



Aportes al conocimiento de la Reserva de Biósfera Seaflower



 VICEPRESIDENCIA



APORTES AL CONOCIMIENTO DE LA RESERVA DE BIÓSFERA SEAFLOWER



COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCÉANO



COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCÉANO

Bogotá D.C., Colombia

2015

Aportes al Conocimiento de la Reserva de Biósfera Seaflower

COLOMBIANA DEL OCEÁNO (CCO)
Secretaría Ejecutiva CCO

GERMÁN VARGAS LLERAS
Presidente CCO

SANDRA BESSUDO LION
Presidente CCO al Momento de la Expedición Científica Seaflower
2014

CONTRALMIRANTE JUAN MANUEL SOLTAU OSPINA
Secretario Ejecutivo CCO

COMITÉ EDITORIAL

CONTRALMIRANTE JUAN MANUEL SOLTAU OSPINA
Secretario Ejecutivo CCO

CAPITÁN DE FRAGATA ALEJANDRO RUEDA DURÁN
Subsecretario CCO

AUTOR-COMPILADOR

IVÁN MURILLO CONDE
Asesor en Datos e Información Marina

PORTADA

Isla Cayo Serranila (Foto: CF Hermann León)

Con el apoyo y contribuciones de:

CAPITÁN DE NAVÍO RICARDO MOLARES BABRA
Director
Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del
Caribe (CIOH)

CAPITÁN DE FRAGATA MARCO PRADA RUEDA
Comandante ARC "Providencia"

CLAUDIA JANETH DAGUA PAZ
Investigadora en Oceanografía CIOH
Jefe Científica de la Expedición

SANDRA BESSUDO LION
Directora Fundación Malpelo

SABRINA MONSALVE
Investigadora Fundación Malpelo

MATEO LÓPEZ-VICTORIA
Universidad Javeriana Cali

ARTURO ACERO PIZARRO
Universidad Nacional de Colombia -Sede Caribe

NACOR BOLAÑOS CUBILLOS
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de
San Andrés, Providencia y Santa Catalina –Coralina

Gobernación de San Andrés Providencia y Santa Catalina -Secretaría de Agricultura y Pesca

SILVIA MONTOYA DUFFIS
TRISHA FORBES
HUGO WILSON AGUIRRE

Dirección General Marítima -Dimar

CAPITÁN DE FRAGATA HERMANN AYCARDÓ LEÓN RINCÓN
RUBY VIVIANA ORTIZ MARTÍNEZ, COORDINADORA TÉCNICA DEL
CENTRO COLOMBIANO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS (CECOLDO)

Parques Nacionales Naturales de Colombia

ELIZABETH HERNÁNDEZ
ESTEBAN ZARZA

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" -Invemar

SANTIAGO MILLÁN
CAROLINA GARCÍA

Universidad Jorge Tadeo Lozano -UJTL

ADOLFO SANJUAN MUÑOZ

Canal Clima

GUILLERMO JARAMILLO UPEGUI
JAIME ARTURO OREJARENA CUARTAS

Fundación Omacha

ERIKA PAOLA ORTIZ

Dirección Editorial

SANDRA EDITH NOSSA M.

Concepto Gráfico

DISEÑO, COMPOSICIÓN E IMPRESIÓN
ENTRELIBROS E-BOOK SOLUTIONS
WWW.ENTRELIBROS.CO

DISEÑO

LAURA GARCÍA TOVAR

ISBN PAPEL: 978-958-58192-8-3

ISBN E-BOOK: 978-958-58192-9-0

Este es un producto editorial protegido por el Copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento Creative Commons (CC).

■ Contenido

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

2. ÁREA DE ESTUDIO

- 2.1 Zona sur del Archipiélago
 - 2.1.2 Islas cayos de Albuquerque
 - 2.1.2 Islas cayos del Este-Sudeste
 - 2.1.3 Isla de San Andrés
- 2.2 Zona centro del Archipiélago
 - 2.2.1 Islas de Providencia y Santa Catalina
- 2.3 Zona norte del Archipiélago
 - 2.3.1 Isla cayo Quitasueño
 - 2.3.2 Isla cayo Serrana
 - 2.3.3 Isla cayo Serranilla
 - 2.3.4 Isla cayo Roncador
 - 2.3.5 Islas cayos Bajo Nuevo
 - 2.3.6 Bajo Alicia

3. INFORMACIÓN RECOPIADA ACERCA LA RESERVA DE BIÓSFERA SEAFLOWER

- 3.1 Líneas de Investigación
 - 3.1.1 Hidrografía
 - 3.1.2 Biodiversidad Marina
 - 3.1.3 Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos
 - 3.1.4 Áreas Marinas y Costeras Protegidas
 - 3.1.5 Calidad Ambiental Marina
 - 3.1.6 Manejo Integrado de Zonas Costeras
 - 3.1.7 Pesca y Acuicultura Marina
 - 3.1.8 Política Pública y Legislación
 - 3.1.9 Educación Marítima
 - 3.1.10 Prevención y Atención de Desastres
 - 3.1.11 Cambio climático y ambiente marino



■ Contenido

- 3.1.12 Cultura y Patrimonio Cultural
 - 3.1.13 Geología Marina
 - 3.1.14 Productos Naturales Marinos
 - 3.1.15 Oceanografía
 - 3.1.16 Industria Turística
 - 3.1.17 Puertos e Infraestructura Portuaria, Transporte Marítimo y Marina Mercante
 - 3.1.18 Minerales, Hidrocarburos y Fuentes de Energía no Convencional, Alternas o Renovables de Zonas Marinas y Costeras
 - 3.1.19 Ingeniería Naval y Oceánica
 - 3.2 Información Geográfica
 - 3.2.1 Isla de San Andrés
 - 3.2.2 Reserva de Biósfera Seaflower
 - 3.2.3 Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
 - 3.2.4 Isla de Providencia
 - 3.2.5 Isla cayo Quitasueño
 - 3.2.6 Isla cayo Serrana
 - 3.2.7 Isla cayo Roncador
 - 3.2.8 Isla cayo Serranilla
 - 3.2.9 Bajo Alicia
 - 3.2.10 Isla cayo Bolívar
 - 3.2.11 Islas cayos de Albuquerque
 - 3.2.12 Isla de Santa Catalina
 - 3.2.13 Isla Bajo Nuevo
 - 3.3 Información Temporal
 - 3.4 Conclusiones
 - 3.5 Recomendaciones
-
- 4. EXPEDICIÓN CIENTÍFICA SEAFLOWER 2014
 - 4.1 Antecedentes
 - 4.2 Bitácora del Crucero
 - 4.3 La Actividad Científica
 - 4.3.1 El rol de la CCO en la investigación
 - 4.3.2 Antecedentes de estudios y expediciones científicas interinstitucionales en la RB Seaflower

- 4.4 Logros Alcanzados
 - 4.4.1 APC-Colombia, CCO, Dimar–CIOH
 - 4.4.2 Dimar-CIOH
 - 4.4.3 UNAL y Coralina
 - 4.4.4 Fundación Omacha
 - 4.4.5 APC-Colombia y Fundación Malpelo
 - 4.4.6 Canal Clima
 - 4.4.7 Invemar
 - 4.4.8 UJTL–Sede Santa Marta
 - 4.4.9 Pontificia Universidad Javeriana Cali
 - 4.4.10 Parques Nacionales Naturales
 - 4.4.11 Secretaria de Agricultura y Pesca, Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
- 4.5 Resultados
- 4.6 Conclusiones
- 4.7 Recomendaciones

Bibliografía

Siglas y Acrónimos

Anexos

Anexo A. Listado bibliográfico de otras investigaciones y publicaciones en la Reserva de Biósfera Seaflower. **Versión online www.cco.gov.co/publicaciones**

Anexo B. Listado de proyectos de diferentes áreas de conocimiento, registrados por los grupos de investigación en Colciencias. **Versión online www.cco.gov.co/publicaciones**





Abanico de mar, octocoral en la RB Seaflower.
Fotografía: Julián Prato Valderrama.

■ Índice de Figuras

- Figura 1.** Localización de la Reserva de la Biósfera Seaflower (Coralina-Seaflower, 2012).
-
- Figura 2.** Morfología submarina de la Reserva de Biósfera Seaflower construida con información del levantamiento batimétrico efectuado por CIOH-Dimar a bordo del buque oceanográfico ARC “Providencia” para la edición de la carta náutica COL 004. (Fuente: CIOH).
-
- Figura 3.** Carta náutica de la isla cayo Quitasueño (CIOH, 2014).
-
- Figura 4.** Porcentaje de metadatos reportados y clasificados en su respectiva línea de investigación.
-
- Figura 5.** Distribución porcentual de los estudios realizados en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, de mayor a menor cobertura geográfica.
-
- Figura 6.** Delimitación del AMP Seaflower y de la Reserva de Biósfera Seaflower. (Fuente: Coralina).
-
- Figura 7.** Número de proyectos realizados en la isla de San Andrés.
-
- Figura 8.** Número de proyectos realizados en la Reserva de Biósfera Seaflower.
-
- Figura 9.** Número de proyectos realizados en Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
-
- Figura 10.** Número de proyectos realizados en isla de Providencia.
-
- Figura 11.** Número de proyectos realizados en isla cayo Quitasueño.
-
- Figura 12.** Número de proyectos realizados en isla cayo Serrana.
-
- Figura 13.** Número de proyectos realizados en isla cayo Roncador.
-
- Figura 14.** Número de proyectos realizados en isla cayo Serranilla.
-
- Figura 15.** Número de proyectos realizados en Bajo Alicia.
-
- Figura 16.** Número de proyectos realizados en isla cayo Bolívar.
-
- Figura 17.** Número de proyectos realizados en cayos de Albuquerque.
-
- Figura 18.** Número de proyectos realizados en isla de Santa Catalina.
-

■ Índice de Figuras

-
- Figura 19.** Número de proyectos realizados en isla Bajo Nuevo.
-
- Figura 20.** Distribución de los metadatos de acuerdo a su temporalidad.
-
- Figura 21.** Anuncio del Presidente Santos sobre la Expedición Científica Seaflower, en su recorrido por la Reserva de Biósfera. (Presidencia de la República, 2013).
-
- Figura 22.** Equipo de trabajo primera fase de la Expedición Científica Seaflower y buque de investigación ARC “Providencia”. (Fotos: ARC “Providencia” y Canal Clima).
-
- Figura 23.** (Izq): avifauna (*Leucophaeus atricilla*) en la RB Seaflower. (Der): población de delfines *Stenella frontalis* en la RB Seaflower. (Fotos: Érika Ortiz, Fundación Omacha; Nacor Bolaños, Coralina).
-
- Figura 24.** (Izq) Arrastre de mallas para monitoreo de comunidades planctónicas. (Der) Actividades preparatorias para el lanzamiento de CTD. (Fotos: Dimar-CIOH).
-
- Figura 25.** Reunión de la MTN Seaflower donde se ultimaron los detalles de la Expedición.
-
- Figura 26.** Instalación de mareógrafo en la isla de Quitasueño. (Foto: Dimar-CIOH).
-
- Figura 27.** Perfiles verticales de salinidad (Izq) y temperatura (Der) obtenidos por Dimar-CIOH en las estaciones oceanográficas de la Expedición Científica Seaflower. (Imagen: Dimar-CIOH).
-
- Figura 28.** Serie de tiempo del perfil vertical de corriente en las estaciones 23 y 24. (Imagen: Dimar-CIOH).
-
- Figura 29.** Avistamiento y caza de control de pez león. (Fotos: Sandra Bessudo (Izq) y Nacor Bolaños (Der)).
-
- Figura 30.** Durante la Expedición Seaflower se lograron 16 nuevos registros de peces para los cayos del norte del Departamento Archipiélago. (Izq) *Echeneis neucratoides*. (Der) *Xyrichthys novacula*. (Fotos: Nacor Bolaños).
-
- Figura 31.** Individuos de *Stenella frontalis* observados en el área. (Foto: Érika Ortiz, Fundación Omacha).
-
- Figura 32.** (Izq) Tiburón nodriza (*Ginglygostoma cirratum*). (Der) Raya guitarra (*Rhinobatos lentiginosus*). (Fotos: Sandra Bessudo).
-

-
- Figura 33.** (Izq) *Urobatis jamaicensis*. (Der) *Dasyatis americana*. (Fotos: Nacor Bolaños, Coralina).
-
- Figura 34.** Faro en Quitasueño. (Foto: Canal Clima).
-
- Figura 35.** Estudio de ecosistemas bentónicos en el área. (Fotos: Santiago Millán, Invemar; Nacor Bolaños, Coralina).
-
- Figura 36.** Fauna asociada a arrecifes coralinos. (Fotos: Adolfo Sanjuan-Muñoz, UJTL – Sede Santa Marta; Nacor Bolaños, Coralina).
-
- Figura 36.** Fauna asociada a arrecifes coralinos. (Fotos: Adolfo Sanjuan-Muñoz, UJTL – Sede Santa Marta; Nacor Bolaños, Coralina).
-
- Figura 37.** Interacción entre corales pétreos y esponjas excavadoras en los arrecifes de la Reserva Seaflower: a) Esponja excavadora *Cliona tenuis* socavando un coral cerebro. b) Esponja excavadora *Cliona aprica* socavando un coral masivo estrellado. (Fotos: Mateo López-Victoria, Pontificia Universidad Javeriana Cali).
-
- Figura 39.** Colonias de aves marinas reproductivas presentes en los cayos de los complejos coralinos de Roncador y Serrana. a) colonia activa del piquero café en Serrana. b) Adulto de la tiñosa común en Serrana. (Fotos: Mateo López-Victoria, Pontificia Universidad Javeriana Cali).
-
- Figura 40.** Individuos de *Cittarium pica* recolectados de diferentes tamaños.
-
- Figura 41.** Búsqueda y recolección nocturna en litoral rocoso por investigadores de Parques Nacionales Naturales.
-
- Figura 42.** Muestreo diurno. (Foto: Parques Nacionales Naturales).
-
- Figura 43.** Recolección y conservación de muestra genética de caracol burgao (*Cittarium pica*). (Foto: Parques Nacionales Naturales de Colombia).
-
- Figura 44.** Monitoreo en el área de estudio.
-
- Figura 45.** Individuos adultos de caracol pala. (Fotos: Secretaría de Agricultura y Pesca, y Nacor Bolaños, Coralina).
-
- Figura 46.** *Thalassia filiforme* en Serrana. (Fotos: Nacor Bolaños, Coralina).
-

■ Índice de Tablas

Tabla I. Nombres y abreviaturas de las líneas de investigación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar y de los Recursos Hidrológicos (PNCTM) de Colciencias.

Tabla II. Relación de cartografía náutica nacional elaborada por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe-Servicio Hidrográfico Nacional (CIOH-SHN).

■ Prólogo



Serranilla. Foto: CF Hermann León

El Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina – Reserva de Biosfera Seaflower es un lugar único en Colombia gracias a la conjugación de sus valores ambientales y culturales. Esta bella región ha sido y es un escenario propicio para el desarrollo de acciones con impacto directo y positivo en el bienestar de la humanidad siendo un importante enlace con el Gran Caribe y el mundo.

En los últimos siglos, el Archipiélago ha sido protagonista en el desarrollo del continente. Fueron las islas del Caribe el primer punto de encuentro entre Europa y la América indígena, siendo un escenario no sólo de procesos migratorios dinámicos sino de control militar y defensa, aprovechamiento de recursos naturales y comercio. Hoy, esta región se encuentra rodeada por estados de distintas realidades políticas y se conecta también con el Pacífico a través del Canal de Panamá. Estas singularidades junto con su interesante composición geomorfológica, la abundancia de recursos pesqueros y el recién descubierto potencial para la producción de energías renovables, ratifican la importancia de este territorio para el bienestar de la humanidad.

Fue en el año 2000 cuando la Unesco declaró a este departamento archipiélago como la Reserva de Biosfera Seaflower, considerando las particularidades de la comunidad raizal isleña junto con los valores ambientales que allí se presentan. Su inigualable biodiversidad es en gran parte posible gracias a que allí se encuentra la tercera barrera de coral más extensa del mundo y la que junto con otros ecosistemas como manglares, pastos marinos, playas, bosques secos y ambientes profundos propician un entorno favorable tanto para especies migratorias como endémicas. Actualmente la Reserva es un resguardo para especies icónicas y de gran relevancia para las redes tróficas del Caribe, así como también para otras en categoría de amenaza y en peligro de extinción. Su sostenibilidad ha sido producto del

■ Prólogo

trabajo conjunto entre las entidades y la comunidad quienes han dedicado importantes esfuerzos a favor de un ambiente marino costero saludable. De igual manera, la Reserva al contar en su interior con el Área Marina Protegida Seaflower y el Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon, ubicado al norte de la Isla de Providencia, favorece la conectividad ecosistémica entre sus distintas islas y áreas sumergidas. Es esta integralidad la que ha permitido avanzar en los retos en materia de desarrollo sostenible tal y como se establece en el Programa del Hombre y la Biosfera de la Unesco, avanzando en la gestión de este complejo sistema socioecológico.

Una de las tantas recompensas que ofrece la Reserva es el continuo descubrimiento de sus maravillas, las cuales han sido develadas gracias a importantes esfuerzos que se han forjado, promoviendo el conocimiento de este inmenso territorio. No han sido pocas las expediciones y largas jornadas que han llevado a nuestros investigadores a seguir descubriendo las riquezas de la Reserva en áreas como biodiversidad, oceanografía, geomorfología submarina, recursos y ecosistemas estratégicos, interacción océano atmósfera, entre muchos otros.

Desde 1969 la Comisión Colombiana del Océano - CCO ha trabajado de la mano con distintos actores a favor de la generación de conocimiento en frentes como la formación de expertos en ciencias del mar, infraestructura científica y tecnológica, exploración del océano somero y profundo,

entre otros, resultados que se han reflejado en el conocimiento del mar en el Archipiélago. Hoy la CCO continua trabajando por la Reserva de forma articulada con distintas organizaciones y entidades, es así como en esta publicación se ven reflejados los esfuerzos de los miembros de la Mesa de Trabajo Nacional Seaflower y de muchos otros actores aquí reconocidos, en el que mediante un notable proceso participativo, entidades públicas, universidades, ong's y el sector privado trabajan por un mismo fin: el apoyo a la gestión del conocimiento en la Reserva. Ha sido de esta manera como se vienen compartiendo experiencias y se han desarrollado acciones positivas a favor de la investigación en el área.

Este trabajo es una contribución al conocimiento de la Reserva y al interés de país en continuar en la construcción de un plan visible, viable, coherente y sostenible que aporte a la visión nacional y mundial de la Reserva en lo que respecta su desarrollo sostenible. También es un llamado a la humanidad a seguir siendo el garante de esta importante región en la conservación de sus valores favoreciendo así el continuo aporte a los retos que hoy enfrentamos en materia de desarrollo, cambio climático, seguridad alimenticia, diversidad cultural y biológica, entre muchos otros.

Es de esta manera como esperamos aportar a quienes trabajan incansablemente por la Reserva desde cualquier latitud, así mismo esperamos sea un insumo útil en la planificación de este territorio insular que tanto le aporta al planeta.

■ Introducción



Individuos adultos caracol pala.
Foto: Nacor Bolaños, Coralina.

Dada su importancia para la humanidad, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina fue declarado como Reserva de Biósfera (RB) Seaflower por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) desde el año 2000, constituyendo un importante hito en la manera como el país piensa su territorio. Esta área es una de las más representativas de Colombia, concebida con el propósito de encontrar un punto de conciliación entre el mantenimiento de la diversidad biológica y cultural, vinculada a los ecosistemas marinos y costeros asociados y el desarrollo, lo cual demanda un trabajo articulado entre los actores involucrados. La actividad interinstitucional en Colombia ha permitido el desarrollo de la investigación y manejo en el Archipiélago desde su particularidad insular, permitiendo el avance de la gestión, siempre orientada a la preservación de esta importante área para el mundo.

