Cynoscion squamipinnis* (Perciformes: Sciaenidae). *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 9(1), 9-21.
- Bravo, E. 1979. Características generales de los recursos camaróneros de Costa Rica. MAG: Dirección General de Recursos Pesqueros y Vida Silvestre, San José, Costa Rica.
- Calvo-Elizondo, E. (2023). Cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*, BONNE 1931) en jaulas flotantes como alternativa productiva para el sector pesquero artesanal del Golfo De Nicoya, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional, Heredia, CR.
- Campos M., J. A., Fournier, M. L., & Soto, R. (1990). Estimación de la población de *Anadara tuberculosa* (Bivalvia: Arcidae) en Sierpe-Térraba, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 38(2), 477-480.
- Carranza, F. & A. Chacón. 1978. Estudios preliminares sobre la pesca del camarón blanco, café y rosado del litoral pacífico costarricense. Oficina de Pesca-MAG, San José, Costa Rica.
- Corrales Venegas, M. C. (2015). Acumulación de metales pesados en bivalvos y sus efectos tóxicos en la salud humana: Perspectivas para el estudio en Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 15(25), 173-181.
- Cruz, R. A. (1982). Variación mensual del índice de condición del molusco *Anadara tuberculosa* (Pelecypoda: Arcidae) en Punta Morales, Puntarenas, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 30(1), 1-4.
- Elizondo-Sancho, M., Rodríguez-Arriatti, Y., Albertazzi, F. J., Bonilla-Salazar, A., Arauz-Naranjo, D., Arauz, R., ... & Hernández, S. (2022). Population structure and genetic connectivity of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) across nursery grounds from the Eastern Tropical Pacific: Implications for management and conservation. *Plos One*, 17(12), e0264879.
- Escuela de Economía de la Universidad Nacional de Costa Rica (2016). Caracterización socioeconómica del sector de pesca de arrastre semiindustrial de camarón en el pacífico central costarricense. Escuela de Economía. San José, Costa Rica.
- Fernández, B., & Brunker, T. (1977). Estudio bacteriológico de bivalvos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. I. Condición del molusco recién recolectado. *Revista de Biología Tropical*, 25(1), 101-107.
- Fernández, B., & Ryan, K. A. (1983). Estudio bacteriológico de bivalvos del Golfo de Nicoya, Costa Rica II. Condición del molusco al momento de comerlo. *Revista de Biología Tropical*, 31(2), 311-316.
- Friedlander, A. M., Zgliczynski, B. J., Ballesteros, E., Aburto-Oropeza, O., Bolaños, A., & Sala, E. (2012). The shallow-water fish assemblage of Isla del Coco National Park, Costa Rica: structure and patterns in an isolated, predator-dominated ecosystem. *Revista de Biología Tropical*, 60, 321-338.
- López-Garro, A., Zanella, I., Golfín-Duarte, G., & Pérez-Montero, M. (2020). Residencia del tiburón punta blanca de arrecife, *Triaenodon obesus*, (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en las bahías Chatham y Wafer del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 68, 330-339.

- Morera González, M., Saravia Arguedas, A. Y., García Céspedes, J., & Mena-Rivera, L. (2019). Utilización de índices de contaminación por hidrocarburos en pianguas (*Anadara tuberculosa*) obtenidas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica para la categorización del grado de contaminación. In: Y. Morales-López (Ed.), *Memorias del I Congreso Internacional de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional, Costa Rica, 2019* (pp. 1-3). Heredia: Universidad Nacional.
- Nalesso, E., Hearn, A., Sosa-Nishizaki, O., Steiner, T., Antoniou, A., Reid, A., ... & Arauz, R. (2019). Movements of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) at Cocos Island, Costa Rica and between oceanic islands in the Eastern Tropical Pacific. *PloS one*, 14(3), e0213741.
- Quesada Quesada, R. Q., Castro, E. M., Montoya, J. A., Urpí, O. P., & Madriz, E. Z. (1985). Crecimiento y supervivencia del ostión de manglar (*Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828), trasladado de Estero Vizcaya, Costa del Caribe a estanques de cultivo de camarones en Chomes, Costa Pacífica de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 33(1), 7-12.
- Rojas, R. 1997. Fecundidad y épocas de reproducción del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44, 477-487.
- Ruiz Campos, E., Peña, J. C., Cruz, R. A., & Palacios, J. A. (1998). Composición bioquímica de la carne de *Polymesoda radiata* (Bivalvia: Corbiculidae) en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 649-653.
- Silva, A. M. & R. Bonilla. 2001. Abundancia y morfometría de *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca: Bivalvia) en el manglar de Purruja, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(2), 315-320.
- Silva, A. M., & Carrillo, N. N. (2004). El manglar de Purruja, Golfito, Costa Rica: un modelo para su manejo. *Revista de Biología Tropical*, 52, 195-201.
- Silva-Benavides, A. M., & Bonilla, R. (2015). Estructura de la población y distribución de *Anadara tuberculosa* Sowerby (1833) (Mollusca: Bivalvia) en los manglares de Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 287-298.
- Soto-Rojas, R. L., Hernández-Noguera, L. A., & Vega-Alpízar, J. L. (2018). Parámetros poblacionales y hábitos alimenticios del pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) en el Área Marina de Pesca Responsable Paquera-Tambor, Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 32(2), 96-110.
- Soto-Rojas, R. L., Mejía-Arana, E., Palacios, J. A., & Hiramatsu, K. (2009). Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2), 125-131
- Vargas, M. 1998. Estimación de parámetros biológico-pesqueros para el pargo mancha *Lutjanus guttatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 15-16, 79-84.
- Vargas, R. G. (1990). Tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, rendimiento y biomasa relativos por recluta de *Lutjanus peru* (Persiformes: Lutjanidae) en el Pacífico Noroeste de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 38(2B), 441-447.

- Villalobos-Rojas, F. & Wehrtmann, I. S. (2018). Reproductive biology of the commercially exploited kolibri shrimp, *Solenocera agassizii* (Decapoda: Solenoceridae), from the Pacific coast of Costa Rica, with considerations for its management. *Revista de Biología Tropical*, 66 (Supplement 1), S92-S107.
- Villalobos-Rojas, F., Azofeifa-Solano, J. C., Camacho-García, Y. E. & Wehrtmann, I. S. (2017). Gastropods and bivalves taken as by-catch in the deep-water shrimp trawl-fishery along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Molluscan Research*, 37, 175-186.
- Villalobos-Rojas, F., Azofeifa-Solano, J. C., Romero-Chaves, R. & Wehrtmann, I. S. (2020). Hermit crabs associated to the shrimp bottom-trawl fishery along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Marine and Fishery Sciences*, 33(1),

Restoration of marine coastal ecosystems

- Bayraktarov, E., Banaszak, A. T., Montoya Maya, P., Kleypas, J., Arias-González, J. E., Blanco, M., Calle-Triviño J., Charuvi, N., Cortés-Useche, C., Galván, V., García Salgado, M. A., Gnecco, M., Guendulain-García, S. D., Hernández Delgado, E. A., Marín Moraga, J. A., Maya, M. F., Mendoza Quiroz, S., Mercado Cervantes, S., Morikawa, M., Nava, G., Pizarro, V., Sellares-Blasco, R. I., Suleimán Ramos, S. E., Villalobos Cubero, T., Villalpando, M. F & Frías-Torres, S. (2020) Coral reef restoration efforts in Latin American countries and territories. *PLoS ONE*, 15 (8), e0228477. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228477>
- BIOMARCC-SINAC-GIZ (2012). Evaluación de carbono en el Humedal Nacional Terraba-Sierpe.
- Cambronero Bolaños, R. (2023). Cobertura, estructura vegetal y almacenamiento de carbono del manglar de Morales, Puntarenas, Costa Rica. Licenciatura en Biología con énfasis en Ecología y Gestión de Ambientes Acuáticos]. Universidad de Costa Rica.
- Chomitz, B. R., Kleypas, J. A., Cortés, J., & Alvarado, J. J. (2023). Change in the composition of fauna associated with *Pocillopora* spp. (Scleractinia, Pocilloporidae) following transplantation. *Revista de Biología Tropical*, 71 (Supplement 1), e54882. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54882>
- Chomitz, B. R., Kleypas, J. A., Cortés, J., & Alvarado, J. J. (2023). Succession of sessile benthic community at a coral reef restoration site. *Revista de Biología Tropical*, 71 (Supplement 1), e54881. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54881>
- Cifuentes-Jara, M. (2008). Aboveground Biomass and Ecosystem Carbon Pools in Tropical Secondary Forests Growing in Six Life Zones of Costa Rica [PhD thesis].
- Cifuentes-Jara, M., Brenes, C., Manrow, M., & Torres, D. (2014). Dinámica de uso de la tierra y potencial de mitigación de los manglares del Golfo de Nicoya (Informe final: Proyecto Valoración de los servicios ecosistémicos y el potencial de mitigación al cambio climático que proveen los manglares del Golfo de Nicoya, Costa Rica). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza & Conservation International.