La RB Seaflower alberga importantes ecosistemas como bosque seco tropical, bosques de manglar, praderas de fanerógamas marinas o pastos marinos, fondos blandos y playas de arenas coralinas, los cuales presentan un alto grado de conservación (Taylor *et al.*, 2011). De igual manera, cuenta con más del 77 % de las áreas coralinas someras de Colombia (Invemar 2005, 2009, Coralina-Invemar 2012), la tercera barrera coralina más grande del mundo, ecosistemas profundos (que incluyen corales de profundidad), especies clave, gran riqueza y diversidad de peces, corales, esponjas, gorgonáceos, macroalgas, caracoles, langostas, aves, reptiles, insectos, entre otros, los cuales brindan un sinnúmero de servicios ecosistémicos como alimentación, protección costera, recreación, etc. (Conservación Internacional 2008; Burke *et al.*, 2008).

De acuerdo con datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), los arrecifes coralinos que conforman la RB Seaflower ocupan aproximadamente un 5% del

■ Introducción

mar Caribe, siendo catalogados como parte de los *hotspot*¹ de arrecifes del Caribe, de gran importancia global (Díaz *et al.*, 1996). Asimismo, al contar con el Área Marina Protegida (AMP) más grande del país, se prioriza la protección, conservación, preservación y uso de los recursos y ecosistemas que allí se encuentran (Coralina-Invemar, 2012).

Socialmente, el Archipiélago alberga una minoría raizal contemplada en la Constitución Nacional, cuyo origen se remonta a procesos de migración principalmente de grupos europeos, africanos y caribeños, que con el paso de tiempo fueron dando origen al dialecto, cultura y costumbres propias que hoy se conocen (Parsons, 1985). Esta comunidad presenta una alta dependencia de actividades como la pesca, lo que la hace vulnerable a las amenazas sobre los recursos naturales (Coralina-Invemar, 2012).

El Archipiélago ha sufrido un proceso de cambio hacia las actividades del sector terciario, especialmente el de los servicios. Desde 1995, la economía local se basa en el turismo, el transporte y la construcción, con un destacado aumento en el comercio y la explotación pesquera (Guevara, 2006).

¹ Hotspot de biodiversidad es una región biogeográfica que cuenta con una significativa acumulación de especies y que se encuentra bajo amenaza (Science Daily, 2013).

De esta manera, el Departamento se muestra como un atractivo destino de inversión, lo cual requiere de una gestión prioritaria de los recursos.

Por lo anterior, el Archipiélago desde consideraciones especiales como su tamaño, ubicación, diversidad biológica y ecosistémica, riqueza cultural e importancia económica, es un territorio con gran valor mundial a distintos niveles, siendo vulnerable frente a los procesos que actualmente vive el planeta. Este entorno exige un trabajo coyuntural desde el ámbito local al nacional. Así pues, es imperante ampliar el espacio a la generación del conocimiento acerca de la RB desde diferentes disciplinas (Física, Química, Biología, Geología, etc.), como una valiosa herramienta de gestión en el marco del desarrollo sostenible, la protección y preservación del territorio marino-costero e insular de Colombia.

En este contexto nació la iniciativa presidencial para apoyar la investigación científica marina en esta área, por lo que con el apoyo de las instituciones miembros de la Comisión Colombiana del Océano (CCO) se conformó la Mesa de Trabajo Nacional (MTN) Seaflower, cuyo objetivo principal es definir el estado del conocimiento de la RB Seaflower, con miras a consolidar un Programa de Investigación Científica Marina en esta área.

1. Antecedentes Históricos

Desde que el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina apareció por primera vez en la cartografía europea hace más de cuatro siglos, ha sido objeto de gran interés para los grupos humanos que se han relacionado con este territorio. Inicialmente, fue una pieza clave dentro de las rutas mercantes de los ingleses, quienes introdujeron esclavos africanos a las islas, dando origen a un asentamiento estable y a la población raizal que hoy se conoce (Coralina-Invemar, 2012).

Con el paso del tiempo se dio lugar a cultivos de algodón y tabaco; sin embargo, después de varios episodios de conflicto con el Imperio Español y al observarse que para la época esta ruta era paso de importantes flotas mercantes hacia el Nuevo Mundo, los pobladores vieron en la piratería una fuente de ganancias (Guevara, 2006). Así, bajo el dominio español se realizaron notables expediciones hidrográficas, donde se establecieron nuevas rutas de navegación y por primera vez se hizo una descripción oficial de los cayos y bancos de la zona.

Si bien el estudio de la biodiversidad no fue un asunto de interés para la época, sí lo fue el uso comercial de algunas especies como el lobo de mar y las tortugas verde y carey. Los pescadores se vieron obligados a identificar pastos marinos y litorales rocosos como sitios de preferencia y especies como la anguila con incrustaciones blancas, la cual atrae a las tortugas verdes (Lewis, 1940. En: Parsons, 1985). Durante el siglo XVIII y parte del XIX, esta actividad se consolidó como importante fuente de riqueza, al punto de emplear flotas pesqueras para la exclusiva captura de este recurso. No solo su carne era aprovechada, sino también sus huevos y caparazón, los cuales eran exportados en grandes cantidades a Norteamérica y Europa (Parsons, 1985)



Dasyatis americana. Foto: Nacor Bolaños, Coralina.

■ Antecedentes Históricos

Hacia el siglo XIX el Archipiélago ya era parte de la naciente República de Colombia; sin embargo, debido a factores como las fuertes diferencias culturales, la distancia con el continente, la débil presencia de las autoridades nacionales (Parsons, 1985) y la continua relación que mantuvo con otras zonas del Caribe, permitieron el establecimiento de comunidades religiosas distintas a la católica y que el régimen esclavista se transformará en un sistema más justo, propiciando un cambio de actividad económica y de uso de suelo (Ratter, 2001).

Durante la primera mitad del siglo XX la cartografía del Archipiélago tuvo un desarrollo importante, impulsado primero por ingleses y luego por norteamericanos, con quienes se mantuvieron fuertes relaciones económicas, estimuladas por las exportaciones de nuez de coco desde la isla (Guevara, 2006). Gracias a estas rutas mercantes, el territorio insular contaba con una valiosa documentación batimétrica, lo cual después de la Convención de Ginebra, en la que se le adjudicó la soberanía de su plataforma submarina a Colombia (Coralina-Invermar, 2012), le permitiría a la Nación adelantar estudios que le facilitaron ampliar el conocimiento del Archipiélago.

Con la declaración de la isla de San Andrés como ‘puerto libre’ en 1953, el Archipiélago empezó a experimentar cambios en distintos aspectos (Guevara, 2006). Se incrementó el flujo de visitantes provenientes de distintos orígenes nacionales e internacionales, se impulsó el sector terciario de la economía, dándole paso a actividades como el comercio y el turismo como impulsores de desarrollo (Meisel, 2003). Lo anterior, unido a un considerable incremento en la población sanandresana, enfrentó a la Isla a un cambio estructural urbanístico y a la necesidad de reevaluar el relacionamiento con el entorno.

Tras la elevación del Archipiélago a la categoría de departamento surge la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina) en 1993, con la generación de conocimiento como eje transversal a sus políticas. Comenzando el nuevo milenio se oficializó la declaratoria de la Reserva de la Biósfera Seaflower y la promulgación de la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras e Insulares de Colombia (Pnaoci) con el Conpes 3164 (DNP, 2002) eminentemente marino (Coralina-Invermar, 2012), apoyando los procesos de investigación y administración de esta área.

Con la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA), por medio de la Ley 99 de 1993, el Estado colombiano ratifica su compromiso con la conservación y el desarrollo sostenible del territorio nacional. Desde entonces varias instituciones de reconocida trayectoria han contribuido con la generación de conocimiento en la zona. El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” (Invermar), la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) -Sede Caribe, la Dirección General Marítima (Dimar), instituciones académicas nacionales e internacionales y organizaciones no gubernamentales (ONG), entre muchos otros han hecho valiosos aportes a este ‘descubrir’ del Archipiélago.

En la actualidad la RB Seaflower es escenario de importantes proyectos e investigaciones desarrollados en frentes sociales, culturales, ecosistémicos, oceanográficos, entre otros, que permiten asegurarle a la humanidad la protección de una de las áreas marinas más extensas y en mejor estado de conservación del mundo (Coralina-Invermar, 2012).

2. Área de Estudio

La Reserva de Biósfera Seaflower cubre un área aproximada de 180.000 km² y está compuesta por zonas someras y profundas que incluyen áreas coralinas en diez zonas geográficas, entre las que se encuentran las tres islas principales que le dan el nombre al archipiélago; además de islas, cayos, bancos y bajos como Bolívar, Albuquerque, Quitasueño, Serrana, Roncador, Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo; gran cantidad de bancos sumergidos, zonas de pesca, estructuras como atolones y accidentes geomorfológicos submarinos como depresiones, espolones, cordilleras, colinas y montañas submarinas, entre otras formaciones, que llegan hasta 4500 m de profundidad (Bruckner, 2012).

Su área corresponde a la extensión del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, situado en el mar Caribe, a 480 millas al noroeste del territorio nacional continental entre los 12 y 16° de latitud norte y entre los 78 y 82° longitud oeste. Tal como se ilustra en la Figura 1, está compuesto por tres islas habitadas:



Investigación en la RB Seaflower.
Fuente: CIOH.

■ Área de estudio

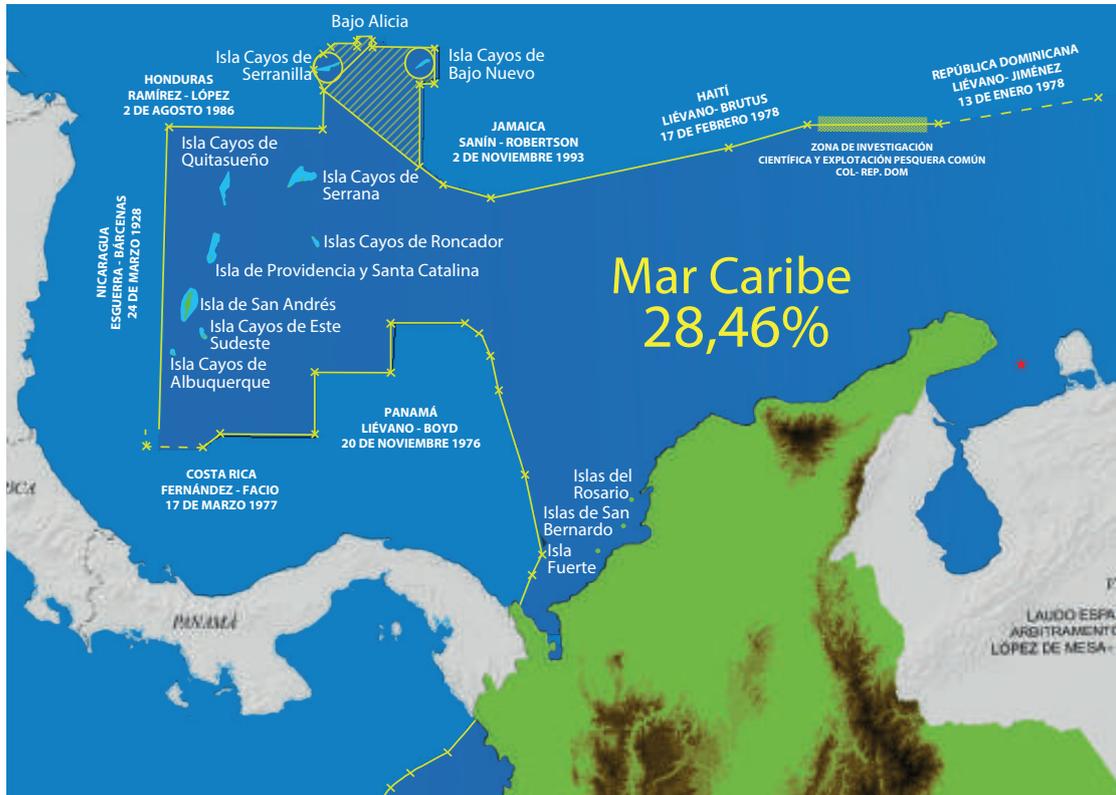


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biósfera Seaflower.

San Andrés, Providencia y Santa Catalina; seis islas en la zona norte: Quitasueño, Serrana, Serranilla, Roncador, Bajo Nuevo y Bajo Alicia, y dos islas en la zona sur: Albuquerque y Bolívar (Lozano-Simonelli, 2002).

El Archipiélago es reconocido por tener uno de los índices más altos de biodiversidad marina del Caribe e importantes ecosistemas como arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares, siendo áreas que permiten la conservación de los recursos marinos (Ávila-Poveda, 2004).

Los pastos marinos se encuentran en lagunas de las barreras arrecifales que proveen hábitat para peces, invertebrados y tortugas principalmente

(Díaz *et al.*, 2000). El manglar se encuentra en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; catalogados como unos de los más productivos de la zona, sirven de refugio para un gran número de especies marinas, especialmente en sus primeros estados de vida y en estado reproductivo (Coralina-Invemar, 2012).

Por lo anterior, el Archipiélago desde consideraciones especiales como su tamaño, ubicación, diversidad biológica y ecosistémica, riqueza cultural e importancia económica, es un territorio de gran valor ambiental a distintos niveles, vulnerable frente a los procesos que actualmente vive el planeta. Este entorno exige un trabajo coyuntural desde el ámbito local al nacional y regional.

El interés por el conocimiento del área se ha apoyado también en el estudio de la geomorfología submarina, que gracias a un gran número de cartas batimétricas que se han levantado en la zona, han marcado la pauta para la comprensión de este universo submarino. Los primeros registros del estudio de las profundidades del Archipiélago datan de finales del siglo XVIII e inicios del XIX, cuando se buscaba prevenir naufragios en la transitada ruta de Cartagena a La Habana (Blanco, s.f.). Actualmente,

gracias a las investigaciones realizadas por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH), en la RB se reconocen gran cantidad de accidentes geográficos submarinos de distintos tipos, tales como: Depresión San Andrés, Colina Arawak, Cañón Huitoto, Escarpe Quimbaya, monte Submarino Calima, Valle San Agustín, Escarpe Pedro, entre muchos otros (Dimar-CIOH, 2009), lo cual ha permitido avanzar en la descripción de importantes rasgos geomorfológicos en el área.

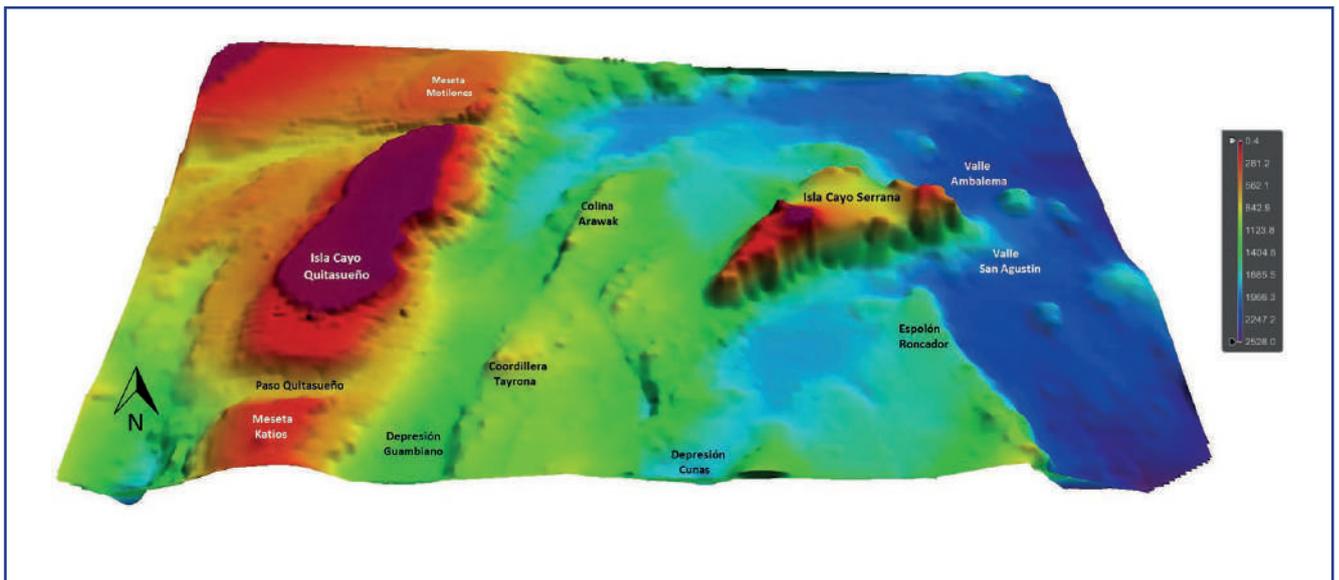


Figura 2. Morfología submarina de la Reserva de Biósfera Seaflower construida con información del levantamiento batimétrico efectuado por CIOH-Dimar a bordo del buque oceanográfico ARC “Providencia” para la edición de la carta náutica COL 004. (Fuente: CIOH).

Asimismo, la producción cartográfica en el área y la incorporación de sistemas de información más avanzados han contribuido al conocimiento de la RB a generar mayor volumen de datos, precisión y exactitud. Actualmente se cuenta con dos plataformas de investigación en el Caribe (ARC “Malpelo” y ARC “Providencia”), dotadas

con los equipos necesarios para realizar cruceros hidrográficos en aguas profundas y someras, que han aportado a la producción de cartas de navegación de todas las islas del Archipiélago, así como de aguas oceánicas y rutas de navegación, contribuyendo así a la planeación y desarrollo del país.

■ Área de estudio

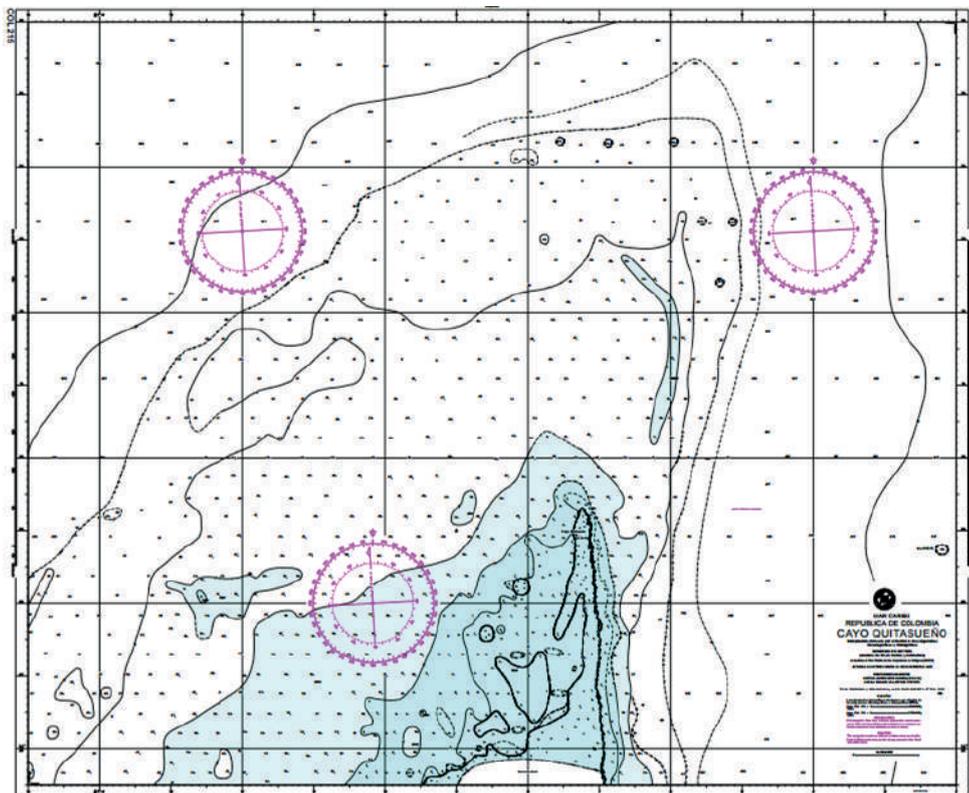


Figura 3. Carta náutica de la isla cayo Quitasueño (CIOH, 2014).