- Combillet, L., Fabregat-Malé, S., Mena, S., Marín-Moraga, J. A., Gutierrez, M., & Alvarado J. J. (2022). *Pocillopora* spp. growth analysis on restoration structures in an Eastern Tropical Pacific upwelling area. *PeerJ*, 10, e13248. <https://doi.org/10.7717/peerj.13248>
- Fabregat-Malé, S., Mena, S., & Alvarado, J. J. (2023). Nursery-reared coral outplanting succes in an upwelling-influenced area in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 71 (Supplement 1), e54879. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54879>
- Kleypas, J. A., Villalobos-Cubero, T., Marin-Moraga, J. A., Cortés, J., & Alvarado, J. J. (2021). Reef restoration in the eastern tropical Pacific, a case study in Golfo Dulce, Costa Rica, Chapter 16, pp. 417-430. In Vaughan, D. (Ed.), *Active Coral Reef Restoration: Techniques for a Changing Planet*. Plantation, Florida: J. Ross Publishing. 610 p. ISBN: 978-1-60427-143-0 <https://www.jrosspub.com/science/active-coral-restoration.html>
- Lewis, R. R., Brown, B. M., & Flynn, L. L. (2019). Methods and Criteria for Successful Mangrove Forest Rehabilitation. In *Coastal Wetlands* (pp. 863–887). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63893-9.00024-1>
- Marín-Moraga, J.A., J. Chacón-Guzmán, M. Méndez-Venegas, R. Hernández-Mora & J. Cortés. (2023). Ex situ culture of coral species *Porites lobata* (Scleractinia: Poritidae) and *Pocillopora damicornis* (Scleractinia: Pocilloporidae), Costa Rica: first assessment and implications. *Revista de Biología Tropical*, 71 (Supplement 1), e54926. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54926>
- MINAE. (2021). *Estrategia Nacional de Restauración de Paisajes de Costa Rica (EN5-CR) 2021-2050*. Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), Ministerio de Agricultura (MAG).
- Ouyang, X., & Lee, S. Y. (2020). Improved estimates on global carbon stock and carbon pools in tidal wetlands. *Nature Communications*, 11(1), 317. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14120-2>
- Palou Zúniga, N. J. (2022). *Applying the SES framework to coral reef restoration projects on the Pacific Coast of Costa Rica*. MSc Thesis Economy, Development and Climate Change. CATIE.
- Palou-Zuñiga, N., Madrigal-Ballester, R., Schlüter, J., & Alvarado, J. J. (2023). Applying the SES framework to coral restoration projects on the Pacific coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 71 (Supplement 1), e54853. <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71iS1.54853>
- Rovai, A. S., Twilley, R. R., Castañeda-Moya, E., Riul, P., Cifuentes-Jara, M., Manrow-Villalobos, M., Horta, P. A., Simonassi, J. C., Fonseca, A. L., & Pagliosa, P. R. (2018). Global controls on carbon storage in mangrove soils. *Nature Climate Change*, 8(6), 534–538. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0162-5>
- Samper Villarreal, J., Moya-Ramírez, J., & Cortés, J. (2022, August 9). Megaherbivore exclusion at a long-term monitoring site led to more complex seagrass canopies, and higher biomass and sediment C_{org} stocks. 14th International Seagrass Biology Workshop (ISBW14) & World Seagrass Conference, Annapolis, Maryland: USA.

- Samper-Villarreal, J., & Cortés, J. (2020). Seagrass characterization on the southern Pacific coast of Costa Rica: History, vegetation, and environment. *Botanica Marina*, 63(5), 429–438. <https://doi.org/10.1515/bot-2020-0022>
- Samper-Villarreal, J., Cambronero Bolaños, R., Heidemeyer, M., Mora Vargas, M., & Mora Vargas, R. (2020). Characterization of seagrasses at two new locations in the Eastern Tropical Pacific (El Jobo and Matapalito, Costa Rica). *Aquatic Botany*, 165, 103237. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2020.103237>
- Samper-Villarreal, J., Mazarrasa, I., Masqué, P., Serrano, O., & Cortés, J. (2022). Sediment organic carbon stocks were similar among four species compositions in a tropical seagrass meadow. *Limnology and Oceanography*, 67, S208–S225. <https://doi.org/10.1002/lno.12258>
- Samper-Villarreal, J., Moya-Ramírez, J., & Cortés, J. (2022). First characterization of seagrasses at Sámara Bay, Pacific coast of Costa Rica. *Aquatic Botany*, 178, 103486. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2021.103486>
- Samper-Villarreal, J., Rojas-Ortega, G., Jose Luis, V.-A., & Cortés, J. (2018). New sighting of seagrasses in the Eastern Tropical Pacific (Bahía Potrero, Costa Rica). *Aquatic Botany*, 151, 25–29. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2018.07.010>
- SINAC-GIZ. (2020). Protocolo para la restauración de arrecifes y comunidades coralinas de Costa Rica.
- Stevenson, N. J., Lewis, R. R., Burbridge, P.R., 1999. Disused shrimp ponds and mangrove rehabilitation. In: Streever, W. J. (Ed.), *An International Perspective on Wetland Rehabilitation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 277–297.
- Taylor, P., Asner, G., Dahlin, K., Anderson, C., Knapp, D., Martin, R., Mascaro, J., Chazdon, R., Cole, R., Wanek, W., Hofhansl, F., Malavassi, E., Vilchez-Alvarado, B., & Townsend, A. (2015). Landscape-Scale Controls on Aboveground Forest Carbon Stocks on the Osa Peninsula, Costa Rica. *PLOS ONE*, 10(6), e0126748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126748>
- Vargas Ugalde, R., Gómez Salas, C., Pérez Reyes, C., Umaña Vargas, E., & Acosta Nassar, M. (2020). “Jardinería” para la restauración coralina en el Golfo Dulce, Costa Rica: Una prueba práctica. 12(1).
- Villalobos-Cubero, T. (2019). Manejo integrado y restauración ecológica de los arrecifes y comunidades coralinas de Golfo Dulce, Pacífico Sur, Costa Rica MSc Thesis Integrated Management of Tropical Coastal Areas. Universidad de Costa Rica.

Marine Pollution.

- Abarca-Guerrero, L., Acuña-Piedra, A., Astorga-Pérez, M. A., Ulate-Naranjo, K., Lobo-Ugalde, S., & Rudin-Vega, V. (2023). Análisis de la situación actual de residuos marinos en Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 36(2), Pág. 118–134. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i2.6672>
- Bermúdez-Guzmán, L., Alpízar-Villalobos, C., Gatgens-García, J., Jiménez-Huezo, G. Rodríguez-Arias, M., Molina, H., Villalobos, J., Paniagua, S., & Rojas-Jimenez, K. (2020). Microplastic ingestion by a herring *Opisthonema* sp. in the Pacific coast of Costa Rica. *Regional Studies in Marine Science*, 38, 101367.