2.1 Zona sur del Archipiélago

2.1.2 Islas cayos de Albuquerque

También conocido como *South-Southwest Cay*, se encuentra a unos 35 km al suroeste de la isla de San Andrés ($12^{\circ}10'N$ $81^{\circ}51'W$). Tiene un diámetro de más de 8 km y su área se ampliaría considerablemente al tener en cuenta el sistema arrecifal que lo rodea, es el único del archipiélago de contorno circular. Este atolón tiene dos cayos: *North Cay* y *South Cay*, ambos cubiertos de arbustos y palma. *North Cay* cuenta con un faro.

El arrecife periférico se extiende por el norte, este y sureste, con una extensión de 6 km. En las zonas poco profundas, la cresta del arrecife está

apenas sumergida y se compone principalmente de *Millepora* spp y *Palythoa* spp. La cuenca lagunar cuenta con algunos atolones pequeños compuestos por *Montastraea* spp, en el arrecife periférico *Acropora palmata* y gran abundancia de otras especies de corales duros, octocorales, pastos marinos y algas abundantes (Geister y Díaz 1997; Howard et al., 2004. En: Coralina-Invemar, 2012).

2.1.2 Islas cayos del Este-Sudeste

Es un atolón con un diámetro 13 km que se encuentra a 22 km al sureste de la isla de San Andrés ($12^{\circ}24'N$ $81^{\circ}28'W$). Está conformado por dos pequeños islotes y un banco de arena: *Cayo Courtown*, de unos 800 m de largo, cuya formación

se atribuye a la fusión de dos cayos de arena y Cayo Bolívar que es más pequeño y cuenta con un faro y puesto militar de la Armada República de Colombia (ARC). Los arrecifes se encuentran en el noreste, este y sur del atolón.

Tiene una terraza arrecifal frontal de 1 km de ancho que desciende a 24 a 30 m de profundidad, con presencia de gorgonáceos (*Pseudopterogorgia* spp.), corales duros (*Montastraea* spp., *Siderastrea siderea*) y esponjas excavadoras (*Cliona* spp.). La cuenca lagunar alcanza una profundidad de 12 m. La parte norte cuenta con parches de *Millepora* spp., *Diploria* spp., *Montastraea* spp., *Porites* spp. y *Acropora* spp., (Howard et al., 2012. En: Coralina-Invemar, 2012).

2.1.3 Isla de San Andrés

Es la isla más grande del Archipiélago, ubicada en las coordenadas 12°32'N, 81°42'W y es la capital del departamento. Su origen es coralino, cuenta un área emergida de 27 km² y considerando su sistema arrecifal interior este valor se incrementaría aproximadamente el doble. En la parte norte se ubica el casco urbano, con una zona hotelera y comercial relevante. Debido a su ubicación, el clima es cálido húmedo y se ve influenciado por los vientos Alisios de origen nordeste, y su temperatura oscila entre 17 y 35°C. La Isla está compuesta por tres unidades geomorfológicas principales: a) morfología costera de arrecifes, playas y manglares, b) morfología de plataforma emergida periférica, c) morfología central de colinas y escarpes (Vargas, 2004).

El complejo arrecifal que rodea la Isla se orienta hacia el noreste, con una dimensión de 18 km de largo y 10 km de ancho. Su costado occidental se encuentra sobre una plataforma arrecifal que se divide en tres terrazas disectadas, dos sumergidas y una elevada sobre el nivel del mar en las que se encuentran

matrices de algas filamentosas, octocorales, esponjas y parches de corales pétreos. La zona de alta energía alberga gran cantidad de algas coralináceas costrosas (*Porolithon pachidermum* y *Titaderma bermudense*), corales (*Millepora complanata*, *Diploria strigosa*, *Diploria clivosa*) y el zoantideo *Palythoa* sp. (Coralina-Invemar, 2012).

2.2 Zona centro del Archipiélago

2.2.1 Islas de Providencia y Santa Catalina

Las islas de Providencia (13°20'56'N 81°22'29'O) y Santa Catalina (13°23'18'N 81°22'25'O) hacen parte de un volcán andesítico extinto, cuyo eje atraviesa el interior de las dos islas. Los materiales extruidos son lavas densas y vesiculares, aglomerados, tobas y ocasionalmente delgados bancos calcáreos (Hubach, 1956. En: Coralina-Invemar, 2012).

La Isla de Providencia es un territorio poblado, tiene un área aproximada de 17 km² y una dimensión de 7 km de largo y 4 km de ancho. Esta área se incrementaría cerca de seis veces al tenerse en cuenta el complejo arrecifal circundante. Está localizada 90 km al norte de la isla de San Andrés y cuenta con bosques de manglar, formaciones coralinas, pastos marinos y una pequeña porción de bosque seco tropical.

La isla de Santa Catalina hace parte del municipio de Providencia y Santa Catalina, y se encuentra poblada por un pequeño número de habitantes. Se localiza a 72 km al norte de la isla de San Andrés y a 150 m de la isla de Providencia, de la cual está separada por el canal Aury. Presenta un relieve con una altura máxima de 133 msnm (Coralina-Invemar, 2012)

Estas dos islas poseen una barrera arrecifal extensa de aproximadamente 32 km de largo, una

■ Área de estudio

amplia terraza arrecifal y cayos de gran importancia como: Cayos Tres Hermanos, Cayo Morgan y cayo Cangrejo. En el sector occidental de la barrera, la terraza lagunar tiene entre 0.4 y 1.2 km de ancho con una profundidad máxima de 6 m. Las especies más representativas de corales pétreos son: *Agaricia* spp., *Porites astreoides*, *Diploria strigosa*, *Siderastrea siderea*, *Millepora alcornis* y *Montastraea cavernosa*.

2.3 Zona norte del Archipiélago

2.3.1 Isla cayo Quitasueño

Localizado en 14°18'N 81°13'W, también conocido como Queena, Quitasueño es el atolón más extenso del Archipiélago. Se encuentra a 70 km al noreste de la isla de Providencia. Tiene una dimensión de 60 km de largo aproximadamente y de 10 a 20 km de ancho. El arrecife se extiende por más de 40 km y está dominado por *Millepora* spp. y *A. palmata*. La laguna está abierta hacia el oeste y por esta razón a menudo es denominado medio-atolón (Geister y Díaz, 1996). Quitasueño es una de las zonas menos estudiadas del Archipiélago, a pesar de ser considerado uno de los yacimientos más productivos en el suroeste del Caribe de caracol pala y langosta espinosa (Howard *et al.*, 2004. *En: Coralina-Invemar*, 2012).

2.3.2 Isla cayo Serrana

Localizada en 14°23'N 80°16'W, Serrana es un complejo arrecifal de 36 km de largo y 15 km de ancho, incluyendo la plataforma insular. Se encuentra a unos 150 km al nordeste de la isla de Providencia. El arrecife periférico de barlovento está bien desarrollado en el noreste y sureste del atolón. En el extremo suroeste del arrecife periférico se encuentra la isla cayo Serrana, con unas dimensiones de 500 m por 200 m, está densamente cubierto de

arbustos y matorrales, y cuenta con un faro. Hay cinco cayos más pequeños y unos cuantos bancos de arena cerca de la parte sureste del arrecife y en su punto más septentrional. El arrecife cuenta con parches de algas y algunas agregaciones arrecifales en el fondo de la laguna, hacia el norte se observan arrecifes de barrera secundaria compuestos principalmente por *A. palmata* y en la parte inferior parches de *Montastraea* spp. que cubren el 60 % del fondo (Geister y Díaz, 1997).

2.3.3 Isla cayo Serranilla

El banco Serranilla está localizado en 15°50'N 79°50'O. Presenta una profundidad de entre 10 a 40 m, y fondos duros compuestos por algas y esponjas que predominan en el sector sureste. Tiene unas dimensiones aproximadas de 40 km de ancho y 32 km de largo cubriendo un área de 120 km². Posee pequeños cayos: *West Breaker*, cayo Medio (*Middle Cay*), cayo Este (*East Cay*) y cayo Beacon (*Beacon Cay*). En la actualidad cayo Beacon cuenta con un faro y un puesto de la ARC. Este territorio posee importantes extensiones de pastos marinos y en su perímetro exterior un borde conformado por corales. Al interior del banco se localizan pequeñas extensiones de *Porites* spp. y *Agaricia* spp., principalmente (Bruckner, 2012).

2.3.4 Isla cayo Roncador

Roncador está localizado en 13°31'N 80°04'W; es un atolón de forma alargada que dista aproximadamente 150 km al este de la isla de Providencia, con unos 13 km de largo por 6 km de ancho. El arrecife periférico con forma de anzuelo en su extremo noroeste, cuenta con un islote (cayo Roncador) de escasa vegetación, formada a partir de restos de corales. La profundidad de la laguna es de 12 m, pero puede alcanzar los 18 m. A lo largo de

la cresta cuenta con densos parches de *Montastraea* spp. y *Acropora cervicornis*. En el sector sur de la laguna los parches cubren el 70 % del fondo marino y una alta densidad de octocorales (Geister y Díaz 1997).

2.3.5 Islas cayos Bajo Nuevo

También conocidas como *Petrel Islands*, tienen su posición a 15°53'N 78°38'O. Es un gran complejo arrecifal ubicado a 110 km al este de Bajo Alicia, con unas dimensiones de 15.4 km y un área aproximada de 100 km². La mayoría de su área está sumergida y cuenta con un canal profundo que separa el banco en dos áreas y un pequeño cayo de arena en el borde del canal. Posee una cresta arrecifal bien desarrollada en los sectores noreste, este y sur. No cuenta con pastos marinos, ni manglares. Bajo Nuevo posee las áreas coralinas mejor desarrolladas, compuestas por *Montastraea* spp., al interior de la laguna, e

importantes parches de *A. palmata* en áreas someras de la cresta (Bruckner, 2012).

2.3.6 Bajo Alicia

Está ubicado al noroeste de Serranilla (16°05'N 79°22'O). Tiene unas dimensiones de 16 km de ancho y cubre un área aproximada de 50 km². Cabe resaltar que es un área co-manejada entre Colombia y Jamaica. Es un banco completamente sumergido que carece de verdaderos arrecifes coralinos, manglares y pastos marinos. La mayor parte del banco es sustrato duro con bajos relieves y pequeños parches de arena. Las comunidades coralinas se desarrollaron en los bordes, fondos duros y depresiones, y están compuestas principalmente por corales ramificados (*Porites* spp. y *Madracis* spp.), de placa (*Agaricia* spp.) y corales masivos (*Montastraea* spp. y *Diploria* spp.) (Bruckner, 2012).



Pez Ángel en arrecifes de la RB Seaflower.
Fotografía: Julián Prato Valderrama.

3 Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

La información que se presenta a continuación es producto de un trabajo interinstitucional en el que distintas organizaciones y entidades de diferentes sectores aportaron a la gestión de conocimiento de la RB Seaflower con metadatos de los proyectos realizados en el área, las cuales se pueden consultar en www.cco.gov.co

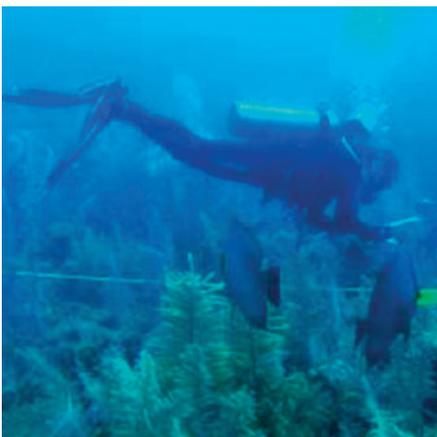
La clasificación temática se realizó teniendo en cuenta las líneas de investigación del otrora Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar y de los Recursos Hidrológicos (PNCTM) de Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias).

El análisis de la información se orientó principalmente en tres aspectos:

- i. Desarrollo de las líneas de investigación y necesidades
- ii. Información geográfica
- iii. Información temporal

De acuerdo con la información proporcionada se determinaron las áreas de conocimiento con mayor y menor cantidad de trabajos adelantados; también se analizaron los sectores del Archipiélago que más se han estudiado, de acuerdo con el número de proyectos registrados (esto último, debido a que para el 65 % de la información no se proporcionaron coordenadas de la cobertura geográfica).

Para facilitar la interpretación de las gráficas que se presentan en los resultados, los nombres de las líneas de investigación



Estudio ecosistemas bentónicos
Foto: Santiago Millán, INVEMAR.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

fueron abreviados; sin embargo, al abordar el análisis de cada una de ellas se incluye su nombre oficial. Adicionalmente, la línea de investigación ‘Oceanografía e Hidrografía’

fue dividida en dos temáticas con el fin de analizarlas independientemente y facilitar su interpretación (Tabla I).

Tabla I. Nombres y abreviaturas de las líneas de investigación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar y de los Recursos Hidrológicos (PNCTM) de Colciencias.

No.	Línea de investigación	Nombre abreviado
1	Hidrografía	Hidrografía
2	Áreas Marinas y Costeras Protegidas	AMP
3	Biodiversidad Marina	Biodiversidad
4	Calidad Ambiental Marina	Calidad Ambiental Marina
5	Cambio Climático y Ambiente Marino	Cambio Climático
6	Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos Marinos y Costeros	Recursos y Ecosistemas
7	Cultura Marítima y Patrimonio Cultural Marítimo	Cultura y Patrimonio
8	Educación Marítima	Educación
9	Geología Marina	Geología Marina
10	Industria Turística Relacionada con el Océano	Industria Turística
11	Ingeniería Naval y Oceánica	Ingeniería Naval y Oceánica
12	Manejo Integrado de Zonas Costeras	MIZC
13	Minerales, Hidrocarburos y Fuentes de Energía no Convencional, Alternas o Renovables de Zonas Marinas o Costeras	Fuentes de Energía
14	Oceanografía	Oceanografía
15	Pesca y Acuicultura	Pesca y Acuicultura
16	Política Pública y Legislación de Espacios Oceánicos y Costeros	Política y Legislación
17	Prevención y Atención de Desastres en Zonas Marinas y Costeras	Desastres
18	Productos Naturales Marinos	Productos Marinos
19	Puertos e Infraestructura Portuaria, Transporte Marítimo y Marina Mercante	Infraestructura Portuaria

En total se analizaron 187 metadatos de diferentes instituciones, entidades e investigadores. Cabe anotar que de acuerdo

a las temáticas desarrolladas, un proyecto pudo ser clasificado en una o varias líneas de investigación.

3.1 Líneas de Investigación

En la Figura 4 se observa la distribución porcentual de los proyectos de acuerdo a las líneas de investigación propuestas por el PNCTM de Colciencias. ‘Hidrografía’, ‘Biodiversidad Marina’

y ‘Conservación de Recursos’ y ‘Ecosistemas Estratégicos Marinos y Costeros’ representan los más reportados; mientras las demás líneas tienen una representatividad igual o menor al 5 %. A continuación se amplía el análisis de cada una de ellas.

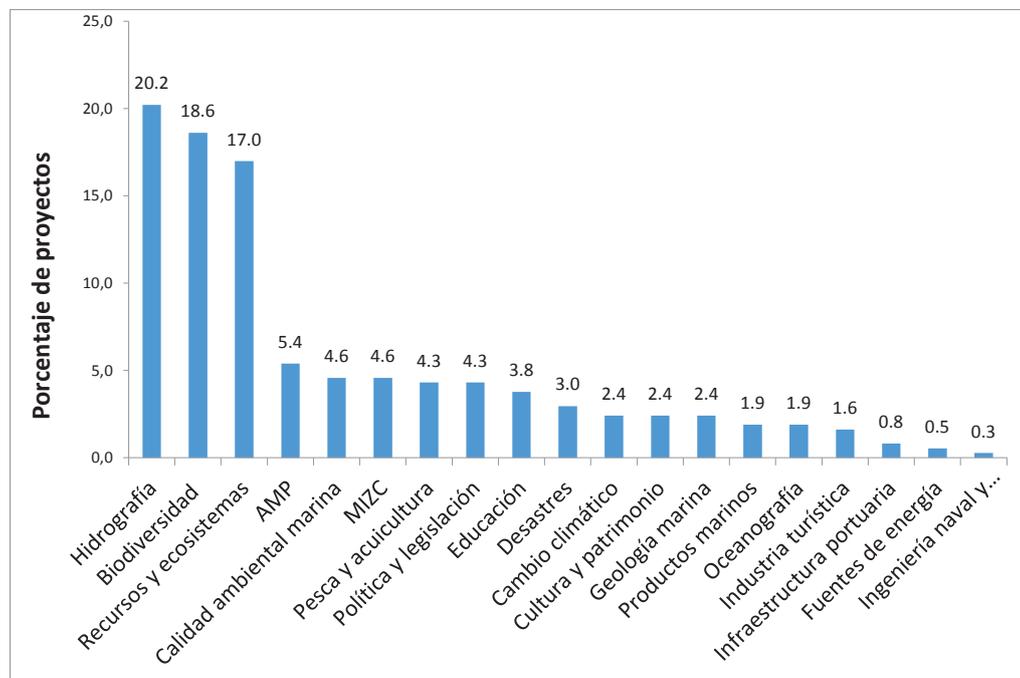


Figura 4. Porcentaje de metadatos reportados y clasificados en su respectiva línea de investigación.

3.1.1 Hidrografía

La hidrografía colombiana es un campo en continuo desarrollo, el cual mediante la implementación de procesos y sistemas de información ha contribuido al mejoramiento en la cantidad y precisión de los productos, aportando de esa manera al desarrollo marítimo de la Nación (Dimar, 2013).

Esta línea cubre el 20.2 % del total de los proyectos reportados (entre cartas batimétricas y

estudios hidrográficos). Estos proyectos cuentan con el apoyo del Gobierno Nacional, ya que se enmarcan dentro de los objetivos misionales de Dimar, y específicamente del Servicio Hidrográfico Nacional (SNH) a cargo del CIOH.

La distribución vertical cubre un amplio rango que va de los 0 a los 3900 m de profundidad.

La periodicidad de actualización o agregación de los datos obtenidos depende del tipo de proyecto:

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

- Los levantamientos hidrográficos requieren ser actualizados cada 3 a 5 años, debido a la escala que se utiliza.
- Se sugiere que su actualización de las cartas náuticas se realice de acuerdo a la demanda de información.

Tabla II. Relación de cartografía náutica nacional elaborada por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe-Servicio Hidrográfico Nacional (CIOH-SHN).

Carta No.	Nombre Carta Náutica
004	Archipiélago de San Andrés y Providencia
021	INT 4124 Cabo Gracias a Dios a Isla de San Andrés
022	INT 4122 Isla de San Andrés a Golfo de los Mosquitos
044	Isla de Providencia a Cayo Albuquerque
045	Banco Serrana a Isla Providencia
046	Cayo Serranilla a Bajo Nuevo
200	Puerto de San Andrés
201	Isla de San Andrés
202	Rada del Cove
203	Banco Albuquerque
204	Cayos del Este Sudeste
208	Banco Serranilla
211	Banco Roncador
213	Banco Serrana
218	Isla de Providencia
416	Banco Quitasueño
630	Banco Quitasueño Sector Sur
634	Aproximación al Banco Serranilla
891	Bahía de Santa Catalina

3.1.2 Biodiversidad Marina

La trascendencia de la biodiversidad marina dentro de los intereses nacionales se basa en su protección, conservación, recuperación y

aprovechamiento, enmarcados en el desarrollo sostenible cuyas líneas de acción deben ser encaminadas a la eliminación de amenazas, restauración y medidas de manejo que permitan su prevalencia a lo largo del tiempo. Estas estrategias

deben ser apoyadas desde una normatividad cuyo génesis sea la generación de conocimiento, enfocado a la evaluación del estado de las poblaciones y hábitats esenciales, y en la generación de programas de monitoreo, vigilancia y control que permitan articular planes de ordenamiento orientados a la conservación de la riqueza marina (CCO, 2007). Para esta línea de investigación se reportaron 69 proyectos (18.3 % del total de las investigaciones) distribuidos en las siguientes áreas temáticas:

(i) **Arrecifes coralinos.** Varios han sido los estudios adelantados en la RB Seaflower sobre estos ecosistemas debido a su relevancia, conservación y escasas de información. Se observó que estas investigaciones se han enfocado en aspectos como estado de conservación, estrategias regionales de monitoreo, estructura de la comunidad, ictiofauna asociada, nuevos registros de especies para la zona, respuestas frente a amenazas, interacciones interespecíficas.

Es necesario contar con fases adicionales en todas estas áreas e impulsar programas en restauración coralina, valoración económica, servicios ecosistémicos y respuesta de estos ecosistemas a efectos del cambio climático. Para asegurar la continuidad de los proyectos los investigadores sugieren que en la mayoría de los casos el monitoreo sea permanente, para lo que se hace necesario contar con personal especializado, equipos de campo y laboratorios, embarcaciones, agilidad en los procesos de solicitud y aprobación de los permisos de investigación y financiación.

Cabe resaltar que en la actualidad el área protegida participa en programas de monitoreo como *Caribbean Coral Reef Monitoring Program* (Caricomp), *Coast and Beach Stability in*

the Caribbean Project (Cosalc) y el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (Simac). Asimismo, la comunidad isleña está involucrada en programas como *Reef Environmental Education Foundation* (REEF), *Ocean Conservancy's Reef Condition* (Recon) y *ReefCheck*.

(ii) **Manglar.** Si bien los bosques de mangle del Archipiélago se encuentran en mejores condiciones respecto a otros lugares del Caribe, su estado de conservación es moderado. El 89 % se encuentra en condiciones aceptables, lo cual reafirma la necesidad de conservar estos ecosistemas y su fauna asociada, que le brindan al ambiente y pobladores insulares, principalmente, gran cantidad de servicios (Coralina-Invemar, 2012).

Al concluir con la revisión de los metadatos se observó que las temáticas de las investigaciones sobre estos ecosistemas se enfocan en productividad, cobertura, estructura y función, hidrología, fisiología, reproducción y renovación del bosque, contaminación y conectividad con pastos marinos y arrecifes de coral.

Para asegurar la continuidad de estos proyectos los expertos afirman que los principales requerimientos se centran en la financiación y los permisos de investigación. También sugieren que todos los proyectos cuenten con fases adicionales que aseguren su continuidad. Se recomienda adelantar investigación en restauración de bosques de manglar, valoración económica, servicios ecosistémicos y respuesta de estos ecosistemas a efectos del cambio climático.

(iii) **Pastos marinos.** Hasta la fecha el monitoreo de los pastos marinos ha estado en la agenda de las instituciones de investigación en el

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

Archipiélago, acompañado por mediciones continuas de variables fisicoquímicas.

Las temáticas en las que se agrupan las investigaciones registradas son: fauna asociada, fisiología, estructura poblacional, respuesta a la calidad del agua, cambios estructurales frente a eventos meteorológicos, relaciones tróficas, diversidad genética y estado de conservación.

Los investigadores afirman que para continuar con sus proyectos y ampliar el área de cobertura es necesario contar con mayores recursos financieros y mayor eficiencia en el trámite de solicitud de los permisos de investigación. Se sugiere ampliar las áreas de investigación a conectividad, valoración económica, servicios ecosistémicos y respuesta de estos ecosistemas a efectos del cambio climático.

- (iv) **Fauna.** Cada vez son más las investigaciones publicadas sobre la fauna endémica en la RB Seaflower. De la información recopilada se observó que los proyectos se concentran en los campos de composición poblacional, distribución y abundancia, interacciones interespecíficas, inventarios faunísticos, taxonomía, alelopatía, metagenómica, biología reproductiva, relaciones tróficas y áreas de alimentación y reproducción.

Cabe señalar que si bien la mayoría de proyectos ya han concluido, hay varios de ellos cuyas fases adicionales están planeadas y presentan importantes innovaciones tecnológicas. Se destaca el estudio propuesto por la Fundación Marverde sobre la población de cefalópodos en la RB Seaflower, en el cual se planea utilizar equipos que permitan realizar muestreos hasta los 1000 m de profundidad, donde se sabe habitan algunas especies de este grupo.

De igual forma se documentaron estudios sobre especies invasoras. Para el caso del pez león, debido a su ruta de migración, en Colombia fue registrado por primera vez en la Isla de Providencia (MADS, 2013). A partir de ese momento se han generado numerosas publicaciones con el propósito de ampliar el conocimiento acerca de esta especie y así determinar las herramientas de control de estas poblaciones.

Las investigaciones recopiladas sobre el pez león se centraron en aspectos de biología, ecología, biología trófica, estado de la población, efectos sobre la comunidad arrecifal y posibles medidas de manejo. Actualmente el país cuenta con el ‘Plan para el Manejo y Control del Pez León *Pterois volitans* en el Caribe Colombiano’, el cual es una herramienta de comprensión mediante el cual se adoptan medidas de manejo y control de esta especie (MADS, 2012).

- (v) **Flora.** Los estudios obtenidos acerca de la flora de la zona se concentran principalmente en algas marinas. Este grupo fue estudiado desde los aspectos: composición poblacional, usos, fisiología y nuevos registros para Colombia. Cabe destacar que la flora marina ha sido escasamente estudiada en esta zona debido a la falta de recursos financieros, por ello los investigadores solicitan mayor apoyo en este campo, lo cual permitiría contar con los equipos, embarcaciones y profesionales adecuados para desarrollar estos proyectos.

3.1.3 Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos

Los recursos y ecosistemas estratégicos representan servicios de gran importancia para la Nación. De acuerdo con el documento Conpes 3680, los Ecosistemas Estratégicos garantizan la

oferta de servicios ambientales esenciales para el desarrollo sostenible, prevención de catástrofes y conservación de la diversidad biológica, la seguridad alimentaria y cultural (DNP, 2010).

Para esta línea se documentaron 63 proyectos (17% del total de las investigaciones). Se identificaron como recursos estratégicos a la langosta espinosa (*Panulirus argus*), el caracol pala (*Strombus gigas*) y el cangrejo negro (*Gecarcinus ruricola*), en temáticas como: estado y amenazas, uso y administración, taxonomía, genética poblacional, educación, renovación, cambio climático y legislación.

Como ecosistemas estratégicos se documentó información sobre manglar, arrecifes coralinos, pastos marinos y playas; abordando los componentes: productividad, estructura, estado de conservación y amenazas, regeneración, biodiversidad, uso, dinámica multitemporal, fisiología, genética poblacional, flujo de materia y energía, servicios ecosistémicos, educación, ordenamiento territorial, cambio climático, legislación. En esta línea los investigadores sugieren monitoreos periódicos y un mayor apoyo financiero.

3.1.4 Áreas Marinas y Costeras Protegidas

Por sus características y condición insular, el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina posee atributos especiales que lo elevaron a la categoría de área protegida. Alberga ecosistemas representativos de la zona del Caribe Occidental, lo cual le permite ser un medio para preservar procesos a escala mayor y proveer beneficios a nivel local (Alonso et al., 2008).

En este análisis se documentaron 20 proyectos (5.4% del total de las investigaciones). Las temáticas abordadas fueron: planes de manejo ambiental,

biodiversidad, manejo de recursos marino-costeros, dinámica de la línea costera, redes regionales de monitoreo y apoyo, dialogo interinstitucional, turismo sostenible, aspectos socioeconómicos, y diseño, implementación y manejo de una AMP.

Los estudios sugieren que estos proyectos deben ser apoyados por políticas nacionales que permitan la continuidad y éxito de los programas. Para ello se deben fortalecer y capacitar a las instituciones para que esta sinergia se vea reflejada en la conservación del ambiente a través de las AMP.

3.1.5 Calidad Ambiental Marina

Si bien las aguas oceánicas marinas se encuentran en mejor estado que otros ambientes, zonas someras como las bahías son altamente afectadas por residuos provenientes, en su mayoría, de fuentes terrestres (Burke et al., 2001). Debido al aumento poblacional y a los cambios en las actividades económicas que han tenido lugar en el Archipiélago desde la década del 50 (Parsons, 1985), estos desperdicios han venido en aumento, generando fuertes impactos sobre el ambiente y comunidades humanas.

En este análisis se documentaron 17 proyectos (4.6% del total de las investigaciones) que responden a esta línea de investigación. Las principales fuentes de contaminación identificadas fueron: floraciones algales, ciguatera, aguas residuales, residuos sólidos y metales pesados.

Las principales temáticas abordadas fueron: análisis histórico, afectaciones a la salud humana, impactos sobre los ecosistemas y la biodiversidad, planes de gestión de residuos y bioacumulación. Se hace evidente la urgencia de realizar monitoreos permanentes de la calidad ambiental marina que permita contar con mayores herramientas que fortalezcan la gestión en este aspecto.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

3.1.6 Manejo Integrado de Zonas Costeras

En Colombia la PNAOCI establece las orientaciones para el manejo integrado de zonas costeras (MIZC) (MMA, 2001). En el Archipiélago esta política promueve el desarrollo de actividades productivas desde la conservación del ambiente y suministró los insumos iniciales para la declaración de la RB Seaflower en el año 2000 (Taylor *et al.*, 2011).

De esta línea se documentaron 17 investigaciones (4.6 % del total de las investigaciones), abarcando las temáticas: huella ecológica, delimitación de playas, jurisdicciones institucionales, diagnóstico ambiental, gestión ambiental, dinámica temporal del litoral, contaminación, bienes de uso público, manejo de recursos, ecosistemas marino-costeros, erosión costera, geomorfología, factores socio-económicos, turismo sostenible y gobernanza.

Los investigadores sugieren que a través del fortalecimiento del MIZC se apoye el trabajo interinstitucional e interdisciplinario asociado con la investigación y el manejo de los espacios oceánicos, costeros e insulares del país.

3.1.7 Pesca y Acuicultura Marina

La pesca ocupa un importante papel en aspectos económicos y socioculturales del Departamento. Esta actividad se realiza a escala artesanal e industrial; sin embargo, no ha sido ajena a la problemática mundial de descensos en la abundancia de los recursos pesqueros. Con la declaración de la RB Seaflower se adquirieron nuevos compromisos en el tema y gracias a alianzas estratégicas entre autoridades pesqueras y ambientales, academia y usuarios se han logrado importantes avances en el manejo responsable de pesquerías.

Se documentaron 16 proyectos (4.3 % del total de las investigaciones) que responden a esta línea de investigación. Los principales recursos pesqueros identificados fueron: langosta espinosa, caracol pala, peces de escama y tiburones. Estos estudios comprenden las temáticas: riqueza íctica, estado de los recursos, proyectos sostenibles, contaminación, renovación del recurso, ordenamiento pesquero, planeación y gobernabilidad.

Los investigadores sugieren que el monitoreo de estos recursos debe ser permanente y se deben apoyar iniciativas de acuicultura enmarcadas en políticas nacionales para que de esta manera se continúe con el fortalecimiento de la administración, manejo y conservación de los recursos naturales y el ambiente.

3.1.8 Política Pública y Legislación

El Estado, a través de la legislación y políticas nacionales como la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC) garantiza el desarrollo sostenible, vigilancia y control de estos espacios jurisdiccionales (CCO, 2007). Por sus características particulares el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina demanda una gestión especial donde involucran aspectos como ser reserva mundial de la biósfera, poseer áreas marinas protegidas, su minoría étnica y las serias amenazas que lo afectan (Coralina-Invemar, 2012).

Se encontraron 16 proyectos (4.3 % del total de las investigaciones) que responden a esta línea de investigación, los cuales abordaron las temáticas: soberanía e integridad del territorio marítimo, institucionalidad, recursos estratégicos, biodiversidad marina, áreas marinas protegidas, manejo integrado de zonas costeras, prevención y atención de desastres y cambio climático.

Los investigadores solicitan la continuidad de los proyectos mediante el apoyo financiero e interinstitucional, logrando de esta manera el cumplimiento de las metas nacionales y regionales en la administración de los espacios oceánicos y costeros vistos como una unidad estructural.

3.1.9 Educación Marítima

La educación es un proceso permanente de formación que involucra diversas disciplinas y cuyo objetivo principal, en la actualidad, es entender que el mar es un escenario de desarrollo sostenible en el que se involucra el mejoramiento de la calidad de vida de las personas sin poner en riesgo la conservación del ambiente. En el Archipiélago este proceso es liderado por instituciones académicas y ONG, que han encontrado en los isleños una población receptiva y reflexiva frente a los riesgos que enfrenta el territorio, si no hay consciencia social frente a la conservación del ambiente.

Se recibieron catorce proyectos documentados (3.8 % del total de las investigaciones), correspondientes a las temáticas: AMP, ecosistemas marinos, gestión ambiental, guías de recolección de material biológico, biodiversidad, clasificación de residuos sólidos, Programa Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CTel), recursos estratégicos, turismo sostenible, cambio climático y eventos meteorológicos. Los investigadores recomiendan realizar fases adicionales de los proyectos y ampliar los programas de educación a otros campos que conviertan esta temática en un eje transversal de los asuntos marítimos en el Archipiélago.

3.1.10 Prevención y Atención de Desastres

La prevención y atención de desastres es un insumo para la planificación territorial enfocada

en la gestión de riesgo ante amenazas de origen antrópico y natural. Por sus características geográficas, distancia de las costas continentales del país y amplitud territorial el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina es un departamento vulnerable a amenazas potenciales (Gobernación del Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2012); las entidades encargadas de dimensionar los riesgos y atender las emergencias vienen ejecutando planes que permitan tener respuestas efectivas frente a un desastre, así como también la rápida recuperación de zonas afectadas (CCO, 2007).

En los proyectos documentados se identificaron las siguientes amenazas naturales:

- Huracanes
- Tormentas
- Depresiones tropicales
- Aumento del nivel del mar, sequías y marejadas

En cuanto a los eventos de origen antrópico fueron determinados:

- Derrames de hidrocarburos y sustancias nocivas
- Incendios
- Procesos morfodinámicos
- Colapso estructural
- Accidentes de transporte marítimo

De la información recopilada, once investigaciones (3 % del total de las investigaciones) responden a esta línea de investigación, abarcando las temáticas: diagnóstico, sistemas de respuesta y alerta, efectos sobre ecosistemas estratégicos, gestión interinstitucional y análisis históricos. Los estudios sugieren que es necesario contar con recursos financieros y compromiso institucional para apoyar la Política Departamental de Gestión de Riesgo (PDGR), herramienta sobre la que se deben cimentar los planes de trabajo.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

3.1.11 Cambio climático y ambiente marino

El cambio climático global es un tensor ambiental que restringe las metas de conservación de las AMP (CCSP, 2008); frente a esto se ha propuesto la creación de medidas de adaptación y mitigación como herramientas que permitan mejorar la respuesta del Departamento frente a este proceso irreversible.

En la recopilación de información se documentaron nueve proyectos (2.4 % del total de las investigaciones) para esta línea de investigación que responden a las temáticas: sistemas de monitoreo ambiental, monitoreo de arrecifes coralinos y bosques de manglar, gestión de AMP, fortalecimiento institucional y comunitario, manejo integrado costero, tratamiento de vertimientos y residuos sólidos, y cambios de prácticas para reducir los efectos del cambio climático.

Los estudios sugieren que una de las respuestas más eficientes frente a los impactos potenciales del cambio climático se debe centrar en la implementación de medidas que faciliten la conservación y restauración de ecosistemas estratégicos, tales como arrecifes coralinos, pastos marinos, bosques de manglar y playas, los cuales han evidenciado su alto potencial como protectores ambientales. Si bien, los avances en estos aspectos han sido significativos, se hace necesario contar con una mayor gestión que fortalezca las herramientas de protección de estos ecosistemas, y de esta manera contar con medidas que disminuyan los efectos adversos del cambio climático.

3.1.12 Cultura y Patrimonio Cultural

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina posee una importante historia

social y cultural arraigada en el mar, la cual difiere de la Colombia continental, producto de factores migratorios, religiosos y económicos (Parsons, 1985). Asimismo, los bienes y valores culturales que allí se encuentran hacen parte del patrimonio cultural de la Nación, y por tanto deben ser valorados y protegidos (CCO, 2007).

En esta línea de investigación se registraron nueve proyectos (2.4 % del total de las investigaciones) que abarcan las temáticas: estudios antropológicos, registros arqueológicos, genética poblacional raizal, prácticas ancestrales, y bienes materiales e inmateriales.

Los estudios sugieren que es necesario hacer un reconocimiento de los bienes culturales materiales e inmateriales del Archipiélago y su fragilidad, como punto de partida para un diálogo con los distintos actores de interés, cuyo objetivo sea el reconocimiento de este patrimonio como factor valioso para el desarrollo regional.

3.1.13 Geología Marina

Las investigaciones en Geología Marina son utilizadas como insumo para la planificación del desarrollo costero, ya que caracterizan el espacio físico y su relación con amenazas de origen natural y antrópico (Invemar, 2013). El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, debido a su origen en zona de fractura, cuenta con una geomorfología diversa, cuya dinámica dio paso a la formación de las extensas plataformas coralinas que caracterizan esta zona (Coralina-Invemar, 2012; Díaz *et al.*, 2000).

En el presente documento se recopilieron nueve investigaciones (2.4% del total de las investigaciones) que responden a las temáticas: geomorfología, sedimentología, procesos erosivos y línea de costa.

Los estudios sugieren que es necesario continuar realizando aportes al conocimiento geológico del Archipiélago en aspectos como la descripción de las formaciones geológicas, unidades de roca, evaluación, definición y relaciones estratigráficas y sedimentológicas. Asimismo recomiendan realizar investigaciones relacionadas con el impacto de las actividades antropogénicas en los cambios de la morfología litoral.

3.1.14 Productos Naturales Marinos

Dentro de la gran diversidad de servicios que presta la biodiversidad marina, uno de los que más ha despertado la curiosidad de los científicos en las últimas décadas han sido los productos naturales marinos, definidos como los compuestos químicos producidos por un organismo vivo con aplicaciones específicas (Bhakuni y Rawat, 2005).

La alta riqueza en especies y ecosistemas del Archipiélago es un escenario de gran relevancia para el descubrimiento de sustancias químicas naturales. De las investigaciones obtenidas para este análisis, siete proyectos (1.9 % del total de las investigaciones) se enmarcan en esta línea de investigación respondiendo a las temáticas: metabolitos bioactivos de algas marinas, metabolitos bioactivos de gorgonáceos, evaluación de toxinas en cianobacterias, selección de modelos y actividad antiinflamatoria, y técnicas de separación y aislamiento.

Los estudios sugieren que un apoyo permanente a investigaciones relacionadas con productos marinos, no solo permitiría ampliar el conocimiento acerca de la biodiversidad sino que representaría una fuente importante de ingresos para la Nación. De igual manera, es necesario profundizar en temáticas como la caracterización de sustancias bioactivas de distintas especies, técnicas

de separación y aislamiento, evaluación biológica, toxicológica y clínica de metabolitos secundarios, biosíntesis de sustancias químicas, contaminación microbiana y nucleótidos marinos bioactivos.

3.1.15 Oceanografía

El estudio de los procesos químicos, físicos y biológicos es de gran injerencia para los intereses nacionales ya que se convierte en uno de los ejes principales de la actividad científica. En este sentido, la Oceanografía es fundamental a nivel operativo e investigativo por sus implicaciones del manejo y la comprensión del medio marino y su dinámica (Dimar, 2013).

En esta línea de investigación se recibieron siete proyectos (1.9% del total de las investigaciones) que se enmarcan en las áreas del conocimiento de la Oceanografía Física y Oceanografía Química. Se destaca una investigación sobre circulación de corrientes en el Bajo Alicia y el sector de la isla de San Andrés, alcanzando los 2400 metros bajo el nivel del mar.