- Brühl, C., Maria Arias Andres, Silvia Echeverría-Sáenz, Mirco Bundschuh, Anja Knäbel, Freylan Mena, Lara L. Petschick, Clemens Ruepert, Sebastian Stehle. Pesticide use in banana plantations in Costa Rica – A review of environmental and human exposure, effects and potential risks, *Environment International*, Volume 174, 2023, 107877. ISSN 0160-4120. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107877>.
- González-Fernández, A. Erin M. Symonds, Javier F. Gallard-Gongora, Bonnie Mull, Jerzy O. Lukasik, Pablo Rivera Navarro, Andrei Badilla Aguilar, Jayme Peraud, Megan L. Brown, Darner Mora Alvarado, Mya Breitbart, Maryann R. Cairns, Valerie J. Harwood, Relationships among microbial indicators of fecal pollution, microbial source tracking markers, and pathogens in Costa Rican coastal waters, *Water Research*, Volume 188, 2021, 116507. ISSN 0043-1354. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116507>
- Guillén-Watson, R., Arias-Andres, M., Rojas-Jimenez, K., & Wehrtmann, I. S. (2023). Microplastics in feed cause sublethal changes in the intestinal microbiota and a non-specific immune response indicator of the freshwater crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae). *Frontiers in Microbiology*, 14, 1197312.
- Laureano-Rosario, A.E., Erin M. Symonds, Adriana González-Fernández, Omar G. Lizano R., Darner Mora Alvarado, Pablo Rivera Navarro, Andrei Badilla-Aguilar, Digna Rueda-Roa, Daniel B. Otis, Valerie J. Harwood, Maryann R. Cairns, Frank E. Muller-Karger. The relationship between environmental parameters and microbial water quality at two Costa Rican beaches from 2002 to 2017. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 163, 2021, 111957. ISSN 0025-326X. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111957>
- McGovern, A., Madeleine Beange and Eliecer Vargas. Reducing the Impact of Plastic Pollution in a Rural Coastal Area: Focus on the Hospitality Industry & Tourism of the Central Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Sustain. Communities Rev*, 2020 - scrjournal.org.
- Montero, V., Chinchilla, Y., Gómez, L., Flores, A., Medaglia, A., Guillen, R., & Montero, E. (2023). Human health risk assessment for consumption of microplastics and plasticizing substances through marine species. *Environmental Research*, 116843.
- Rojas-Jimenez, K., Villalobos-Rojas, F., Gatgens-García, J., Rodríguez-Arias, M., Hernández-Montero, N., & Wehrtmann, I. S. (2022). Presence of microplastics in six bivalve species (Mollusca, Bivalvia) commercially exploited at the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Marine Pollution Bulletin*, 183, 114040.
- Sagot Valverde, J. G. (2022). Monitoreo y caracterización de microplásticos en arenas de playas y aguas costeras de Costa Rica. *Revista Internacional de Comunicación y Desarrollo*, 4(17) (2022).
- Saravia-Arguedas, A.Y., Gladys Margarita Lugioyo, Andrea Suárez Serrano, Anny Guillén Watson y Luis Sierra Sierra. Terrestrial sources of pollution impacting the marinecoastal zone of the Gulf of Papagayo, Costa Rica. *Rev. Mar. Cost.* Vol. 11 (2): 69-84, julio-diciembre 2019 ISSN: 1659-455X • e-ISSN: 1659-407X. <http://dx.doi.org/10.15359/revmar.11-2.4>
- Sibaja-Cordero, J. A., Eddy H. Gómez-Ramírez, Marine litter on sandy beaches with different human uses and waste management along the Gulf of Nicoya, Costa Rica, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 175, 2022, 113392. ISSN 0025-326X. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113392>.

La Academia del Servicio Exterior Manuel María de Peralta es la academia diplomática de Costa Rica. Fue fundada el 22 de agosto de 1988, como un órgano adscrito al Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, con sede en la ciudad de San José. La misión primordial de la Academia Diplomática consiste en formar y perfeccionar las capacidades de los funcionarios costarricenses que desempeñan labores relacionadas con la política exterior nacional. Para ello, canaliza su labor en tres áreas básica: capacitación, investigación y difusión; dentro de esta última, publica mínimo una vez al año la Revista Costarricense de Política Exterior.