Los estudios sugieren que las investigaciones en este campo aún son escasas y es necesario fortalecer los programas de investigación oceanográficos y permitir el desarrollo de fases adicionales de los que ya están en marcha, asegurando su continuidad con el propósito de generar una completa información acerca de los procesos marinos en las distintas zonas del Archipiélago. De igual manera resulta fundamental apoyar estudios en Oceanografía Biológica desde la Ecofisiología, Biogeografía, cambio climático, dinámica poblacional y sensores remotos. Cabe resaltar que los resultados de estas investigaciones son insumos para las demás líneas de investigación enmarcadas en el presente informe.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

3.1.16 Industria Turística

A nivel nacional el turismo ocupa un importante renglón, después de la explotación de hidrocarburos y minerales. De acuerdo con la visión 2020 las regiones se han venido especializando en distintos productos turísticos (CCO, 2007). Para el caso del departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina su oferta de playas y ecoturismo lo ha posicionado como un atractivo destino en el Caribe. Sin embargo, muchos bienes culturales y ambientales se han puesto en riesgo debido a la presión generada por el incremento de visitantes a un área tan pequeña (Coralina-Invemar, 2012), por esta razón la declaración del territorio como Reserva de Biósfera y el hecho de albergar una AMP le dan al departamento acceso a valiosos instrumentos de conservación y desarrollo sostenible.

En esta línea de investigación se documentaron seis estudios (1.6 % del total de las investigaciones) que responden a las temáticas impacto del turismo, turismo sostenible, ordenamiento costero para actividades turísticas y salud pública.

Las investigaciones sugieren continuar apoyando el plan de ordenamiento costero con miras a mejorar la oferta de servicios turísticos teniendo en cuenta la capacidad de carga de la Isla y los recursos disponibles, apoyar las iniciativas locales de turismo para de este modo beneficiar a la población isleña, y fortalecer el ecoturismo sostenible aprovechando la diversidad de ambientes que ofrece el Archipiélago.

3.1.17 Puertos e Infraestructura Portuaria, Transporte Marítimo y Marina Mercante

En la Política Nacional de Puertos e Infraestructura Portuaria se resalta la importancia

de la comunicación marítima para la integración y desarrollo de la actividad comercial de Colombia frente al mundo. En el departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina el transporte marítimo está compuesto principalmente por flota pesquera industrial y artesanal, embarcaciones pequeñas utilizadas en actividades turísticas, cruceros, flota naval y marina mercante. Aunque la capacidad portuaria del Archipiélago es inferior al 1 % del total nacional (DNP, 2012), debido a las características especiales del territorio, dentro del AMP Seaflower se le ha asignado a esta actividad un tipo de zona de uso especial, permitiendo de este modo un ordenamiento del transporte marítimo e infraestructura portuaria (Coralina-Invemar, 2012).

En esta línea de investigación se recopilieron tres estudios (0.8 % del total de las investigaciones), cuya área temática corresponde a infraestructura portuaria. Se hace evidente la necesidad de contribuir con la investigación en esta área como instrumento de fortalecimiento de la competitividad del Archipiélago en cuanto a turismo, comercio e investigación. De igual forma se sugiere realizar contribuciones en aspectos como el impacto de estas actividades en el ambiente, con el fin de alimentar y fortalecer las medidas de control en lo relacionado con el manejo de vertimientos e instalaciones portuarias apuntando siempre a un desarrollo sostenible.

3.1.18 Minerales, Hidrocarburos y Fuentes de Energía no Convencional, Alternas o Renovables de Zonas Marinas y Costeras

De acuerdo con la PNOEC, la Nación se apoya en la Política Nacional del Sector Minero para generar avances en este sector posicionándose energéticamente de manera sostenible, en armonía

con los recursos naturales y acorde con la normatividad vigente (CCO, 2007). Si bien en la isla de San Andrés no hay explotación de minerales o hidrocarburos, si se propone como un escenario propicio para la investigación en fuentes de energía alternas.

Se documentaron dos proyectos (0.5 % del total de las investigaciones) que apuntan a la evaluación de los recursos marítimos y al potencial de las aguas oceánicas como fuente de energía alterna. Se sugiere que las investigaciones se amplíen a otras fuentes experimentales de energía y sean apoyadas desde las directrices propuestas en Ley 697 de 2001, que declara el uso racional y eficiente de la energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional; el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y Demás Formas de Energía No Convencionales (Proure) desde su Plan de Acción Indicativo 2010–2015 en el que se establece desarrollar las condiciones económicas, técnicas, institucionales, culturales y normativas para su desarrollo sostenible, y el Plan Nacional Energético 2010-2030 que busca la diversificación de la matriz energética (MME, 2010).

3.1.19 Ingeniería Naval y Oceánica

En las últimas décadas la Ingeniería Naval y Oceánica colombiana ha logrado grandes avances, produciendo distintos tipos de medios de transporte. En el Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina estos avances han contribuido en aspectos como el fortalecimiento de la investigación. Dentro de esta línea se documentó un proyecto (03 % del total de las investigaciones),

correspondiente a la implementación de nuevas tecnologías de aprovechamiento energético a partir de información climatológica y datos de temperatura producto de estudios de modelación.

3.2 Información Geográfica

En la Figura 5 se observa la proporción de los estudios realizados en las distintas áreas del Archipiélago y en la Figura 6 la representación geográfica del número de estudios por área y zonificación del AMP Seaflower.

En la isla de San Andrés se han realizado la mayor cantidad de investigaciones; se documentaron 136 metadatos (37 % del total); seguido por las categorías RB Seaflower (esta categoría fue nombrada así porque los estudios recibidos fueron realizados en aguas abiertas al interior de la Reserva) con 66 (18 % del total), y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina con 62 (17 % del total) que comprenden los estudios que reportaron su cobertura geográfica bajo estas nomenclaturas.

Para la isla de Providencia se reportaron 27 proyectos (7% del total). De Quitasueño se recopilaron trece estudios (4 % del total); seguido por la isla de Santa Catalina con doce (3% del total); Serrana con once (3 % del total); Roncador con nueve (2 % del total); Serranilla con ocho (2 % del total); Cayo Bolívar con ocho (2 % del total), Cayos de Albuquerque con ocho (2 % del total); Bajo Alicia con 5 (1 % del total), y Bajo Nuevo con tres (1 %) (Figura 5).

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

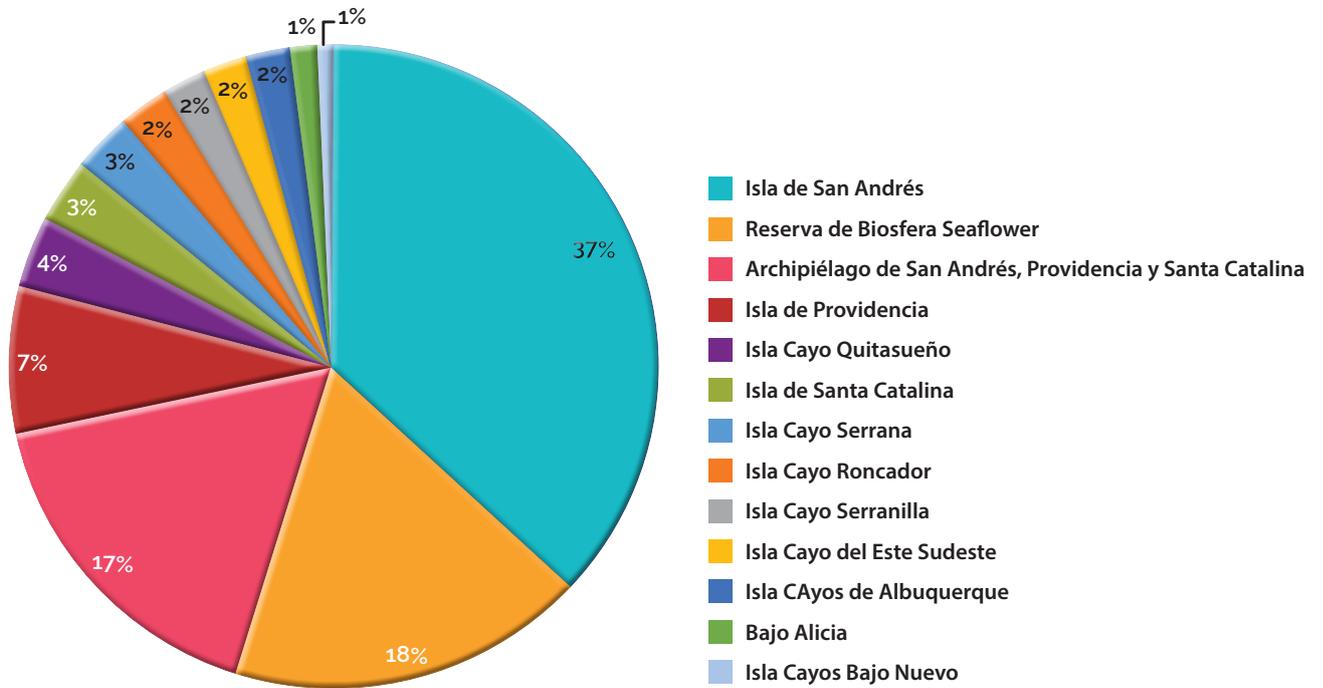


Figura 5. Distribución porcentual de los estudios realizados en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, de mayor a menor cobertura geográfica.

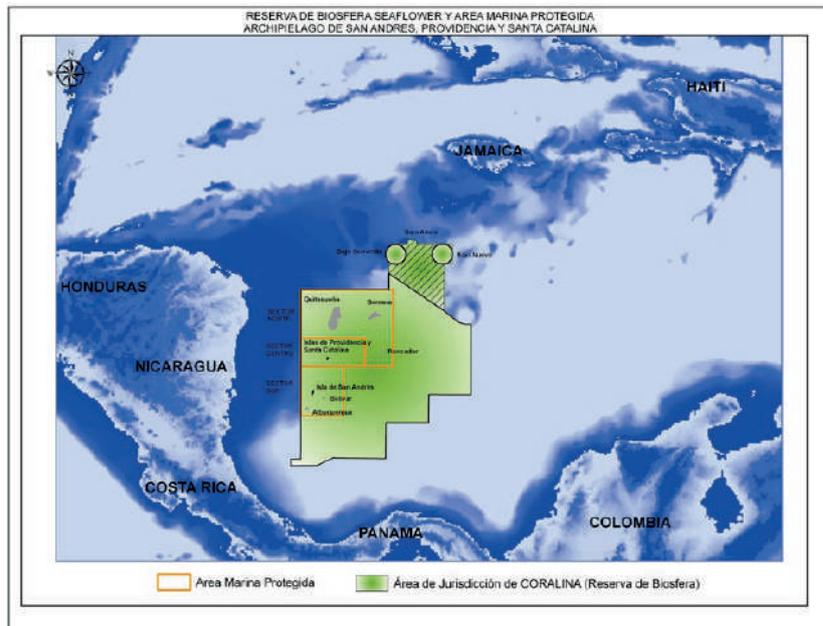


Figura 6. Delimitación del AMP Seaflower y de la Reserva de Biósfera Seaflower. (Fuente: Coralina).

Las zonas del Archipiélago de donde se registraron mayor número de proyectos son aquellas que presentan centros poblados. Este es un factor de gran influencia en el desarrollo de las investigaciones en la RB Seaflower por varias razones:

- (i) Logística: mayor facilidad en el desarrollo de las investigaciones debido a que es allí donde se concentran las instituciones encargadas de esta actividad.
- (ii) Presupuesto: menor costo en la realización de los estudios, ya que transportar equipos e investigadores a lugares remotos implica contar con mayores partidas.
- (iii) Factores bióticos: la isla de San Andrés y en menor medida las islas de Providencia y Santa Catalina poseen unas características ecosistémicas que no se encuentran en las demás áreas de la RB Seaflower, tales como: bosques de manglar, playas arenosas, algunas especies de aves y cuerpos de agua dulce, entre otras; lo cual hace que los objetos de estudio sean diferentes entre las zonas.
- (iv) Factor social: las islas pobladas tienen un manejo diferente ya que allí la huella de la actividad antropogénica se da a todos los niveles. Eso implica que no solo se realicen estudios a nivel biótico, sino que se extienda a lo económico, político, cultural, social, etc.
- (v) Estado de conservación: si bien, todas las áreas del Archipiélago deben estar en continuo monitoreo, aquellas que presentan mayores amenazas son priorizadas.

Se observó que el mayor número de proyectos realizados en toda la RB corresponden a Hidrografía, biodiversidad marina, conservación de recursos y ecosistemas estratégicos, y pesca y acuicultura, principalmente. Respecto a la Hidrografía, la principal fuente de estas investigaciones es la

Autoridad Marítima Nacional (Dimar) para la generación de cartografía náutica nacional, por lo que apoya estos proyectos con una importante partida presupuestal, profesionales especializados, equipos, infraestructura, plataformas y años de experiencia. Esto le permite llegar a zonas remotas del Archipiélago con mayor facilidad.

En la mayoría de zonas del Archipiélago, la línea Biodiversidad Marina es la segunda que más aporta estudios, esto se relaciona directamente con los intereses locales y nacionales por ampliar el conocimiento sobre las especies y ecosistemas de la región, con miras a su conservación y uso sostenible.

Para lograr una mejor gestión dentro del territorio el AMP Seaflower fue dividido en tres secciones (Figura 6):

- Sección Norte: incluye Luna Verde, Quitasueño, Serrana, Roncador y ocupa un área total de 37.522 km².
- Sección Central: incluye la plataforma de las islas de Providencia y Santa Catalina, el banco de Julio y aguas oceánicas circundantes, con un área total de 12.716 km².
- Sección Sur: incluye la plataforma de la isla de San Andrés y los bancos Este Sudeste (Bolívar), Albuquerque y los bancos llamados Martínez y Far, con un área total de 14.780 km² (Coralina-Invemar, 2012).

De igual forma el Plan de Manejo de la RB establece estrategias de zonificación basada en criterios físicos, biológicos y socioculturales: (i) Zona núcleo o de protección a largo plazo, (ii) zona de amortiguamiento o de protección, pero donde se hacen otras actividades que contribuyen a la conservación, y (iii) áreas de transición o cooperación, en las cuales los distintos actores desarrollan sus actividades de manera sostenible.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

Estas medidas permiten implementar el manejo de las áreas marino-costeras teniendo en cuenta las condiciones geográficas y limitaciones locales.

Cabe resaltar que Quitasueño, Albuquerque, Roncador y su barrera arrecifal, y el sector oriental del Serrana fueron establecidos como zona núcleo. Mientras que el área marina del Archipiélago, desde los límites con Nicaragua, Honduras y Jamaica hasta la isóbata² de los 2000 m se establece como zona de amortiguamiento y el resto del área marina se propone como zona de cooperación.

Se observó el área de la pesca y acuicultura marina en el tercer renglón de importancia, debido a que los sectores de pesca industrial y artesanal son unas de las más importantes fuentes de ingresos en el Archipiélago. De ahí la importancia de adelantar estudios que permitan tener un mayor conocimiento acerca de la dinámica de este recurso.

Para enfrentar los retos que impone el manejo la RB, Coralina ha implementado estrategias que permiten administrar el área eficientemente; se destaca el trabajo conjunto con organizaciones nacionales e internacionales en la generación de conocimiento. De esta manera se enfrenta la falta de recursos, lo cual ha impactado a la Corporación

² En un mapa batimétrico es el trazado de líneas que une puntos de igual profundidad (modificado de IGAC, 2015)

en su habilidad para alcanzar los objetivos de conservación. Un claro ejemplo fue el trabajo realizado con *The Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation* con quien se identificaron a Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo como áreas de alta prioridad debido a que éstas representan las estructuras arrecifales más aisladas de la RB Seaflower; presentan grandes vacíos de información, y su ubicación estratégica y patrones de conectividad entre ambientes insulares y regionales hacen de ellas potenciales lugares como fuente de larvas para otras áreas en el Caribe. Producto de este trabajo se obtuvo información complementaria de la línea base de la biodiversidad marina en esta zona; sin embargo, es necesario describir que aún falta mucha información, en especial sobre las zonas remotas del departamento Archipiélago.

3.2.1 Isla de San Andrés

En la Figura 7 se observa que para la isla de San Andrés, la mayor cantidad de proyectos se han realizado en la línea de Biodiversidad Marina, seguida por Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos Marinos y Costeros, Hidrografía, Calidad Ambiental Marina y Manejo Integrado de Zonas Costeras. Las demás líneas de investigación están representadas por ocho o menos proyectos con un porcentaje inferior al 6 %.

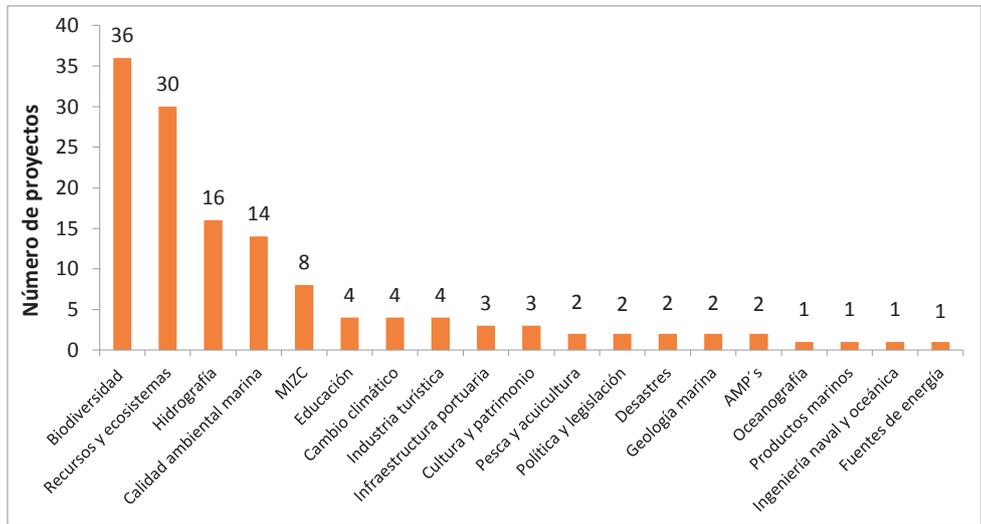


Figura 7. Número de proyectos realizados en la isla de San Andrés.

3.2.2 RB Seaflower

En la Figura 8 se aprecia que la mayor cantidad de estudios se realizaron en la línea Biodiversidad Marina, seguido por Conservación de Recursos y

Ecosistemas Estratégicos Marinos y Costeros, Áreas Marinas y Costeras Protegidas, Hidrografía, Educación Marítima, y Prevención y Atención de Desastres en Zonas Marinas y Costeras. Las demás líneas tienen una representatividad igual o menor al 5 %.

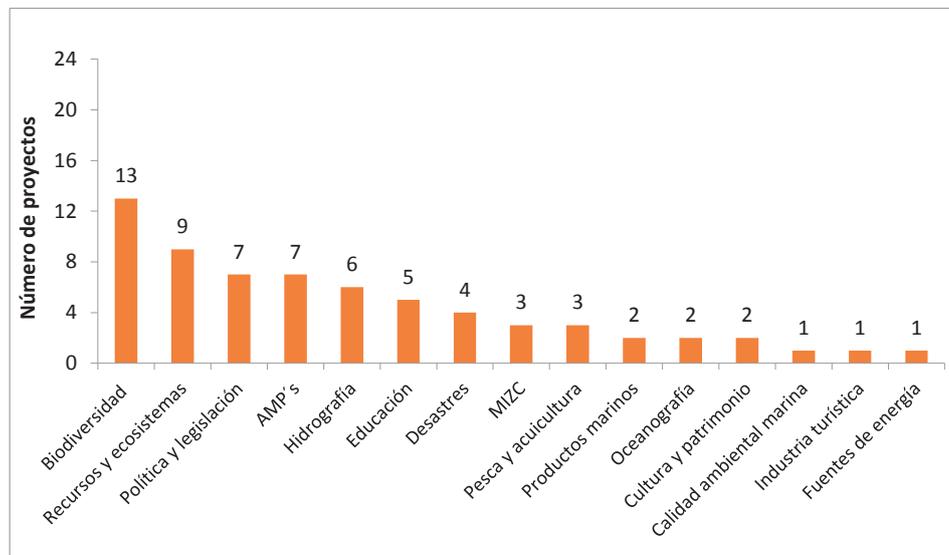


Figura 8. Número de proyectos realizados en la Reserva de Biósfera Seaflower.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

3.2.3 Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

En la Figura 9 se observa que la mayor cantidad de estudios realizados se enmarcan en la línea Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos Marinos y Costeros, seguida por Pesca

y Acuicultura (marina y continental), Hidrografía, Biodiversidad Marina, Política Pública y Legislación de Espacios Oceánicos y Costeros, y Educación Marítima. Las demás líneas están representadas por menores porcentajes con cinco o menos proyectos.

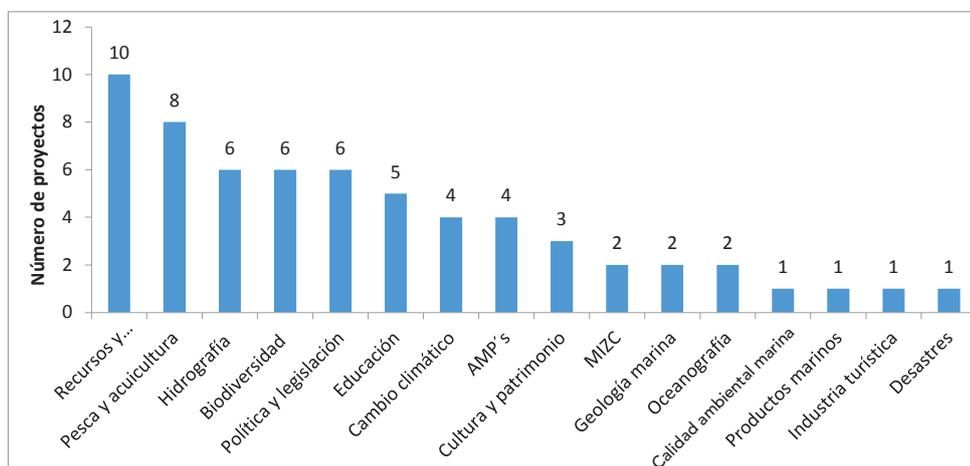


Figura 9. Número de proyectos realizados en Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

3.2.4 Isla de Providencia

En la Figura 10 se observa que el mayor número de estudios se registraron en la línea Hidrografía, seguida por Conservación de Recursos y Ecosistemas

Estratégicos Marinos y Costeros, Prevención y Atención de Desastres en Zonas Marinas y Costeras, y Geología Marina. Las demás líneas de investigación registran dos o menos proyectos, con una representatividad igual o menor al 7 %.

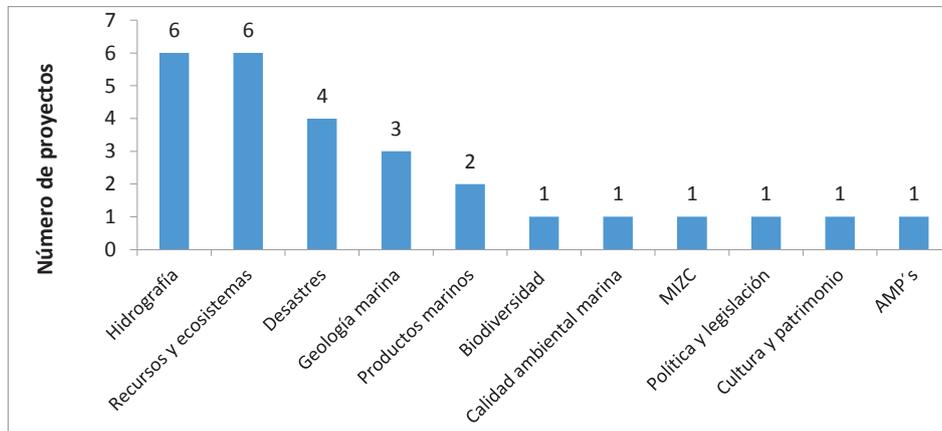


Figura 10. Número de proyectos realizados en isla de Providencia.

3.2.5 Isla cayo Quitasueño

Para esta área se referenciaron estudios más representativos para la línea Hidrografía, seguida en

menor porcentaje por Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos Marinos y Costeros, y Áreas Marinas y Costeras Protegidas (Figura 10).

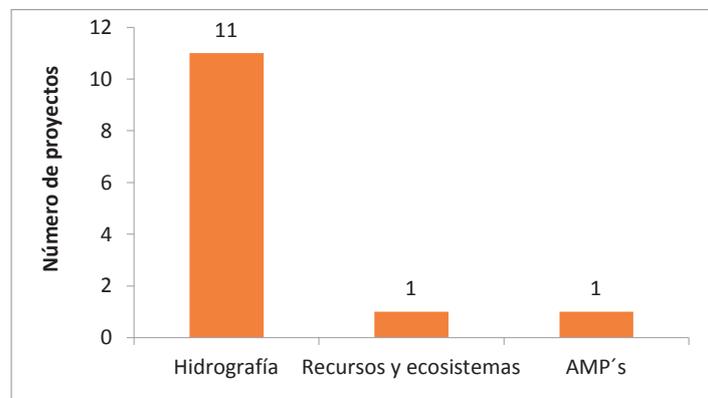


Figura 11. Número de proyectos realizados en isla cayo Quitasueño.

3.2.6 Isla cayo Serrana

En la Figura 12 se observa que la mayor proporción de proyectos se enmarcan dentro de la línea de Hidrografía, seguida por Áreas Marinas

y Costeras Protegidas. Mientras que las líneas Biodiversidad Marina, Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos, Pesca y Acuicultura (marina y continental), y productos naturales marinos están representadas por un estudio cada a una.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

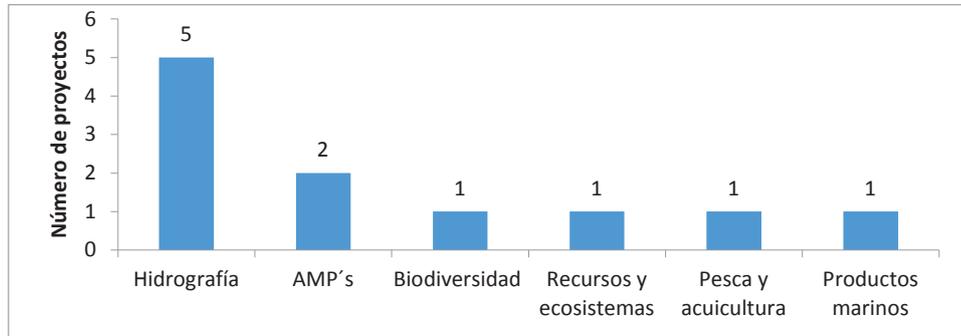


Figura 12. Número de proyectos realizados en isla cayo Serrana.

3.2.7 Isla cayo Roncador

En Roncador la mayor representatividad de proyectos se observó en Hidrografía y en menor proporción: Biodiversidad Marina, Conservación

de Recursos y Ecosistemas Estratégicos, y Áreas Marinas y Costeras Protegidas (Figura 13).

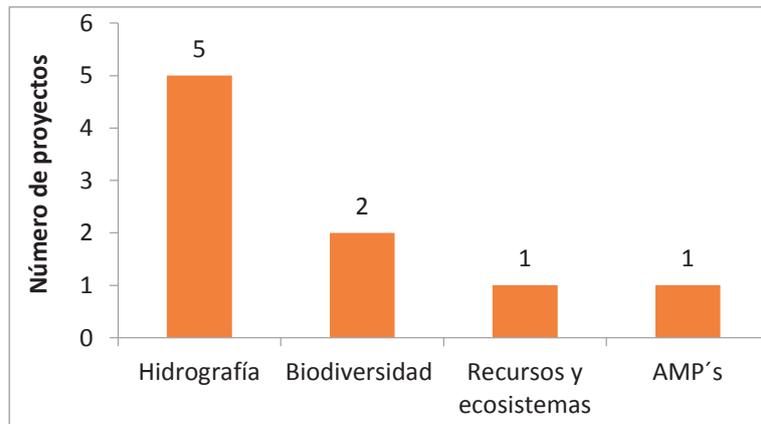


Figura 13. Número de proyectos realizados en isla cayo Roncador.

3.2.8 Isla cayo Serranilla

La mayor proporción de proyectos recopilados se encuentran en Hidrografía, seguido por Conservación de Recursos y Ecosistemas Estratégicos, Bio-

diversidad Marina, y Pesca y Acuicultura (marina y continental) (Figura 14).

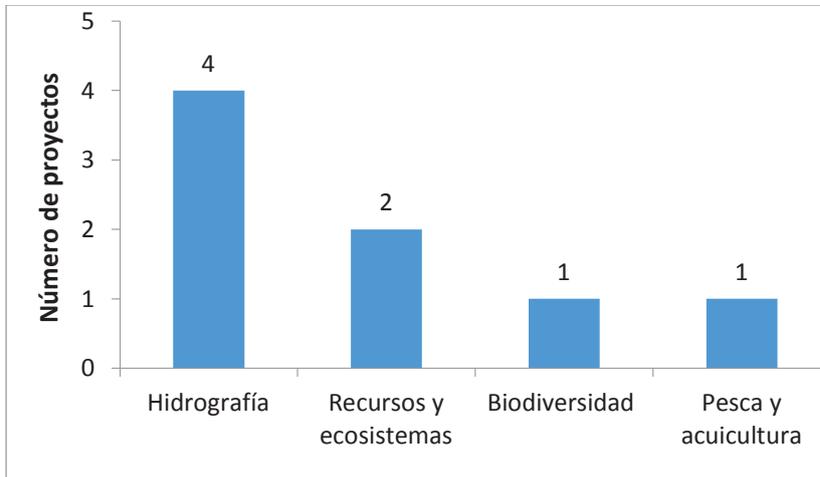


Figura 14. Número de proyectos realizados en isla cayo Serranilla.

3.2.9 Bajo Alicia

En la Figura 15 se observa que la mayor pro-

porción de proyectos realizados corresponden a Hidrografía, seguido por Biodiversidad Marina.

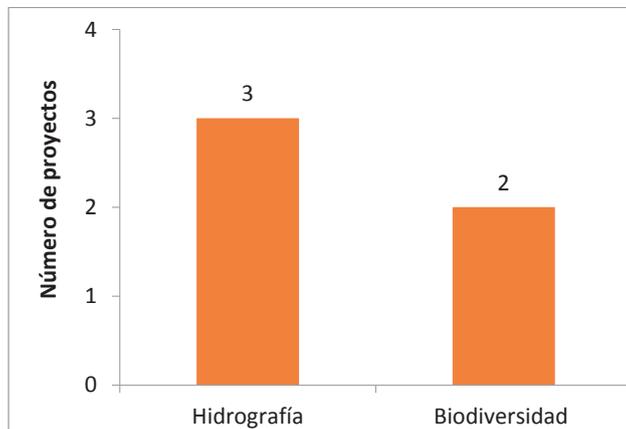


Figura 15. Número de proyectos realizados en Bajo Alicia.

3.2.10 Isla cayo Bolívar

En la isla cayo Bolívar la mayor cantidad de proyectos recopilados se encontraron dentro de

la línea Hidrografía, seguida por Biodiversidad y Manejo Integrado de Zonas Costeras, cada una con un proyecto (Figura 16).

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

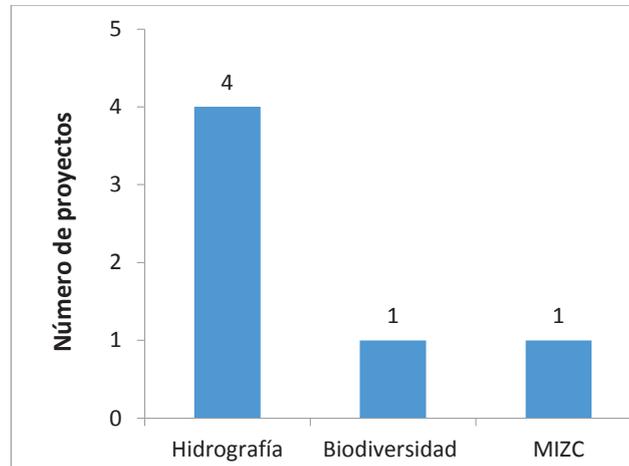


Figura 16. Número de proyectos realizados en isla cayo Bolívar.

3.2.11 Islas cayos de Albuquerque

En la Figura 17 se aprecia que la mayor cantidad de proyectos recopilados se encuentran en la

línea Hidrografía, seguida en menor proporción por Áreas Marinas Protegidas, Biodiversidad Marina y Conservación de Recursos, y Ecosistemas Estratégicos.

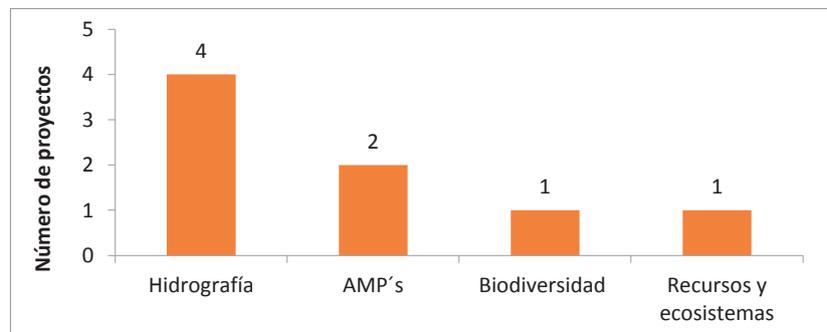


Figura 17. Número de proyectos realizados en cayos de Albuquerque.

3.2.12 Isla de Santa Catalina

La mayor cantidad de proyectos recopilados de la isla de Santa Catalina se encuentran en igual

proporción para las líneas Hidrografía y Biodiversidad Marina, seguidas por Manejo Integrado de Zonas Costeras, Geología Marina, Oceanografía, Cambio Climático y Ambiente Marino (Figura 18).

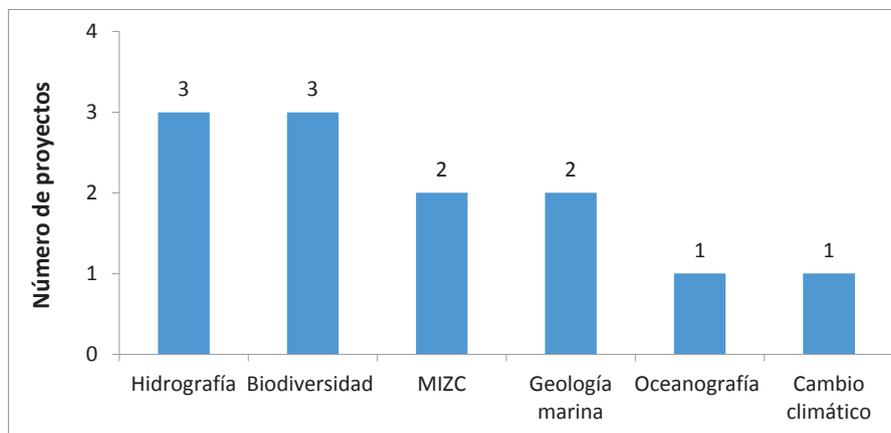


Figura 18. Número de proyectos realizados en isla de Santa Catalina.

3.2.13 Isla Bajo Nuevo

Los proyectos documentados que cubren el área de Bajo Nuevo se enmarcan mayoritariamente

en la línea de Hidrografía, seguida en igual proporción por Oceanografía y Manejo Integrado de Zonas Costeras (Figura 19).

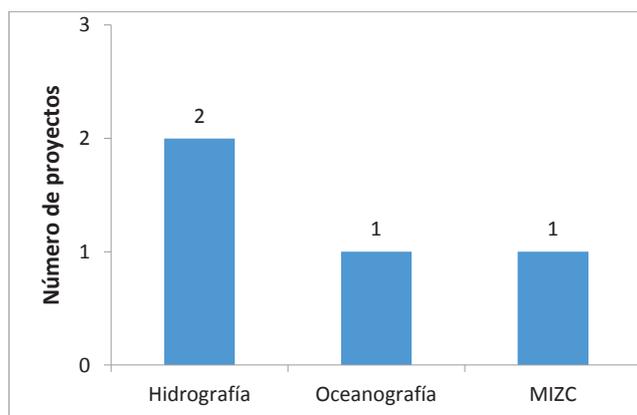


Figura 19. Número de proyectos realizados en isla Bajo Nuevo.

3.3 Información Temporal

La Figura 20 representa los metadatos sobre los proyectos de investigación, distribuidos de

acuerdo a su fecha de publicación. Para aquellos que se encuentran en desarrollo o no han sido publicados se tuvo en cuenta el periodo de tiempo de su ejecución o planeación.

■ Información recopilada acerca de la Reserva de Biósfera Seaflower

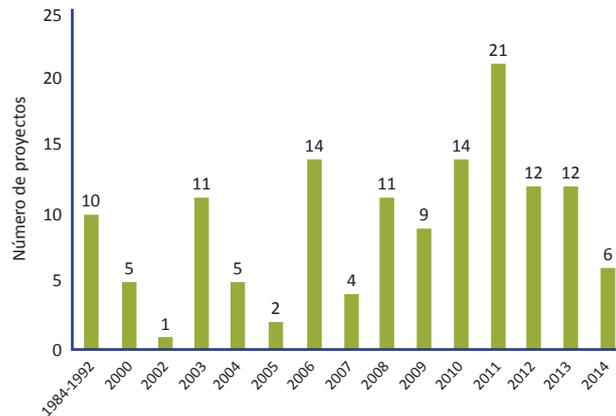


Figura 20. Distribución de los metadatos de acuerdo a su temporalidad.

Se documentaron proyectos desde 1984, con un significativo aporte de investigaciones desarrolladas en los últimos cinco años. La mayoría de los estudios cuentan con fases adicionales planeadas y supeditadas a la disponibilidad de recursos, por lo que se espera que para los próximos años la cantidad de investigaciones sea significativamente mayor.

3.4 Conclusiones

- Las instituciones involucradas en los distintos componentes del manejo de la RB Seaflower manifiestan un notable interés a favor de la generación de conocimiento como instrumento de gestión para esta área, y la integración de esfuerzos para lograr este propósito.
- Se observó un repunte de la investigación científica marina en la RB Seaflower en los últimos cinco años. El 2011 fue el año en el que más se reportaron metadatos de los proyectos de investigación marina.
- A pesar de las estrategias de manejo de la Reserva, las áreas con menor investigación son aquellas que se encuentran más alejadas de la isla de San Andrés.
- Para que las instituciones puedan llevar a cabo un buen manejo de la RB Seaflower se requiere una estabilidad financiera que permita lograr las metas de conservación y desarrollo sostenible.
- La evaluación y monitoreos periódicos son importantes para asegurar la conservación de las áreas protegidas y así poder evaluar su efectividad socioeconómica, biofísica y administrativa.
- Entre las necesidades mencionadas por los investigadores se destacan, además de la financiación y los monitoreos periódicos:
 - Continuidad de los programas
 - Permisos de investigación
 - Fases adicionales en los proyectos
 - Apoyo con políticas nacionales
 - Fortalecimiento de las capacidades institucionales
 - Trabajo interinstitucional e interdisciplinario

- Apoyo de las iniciativas locales
- Diálogo
- Se evidenció la necesidad de proponer las temáticas de Educación Marítima y Cambio Climático como ejes transversales de todas las líneas de investigación.

3.5 Recomendaciones

- Continuar con el mejoramiento en la articulación del trabajo entre las instituciones locales, nacionales e internacionales, lo cual permitirá atender las recomendaciones hechas a través de los proyectos documentados, así como los vacíos de información que existen actualmente.
- Gestionar alianzas estratégicas entre instituciones públicas y privadas, lo cual permitirá optimizar recursos operacionales y aumentar la efectividad en la consolidación de la investigación al interior de la Reserva.
- Promover la investigación desde el fortalecimiento de las instituciones, cooperación internacional y formación de

investigadores con miras a la innovación tecnológica en las Ciencias del Mar.

- Apoyar investigaciones relacionadas con la respuesta de los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático, lo cual permitiría contar con herramientas para la formulación de estrategias de mitigación en el Archipiélago.
- Invitar a las instituciones y entidades que desarrollan proyectos relacionados con las líneas de investigación: Puertos e Infraestructura Portuaria, Transporte; Minerales, Hidrocarburos y Fuentes de Energía, e Ingeniería Naval y Oceánica, a realizar aportes a la Agenda de Investigación Científica Seaflower 2014-2019.
- Realizar una segunda fase de recopilación de metadatos de la RB Seaflower que permita completar la información para todas las líneas de investigación del PNCTM. Esta debe incluir los grupos de investigación reportados en el inventario entregado por Colciencias (Anexo B) e instituciones relacionadas con las líneas para las que menos se reportaron metadatos.



Foto Comisión Colombiana del Océano

4 Expedición Científica Seaflower 2014

Como parte de la estrategia integral para el desarrollo de la ciencia en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, trazada desde la Presidencia de la República, se contempló fortalecer lo relacionado con el manejo y la conservación de la RB Seaflower. En este sentido la Mesa de Trabajo Nacional (MTN) Seaflower, liderada por la CCO, ha enfocado sus esfuerzos en fortalecer la gestión de conocimiento de la Reserva. Para este propósito organizó la *Expedición Científica Seaflower 2014*, la cual tuvo lugar entre el 21 de marzo y el 25 de abril en el marco de un proceso interinstitucional dirigido por la CCO, la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC Colombia) y el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH) de la Dirección General Marítima (Dimar).

Al regreso de la Expedición se nota con mayor fuerza que el país afronta varios desafíos entre los que se destacan: la necesidad de continuar con la generación sistemática de conocimiento en esta área que refuerce el compromiso ejecutivo frente a Seaflower; el afianzamiento de conciencia marítima que le permita al país seguir avanzando en el desarrollo sostenible usando sus mares y costas; el fortalecimiento de las líneas de investigación ya existentes, y la consolidación de nuevos frentes de trabajo científico. En este sentido la Pnoec (CCO, 2007) es una carta de navegación que permite contar con herramientas para el alcance de estas metas.

A continuación se detallan las actividades realizadas durante las dos fases de la Expedición, en la cual participaron 19 investigadores en representación de universidades, entidades gubernamentales, ONG, institutos científicos y empresa privada, que dedicaron esfuerzos orientados a enriquecer el conocimiento científico de la RB.



ARC Providencia desde el aire.
Foto: Canal Clima.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

4.1 Antecedentes

Con el apoyo de las instituciones de la MTN Seaflower, la Secretaría Ejecutiva de la CCO coordinó la recopilación de la información mediante la convocatoria a instituciones que hubiesen realizado algún tipo de estudio relacionado con el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. La clasificación de la información se realizó teniendo en cuenta las líneas de investigación del PNCTM de Colciencias.

De acuerdo con la información proporcionada se determinaron las áreas del conocimiento más y menos desarrolladas; también se analizaron los sectores del Archipiélago que más se han estudiado, de acuerdo al número de proyectos registrados y la temporalidad de los mismos. El 18 de septiembre de 2013 el Presidente de la República anunció la Expedición, manifestando que además de estudios oceanográficos se harían ejercicios de

telemetría satelital, prospección pesquera, acústica de tiburones y de mamíferos marinos como apoyo a las acciones enmarcadas en la Comisión Ballenera Internacional.

Durante la organización de la Expedición, SECCO, APC-Colombia y Dimar-CIOH trabajaron en la coordinación y articulación de los esfuerzos de las diferentes entidades públicas y privadas que hicieron parte del proceso. El 17 de enero de 2014 se reunió la MTN Seaflower con el propósito de seleccionar los proyectos que mejor se adecuaban a las condiciones del crucero oceanográfico y a las prioridades de investigación en el área de la RB Seaflower, y analizar los requerimientos logísticos, técnicos y financieros de la Expedición Científica. Como resultado de la reunión se determinaron las actividades científicas a llevar a cabo, la integración del equipo de investigadores, el área de estudio, la sinergia de esfuerzos durante el crucero y su articulación con programas y proyectos institucionales.



Figura 21. Arrecifes de coral en la Reserva de Biosfera Seaflower. Foto de Andrés Talero.

4.2 Bitácora del Crucero

El 17 de marzo de 2014 zarpó de Cartagena de Indias rumbo a la isla de San Andrés el buque oceanográfico de Dimar ARC “Providencia”, llevando a bordo personal científico del CIOH y funcionarios de Parques Nacionales Naturales de Colombia. El buque arribó a la Isla el 19 de marzo y el 20 de marzo se embarcaron los investigadores de las demás organizaciones participantes, así como los equipos necesarios para el trabajo a efectuar. Este mismo día zarpó expedición científica, en horas de la noche.

En cada una de las islas se permaneció por espacio de tres días fondeados, para que las

instituciones participantes llevaran a cabo las actividades planeadas. Así, a Roncador se arribó el día 23 de marzo y se realizaron actividades de buceo hasta el 25 de marzo. El 25 de marzo, en horas de la noche, el buque partió hacia la isla de San Andrés, para aprovisionarse de víveres. A Quitasueño se arribó el 30 de marzo, donde el buque fondeó durante dos días en la zona norte y dos días en la zona sur para realizar los trabajos de investigación pertinentes. A Serrana se arribó el 4 de abril y se zarpó el 6 de abril en la noche. La primera fase de la expedición científica terminó el 8 de abril de 2014.



Figura 22. Equipo de trabajo primera fase de la Expedición Científica Seaflower y buque de investigación ARC “Providencia”. (Fotos: ARC “Providencia” y Canal Clima).

La segunda fase de la Expedición inició el 11 de abril a las 9:00 a.m., zarpando desde la isla de San Andrés para realizar actividades en las islas cayos de Roncador, Quitasueño Sur y Quitasueño Norte,

Serrana, Serranilla y Bajo Nuevo. En cada uno de los sitios los investigadores permanecieron dos días efectuando actividades de campo y documentación fotográfica y de video.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

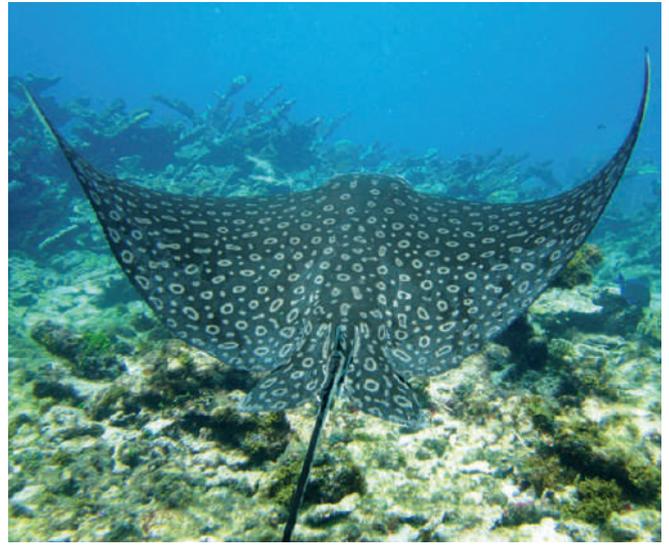


Figura 23. (Izq): avifauna (*Leucophaeus atricilla*) en la RB Seaflower. (Der): Biodiversidad en Seaflower.
(Fotos: Érika Ortiz, Fundación Omacha; Nacor Bolaños, Coralina, Fernando Mancera).

Para el componente de Oceanografía Física, Química y Biológica, así como calidad de agua, se tomaron muestras de agua y se llevaron a cabo arrastres de las mallas mientras la luz del día lo permitió. Del mismo modo, se tomaron datos de temperatura superficial y pH, así como de transparencia con el disco Secchi. En las primeras

estaciones con profundidad menor a 1000 m se tomaron muestras del fondo con una draga Shipeck. Se realizaron 30 perfiles de temperatura y salinidad a una profundidad máxima de 1000 m. El regreso a la San Andrés desde cayo Serrana tuvo lugar el 23 de abril en la noche.



Figura 24. (Izq) Arrastre de mallas para monitoreo de comunidades planctónicas. (Der) Actividades preparatorias para el lanzamiento de CTD. (Fotos: Dimar-CIOH).

4.3 La Actividad Científica

4.3.1 El rol de la CCO en la investigación

Durante toda su historia la CCO ha sido un actor clave en la investigación marina en el país y la región (CCO- MAVDT, 2009):

En 1968 los miembros de la Cuenca del Caribe evidenciaron la necesidad de desarrollar las Ciencias del Mar en la región, y conscientes de que la cooperación regional era la forma más efectiva de lograr ese propósito, pidieron a la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) apoyar y coordinar el desarrollo de un programa de investigación científica marina al que se denominó Programa de Investigaciones Cooperativas del Caribe y Regiones Adyacentes (Cicar). Siete años más tarde este programa dio origen a la Subcomisión de la COI para el Caribe, IOCaribe.

Para la coordinación interinstitucional se creó la Comisión Colombiana de Oceanografía

como organismo de coordinación que integró a las entidades públicas con competencia en el mar y a las privadas con intereses en el mismo, y cuya misión fuese coordinar el esfuerzo nacional en asuntos oceanográficos y sus diferentes disciplinas científicas, con el propósito de integrarlas a los programas de desarrollo del país y los de cooperación internacional que el Gobierno Nacional estime adecuados.

Durante este proceso coyuntural también se creó la Facultad de Oceanografía Física en la Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, para contar con personal capacitado en esta ciencia multidisciplinaria. Esta gestión complementó lo iniciado por la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano con su programa en Biología Marina.

El país adquirió el buque ARC “San Andrés”, primera plataforma de investigación oceanográfica, en el que los primeros investigadores marinos nacionales realizaron gran cantidad de cruceros oceanográficos, en el marco de los programas

■ Expedición Científica Seaflower 2014

proyectados a largo plazo que permitieron la toma de innumerables datos oceanográficos de gran valor científico.

A continuación se mencionan los principales resultados de la CCO en el lapso 1969 a 1999.

En la década de los años 70 formuló el Programa Colombiano de Investigaciones Marinas para el Decenio Internacional de Exploración Oceánica y coordinó su ejecución. Complementó esta acción con el diseño del Sistema Colombiano de Investigaciones Marinas. En este contexto lideró al grupo de Estados Miembros de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), en la elaboración y presentación de la propuesta del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (Erfen) ante la VIII Asamblea General de la COI, igualmente fue coordinador nacional de ésta.

Su aporte fue fundamental en la formulación y ejecución del PDCTM 1980, cuyo resultado se presentó en el documento ‘Bases para el Inventario del Potencial Científico-Tecnológico Marino en Colombia’, trabajo útil en la formulación del Plan de Desarrollo de las Ciencias y Tecnologías del Mar en Colombia 1990-2000.

Desarrolló nueve seminarios nacionales y dos internacionales de Ciencias y Tecnologías del Mar, en los cuales se sentaron las bases para la creación, por parte de Colciencias de un Fondo Especial para el Desarrollo de las Ciencias y Tecnologías del Mar, y la adquisición de plataformas oceanográficas para contar con medios modernos de investigación en el mar.

Elaboración del ‘Perfil Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar en Colombia 1999’, documento primordial para conocer el estado del sector a finales de la década del noventa y proyectar su futuro.

4.3.2 Antecedentes de estudios y expediciones científicas interinstitucionales en la RB Seaflower

- **1984:** CIOH. Contribución al estudio oceanográfico químico del Archipiélago de San Andrés y Providencia.
- **1988:** CIOH. Estudio geomorfológico y sedimentológico del complejo carbonatado de las islas Providencia y Santa Catalina.
- **1988:** CIOH. Estudio oceanográfico del área insular y oceánica del Caribe colombiano-archipiélago de San Andrés y Providencia y cayos vecinos.
- **1993:** CIOH. Carta Batimétrica de las aguas económicas exclusivas de Colombia en la zona de San Andrés, Providencia y los cayos.
- **1996:** CIOH: Circulación de las aguas en Bajo Alicia y el sector de San Andrés Isla.
- **2001–2002:** Coralina & *The Ocean Conservancy*. Evaluación Rápida de Arrecifes (ERA). En Providencia, San Andrés, Bolívar y Albuquerque.
- **2003:** *The Ocean Conservancy*, Coralina y la Secretaría de Agricultura y Pesca de San Andrés Providencia y Santa Catalina (SPSC). Evaluación Rápida de Arrecifes (ERA) y censos de Caracol Pala (*Strombus gigas*). En Serrana, Roncador y Quitasueño.
- **2004:** CIOH. Aspectos oceanográficos de las aguas sobre la depresión Providencia.
- **2007:** Coralina, SPSC, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), UNAL sedes Caribe y Medellín. Censos caracol pala. En Bolívar, Albuquerque, San Andrés, Providencia, Quitasueño, Serrana, Roncador.

- **2007:** Coralina. Impactos en los arrecifes de coral ocasionados por el huracán Beta en la plataforma insular de *Old Providence* y Santa Catalina.
- **2008–2009:** Coralina y SPSC. Evaluación Rápida de Arrecifes, Censos de abundancia de Caracol Pala. En Bolívar, Albuquerque, San Andrés y Providencia.
- **2009:** Coralina, SPSC, ICA, UNAL sede Medellín (apoyados por Colciencias) y la comunidad de pescadores artesanales. Observaciones de abundancia de caracol pala y langosta espinosa. En Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo.
- **2010:** Coralina y SPSC. Censos de abundancia y distribución de Caracol Pala, ERA, observaciones sobre abundancia de langosta espinosa y primeras observaciones de las comunidades coralinas, íctica, macroinvertebrados, tortugas, plancton, aves, mamíferos marinos y tortugas. En Serrana, Roncador, Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo.
- **2012:** Fundación *Kaled Sultan Bin Living Oceans*, Coralina, SPSC, pescadores artesanales, MADS, Dimar. *Global Reef Expedition* (AGRRA y REEF), censos de abundancia y distribución de caracol pala, observaciones de tortugas, aves y mamíferos marinos. En Serranilla, Bajo Alicia y Bajo Nuevo.
- **2012:** UNAL Sede Caribe, Coralina, Secretaría de Agricultura y Pesca SPSC. Evaluación y observaciones de macroalgas, corales, peces, Caracol Pala, plancton entre otros. En: Serrana, Roncador, Quitasueño.

Asimismo, Dimar-CIOH ha llevado a cabo cruceros de investigación durante casi cuatro décadas. En este sentido la investigación científica en el área ha estado presente desde antes de su declaración como Reserva de Biósfera ofreciendo

un valioso registro de actividades y conocimiento generado.

La CCO, en su labor de asesoría al Gobierno Nacional en temas de mares y costas (CCO, 2007), actuó como ente de planificación y coordinación en todas las fases de la Expedición. El Dimar-CIOH efectuó la planeación y ejecución del crucero de investigación, integrando las necesidades científicas propias como del resto de instituciones a bordo, para lo cual fue preparado el buque oceanográfico ARC “Providencia”.

APC Colombia acompañó los esfuerzos del Estado desde la perspectiva de la cooperación internacional, teniendo en cuenta no solamente el potencial en ámbitos multilaterales como la Unesco, sino también las oportunidades que la RB genera con la comunidad científica internacional. Los institutos de investigación, universidades y ONG aportaron su experiencia como actores generadores de conocimiento, herramienta necesaria para la toma de decisiones que conduzcan al desarrollo sostenible de Seaflower. Las entidades del orden territorial trabajaron articuladamente con el propósito de encaminar las acciones hacia una apropiación del territorio, redundando en el beneficio de la comunidad y el sistema natural. La vinculación de la empresa privada a esta Expedición representó el interés del sector privado por apoyar las acciones que favorezcan el conocimiento y uso sostenible de los mares nacionales. Todas estas acciones interinstitucionales contribuyen a fortalecer la actividad de Colombia en el Gran Caribe, como actor interesado en la conservación y sostenibilidad de la cuenca.

4.4 Logros Alcanzados

4.4.1 APC-Colombia, CCO, Dimar-CIOH

■ Expedición Científica Seaflower 2014

Logros alcanzados:

- Coordinación y liderazgo durante todo el proceso de planificación, ejecución y evaluación de la Expedición Científica Seaflower.
- Alineación de los objetivos de la Expedición con las necesidades e intereses nacionales.



Figura 25. Reunión de la MTN Seaflower donde se ultimaron los detalles de la Expedición.

Resumen ejecutivo:

APC Colombia, DIMAR-CIOH y CCO trabajaron de manera conjunta durante todo el proceso de la Expedición. Esta iniciativa presidencial fue acogida desde la competencia de la MTN Seaflower, fortaleciendo el conocimiento de la RB Seaflower. Los esfuerzos realizados en la Expedición Seaflower 2014 se hicieron desde los siguientes ámbitos:

Preparación de la Expedición. Establecimiento de los objetivos, coordinación de reuniones

preoperativas, documentos e información enviada, y aspectos logísticos, técnicos y financieros necesarios.

Comunicaciones. Adecuación de medios utilizados, seguimiento a la frecuencia de comunicaciones y tiempo de respuesta. Preparación de documentos haciendo relevancia en la claridad en la información.

Zona de estudio. El Dimar-CIOH coordinó con los grupos de investigación y las instituciones participantes el itinerario y definición de estaciones

oceanográficas ubicadas en Seaflower, así como los tiempos de permanencia en cada una de las islas. De esta forma se integraron las necesidades científicas de los proyectos de investigación al crucero de investigación y a las capacidades del buque.

Aspectos logísticos. La ejecución de la Expedición exigió el alistamiento y traslado de equipos, asignación de cupos para las instituciones e investigadores de los proyectos aprobados. Las limitaciones de espacio abordo para la cantidad de investigadores involucrados conllevó a la adecuación de espacios, readecuando algunos camarotes para científicos. Los equipos fueron en su mayoría recopilados abordo antes del zarpe y en algunos casos esto fue posible gracias a la cooperación de vuelos de apoyo por parte de la Armada Nacional (ARC).

Componente seguridad. De acuerdo con los protocolos de seguridad, durante la fase de alistamiento el CIOH informó a los investigadores participantes las medidas de seguridad que debían ser contempladas a bordo, lo cual fue reforzado mediante la aplicación de estas normas y ejercicios con la tripulación del buque.

Aspectos Post-Expedición. Acompañamiento a los productos en elaboración, intercambio de información y proyección de estrategias de generación de conocimiento en la RB Seaflower.

4.4.2 Dimar-CIOH

Línea de Investigación. ‘Oceanografía Física y Biológica, Calidad de Agua y Sedimentología’.

Logros alcanzados

Contribución al conocimiento de la RB a través de la recolección de información de línea base en Oceanografía Física y Biológica, Calidad de Agua y Sedimentología de la región de los cayos de Serrana, Roncador y Quitasueño. Esta información analizada contribuirá a conocer la dinámica oceanográfica; así como la construcción de una línea de base sobre la química marina y calidad ambiental del cuerpo de agua.

Dimar-CIOH efectuó la planeación y logística del crucero de investigación. La ejecución del crucero contó con el soporte logístico y operativo del buque ARC “Providencia”, logrando de esta forma que los proyectos de investigación alcanzaran los objetivos propuestos en cuanto a la recolección de información.

El fondeo de tres sensores de nivel del mar y los datos que serán obtenidos aportarán información básica para los proyectos de investigación en ejecución en el CIOH, relacionados con la plataforma continental y el territorio marítimo nacional.

■ Expedición Científica Seaflower 2014



Figura 26. Instalación de mareógrafo en la isla de Quitasueño. (Foto: Dimar-CIOH).

Resumen ejecutivo

Como parte de la campaña para levantar la información de línea base de los cayos del Norte se realizó una primera fase en la zona comprendida entre los cayos de Serrana, Roncador y Quitasueño. Se tomaron muestras de agua para análisis de calidad de agua, muestras superficiales del fondo marino para análisis sedimentológico y mediciones de variables oceanográficas. En esta misma plataforma los investigadores de las instituciones participantes hicieron los muestreos requeridos para cumplir sus objetivos.

Durante la Expedición se cubrió un área rectangular alrededor de los cayos de Serrana,

Roncador y Quitasueño, en una malla de muestreo oceanográfica con 30 estaciones espaciadas uniformemente. En cada banco se fondeo el buque con estancias de tres días en Roncador y Serrana, y cuatro días en Quitasueño, para dar lugar a la totalidad de los muestreos. Adicionalmente, se utilizaron dos embarcaciones auxiliares para operaciones de buceo autónomo y desplazamiento a los cayos.

Oceanografía y Meteorología

En cada una de las estaciones oceanográficas definidas en la malla de muestreo se tomaron perfiles de temperatura y salinidad a una

profundidad máxima de 1000 m en las estaciones donde la batimetría lo permitía. El instrumento utilizado fue un CTDO modelo SBE-19 V2. Por otro lado, se midieron perfiles de corriente utilizando un ADCP RDI Instruments. Para los datos

meteorológicos se monitorearon las variables meteorológicas de temperatura ambiente, humedad relativa, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, dirección, altura y período de la ola, y cobertura nubosa.

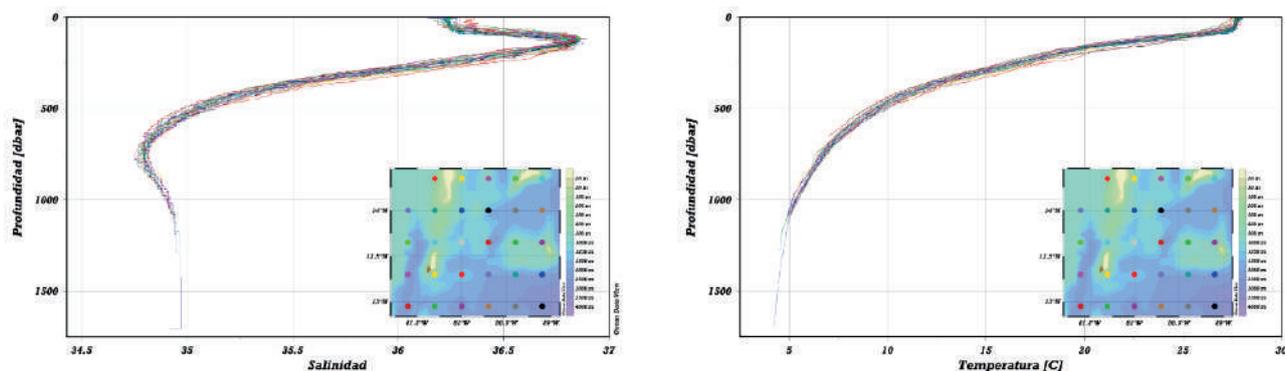


Figura 27. Perfiles verticales de salinidad (Izq) y temperatura (Der) obtenidos por Dimar-CIOH en las estaciones oceanográficas de la Expedición Científica Seaflower. (Imagen: Dimar-CIOH).

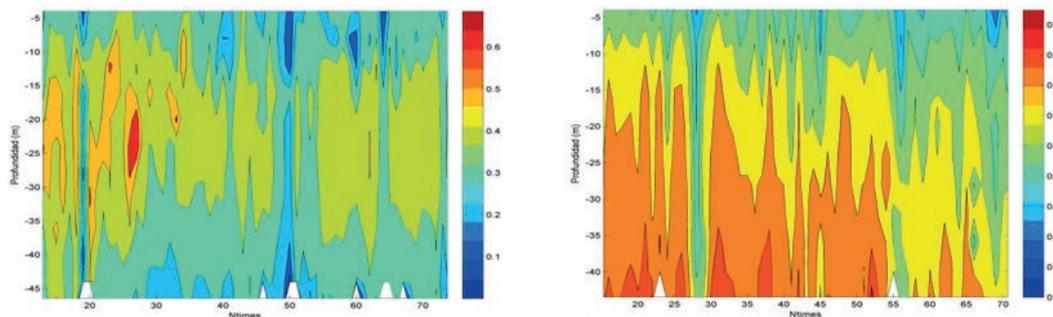


Figura 28. Serie de tiempo del perfil vertical de corriente en las estaciones 23 y 24. (Imagen: Dimar-CIOH).

Calidad de aguas

Para evaluar la calidad del agua se tomaron muestras de agua superficial y sedimento para monitorear parámetros biológicos como clorofila, bentos, fitoplancton y zooplancton; así como fisicoquímicos: nutrientes, sólidos suspendidos

totales (SST), hidrocarburos alifáticos (HAP), pH, temperatura superficial del mar (TSM). El monitoreo de estos parámetros se realizó en horas luz (08:00 a 16:00) al igual que el registro de transparencia de la columna de agua. No obstante, la TSM y el pH se registraron en todas las estaciones.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

4.4.3 UNAL y Coralina

Línea de investigación: ‘Ictiofauna arrecifal: abundancia y riqueza de especies con interés ecológico y económico’.

Logros alcanzados:

- Contribución al conocimiento de la ictiofauna arrecifal de importancia ecológica y comercial en la RB Seaflower.
- Caza de control de especies invasoras en Seaflower, como es el caso del pez león.

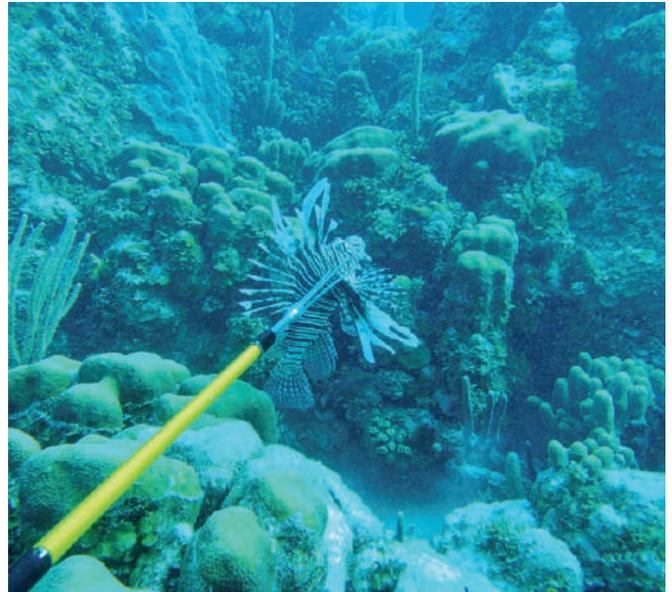


Figura 29. Avistamiento y caza de control de pez león.
(Fotos: (Izq) Sandra Bessudo y (Der) Nacor Bolaños).

Resumen ejecutivo:

En 2014, en el marco de la Expedición Seaflower, liderada por APC, CCO y CIOH, el Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia sede Caribe, Arturo Acero P., y el Biólogo Nacor Bolaños Cubillos, funcionario de Coralina, realizaron los monitoreos del componente íctico (peces) logrando entre otros objetivos realizar un listado de peces en los complejos arrecifales de los cayos de Quitasueño, Serrana y Roncador; en los cuales se identificaron 190 especies de peces en un total de 35 estaciones de buceo en las tres islas.

La mayor riqueza íctica fue detectada en Quitasueño (150 especies), seguida por Serrana (134 especies) y Roncador (130 especies). Se adicionaron dos nuevos registros a la ictiofauna del Departamento Archipiélago y 16 nuevos récords para los cayos del norte (Fig. 30) y se removieron los peces león detectados en los tres bancos, por ser una especie invasora que genera impactos negativos en el Gran Caribe. Del mismo modo se evidenció una baja talla y escasa presencia de especies con interés comercial como pargos, meros y peces loro, lo cual puede indicar sobrepesca y/o pesca no sostenible de los recursos. Esta información aportó

al conocimiento que se tiene sobre los peces del Archipiélago, los cuales ascienden a 653 especies de peces pertenecientes a 121 familias y destacan a

la RB Seaflower como un importante reservorio de biodiversidad en el Gran Caribe (Bolaños et al., 2015; Lasso et al., 2015)

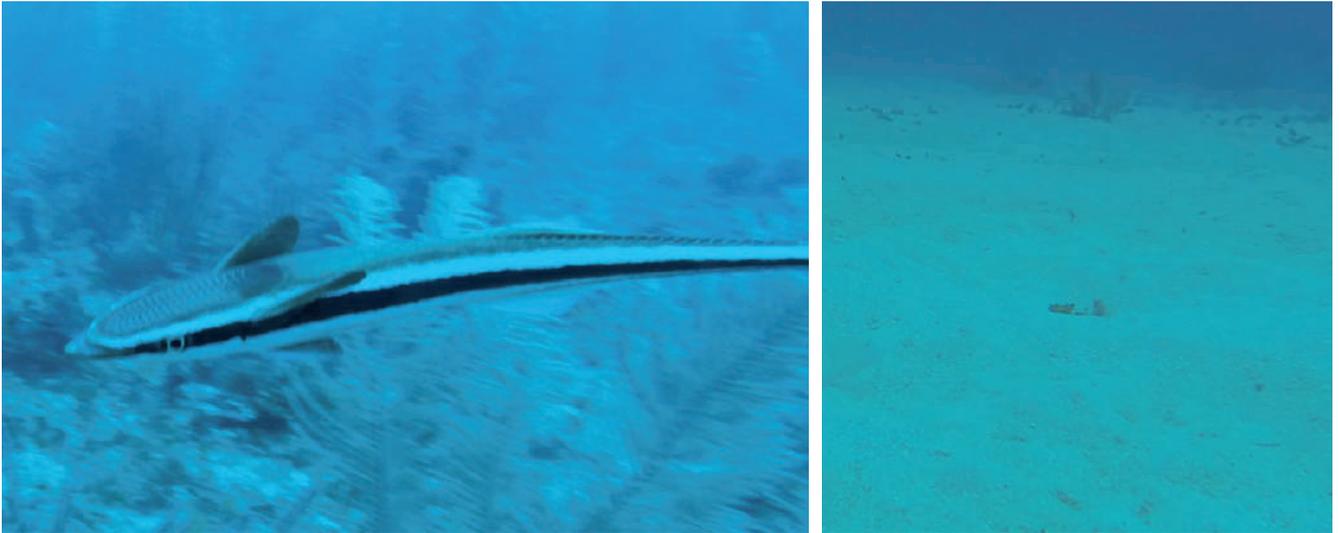


Figura 30. Durante la Expedición Seaflower se lograron 16 nuevos registros de peces para los cayos del norte del Departamento Archipiélago. (Izq) *Echeneis neucratoides*. (Der) *Xyrichthys novacula*. (Fotos: Nacor Bolaños).

4.4.4 Fundación Omacha

Línea de investigación: ‘Conservación de especies’.

Logros alcanzados:

- Avances en el conocimiento de los mamíferos marinos en la RB Seaflower como parte del estudio de la distribución y migración de este grupo.
- Aporte al conocimiento de la avifauna marina de la RB como contribución al estudio de la conectividad de esta área con el Gran Caribe y el mundo.

Resumen ejecutivo:

La Fundación Omacha como participe en esta expedición buscaba ampliar el conocimiento actual de mamíferos marinos en Seaflower, de donde se tienen pocos registros por ser latitudes poco conocidas y visitadas. Durante la fase II del crucero, realizada del 11 al 28 de abril de 2014, se visitaron los cayos Roncador, Bajo Nuevo, Serranilla, Quitasueño, Serrana y la isla de Providencia. En representación de la Fundación Omacha se embarcó un observador de fauna marina, quien realizó observaciones permanentes durante las horas día (6:00am – 6:00pm), con el fin de labores permanentes durante las horas del día (6:00 a.m. a

■ Expedición Científica Seaflower 2014



Figura 31. Individuos de *Stenella frontalis* observados en el área. (Foto: Érika Ortíz, Fundación Omacha).

6:00 p.m.), con la finalidad de detectar la presencia de mamíferos marinos alrededor de la embarcación. Para ello se cumplían turnos de tres o cuatro horas, generalmente desde el puente de mando o sus pasillos aledaños usando una cámara fotográfica profesional Nikon D5100 con lente 70-300 mm y unos binoculares Ecotone 10x40 mm.

Resultado de esta labor fueron registrados grupos de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en Bajo Nuevo, Quitasueño norte y Serrana; mientras que los encuentros con delfines moteados Pantropicales (*Stenella attenuata*) se dieron en el trayecto rumbo a Bajo Nuevo y llegando a la isla de San Andrés. El tamaño de los grupos varió de 2 a más o menos 20 individuos, y en algunos de ellos se observaron crías. En general, los grupos mostraron comportamientos de nado rápido, *bowriding* y saltos totales o parciales.

Se colectaron datos de algunas aves marinas y migratorias que se encuentran en proceso de identificación. Hasta el momento se tienen las

siguientes especies: piquero café (*Sula leucogaster*), garza real (*Casmerodius albus*), garza patiamarilla (*Egretta thula*), garcita bueyera (*Bubulcus ibis*), gaviotín real (*Thalasseus maximus*), gaviotín de Cabot (*T. acutiflavides*) y vuelvepiedrasrojizo (*Arenaria interpres*). Dentro del grupo de las migratorias se encuentran algunas especies representantes de la familia Tyrannidae y Parulidae. Cabe resaltar que la información obtenida aporta al conocimiento de estas especies, además la realización periódica de esta Expedición brindaría la oportunidad de realizar observaciones que permitan a futuro determinar si estos grupos son residentes o usan estos cayos como zonas de paso, alimentación o reproducción, datos de importancia para lograr la conservación de los mismos.

4.4.5 APC-Colombia y Fundación Malpelo

Línea de investigación: ‘Registro y documentación de peces pelágicos, tiburones,

rayas, tortugas marinas, telemetría satelital y acústica’.

Logros alcanzados:

- Primer acercamiento al monitoreo de elasmobranquios en la RB Seaflower como parte del

estudio de este grupo al ser parte importante en la cadena trófica marina.

- Avances en el estudio del impacto del recurso íctico por parte de la presencia y distribución de especies de elasmobranquios en el área.



Figura 32. (Izq) Tiburón nodriza (*Ginglygostoma cirratum*). (Der) Raya guitarra (*Rhinobatos lentiginosus*). (Fotos: Sandra Bessudo).

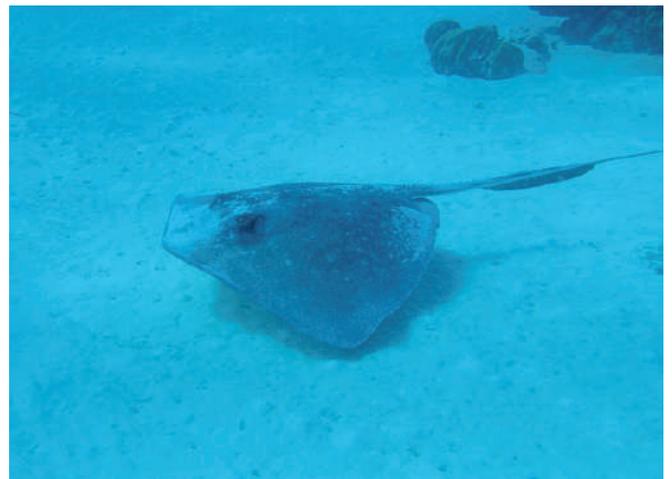


Figura 33. (Izq) *Urobatis jamaicensis*. (Der) *Dasyatis americana*. (Fotos: Nacor Bolaños, Coralina).

■ Expedición Científica Seaflower 2014

Resumen ejecutivo:

La participación de la Fundación Malpelo y Otros Ecosistema Marinos en la Expedición Seaflower 2014 contribuye a la generación de información temática actualizada dentro del componente de peces pelágicos. Desde 1999 realiza censos visuales para establecer abundancias relativas de tiburones, rayas y especies de peces óseos pelágicos. Este grupo tiene una gran importancia en el equilibrio del ecosistema por estar conformado por especies herbívoras y carnívoras, estableciendo así un enlace clave en la transferencia de energía dentro del ecosistema. Durante la Expedición se realizaron 25 inmersiones en cinco cayos (Roncador, Bajo Nuevo, Quitasueño, Serranilla y Serrana), para un total de 2221 minutos de inmersiones, con un promedio por inmersión de 88 minutos. En éstas se registraron 3 especies de tiburones, 2 especies de tortugas marinas y 4 especies de rayas.

Inicialmente, la Fundación Malpelo planteó la posibilidad de realizar marcaje de tiburones utilizando telemetría satelital. Este componente no fue posible ya que la especie de tiburón más abundante en el área es el tiburón gato o nodriza (i.e. *Ginglymostoma cirratum*), el cual pasa la mayor parte del tiempo en cuevas, por lo tanto es posible perder la marquilla y no recoger información significativa que contribuya al conocimiento bio-ecológico actual de la especie. Se utilizó carnada para atraer otras especies de tiburón, pero ningún individuo se acercó. Durante las inmersiones se observaron 2 individuos de tiburón gris (*Carcharhinus sp.*), pero no se acercaron y se observaron de lejos. Se hizo un

nuevo avistamiento de raya guitarra para aguas del Caribe colombiano, especie relativamente rara en el Departamento Archipiélago.

Con las imágenes de video y fotos se aprecia el estado del ecosistema y la abundancia de especies pelágicas. La información recopilada constituye un primer acercamiento hacia el estado de este grupo en el área, por lo tanto, al ser material inicial, sólo fue posible realizar análisis exploratorio y conclusiones preliminares. Estas observaciones constituyen material importante para empezar a establecer líneas base y sobre éste construir un plan de monitoreo con protocolos establecidos a largo plazo, que permitan establecer los efectos de las pesquerías en el área. Por tal motivo, se debe hacer esfuerzo por continuar con la obtención de datos para establecer una línea base para este grupo en el área y así detectar cambios a futuro.

4.4.6 Canal Clima

Línea de investigación: ‘Meteorología, documentación visual, biodiversidad marina y cambio climático’.

Logros alcanzados:

- Primeras grabaciones documentales en esta área de Seaflower con equipos de alta tecnología como ROV y drones para fines de investigación.
- Aportes al conocimiento de la biodiversidad marina en la RB Seaflower.



Figura 34. Faro en Quitasueño. (Foto: Canal Clima).

Resumen ejecutivo:

La participación de Canal Clima en la Expedición Seaflower 2014, en su calidad de empresa privada, patrocinó la participación de investigadores que pudieran dar un aporte a esta importante actividad, además de poner a disposición equipo de investigación de alta tecnología para la toma de datos, también contribuyó con la filmación de un cortometraje que resaltaré la importancia de este ecosistema y de todas las instituciones y universidades que hicieron parte de la Expedición.

Entre los equipos utilizados cabe resaltar un vehículo aéreo no tripulado (drone) y un vehículo submarino no tripulado (ROV) con cámaras de alta definición, con los cuales se registraron imágenes aéreas y del fondo, que fueron complementadas con un tema de investigación enfocado a dar un diagnóstico general del estado de las coberturas de los arrecifes y de los cayos con zonas emergidas.

Se realizó un *Rapid Assessment Program* (RAP) en varias zonas circundantes a los cayos Quitasueño, Serrana, Roncador y Serranilla, donde mediante cuadrantes y fotografía de alta resolución en un transecto de aproximadamente 30 m se tomaron datos sobre el estado del coral; éstos se complementan con la información de imágenes aéreas de los cayos para realizar un diagnóstico general, además de proponer medidas para la recuperación y protección de la RB. Su personal además apoyo la observación y censo visual de peces pelágicos realizada por la Fundación Malpelo.

4.4.7 Invemar

Línea de investigación: ‘Meteorología, documentación visual, biodiversidad marina y cambio climático’.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

Logros alcanzados:

- Actualización cartográfica de las unidades ecológicas de paisaje coralinas existentes en el área de estudio a escala 1:50000.
- Disminución de la incertidumbre temática y de los vacíos de información de las áreas coralinas.

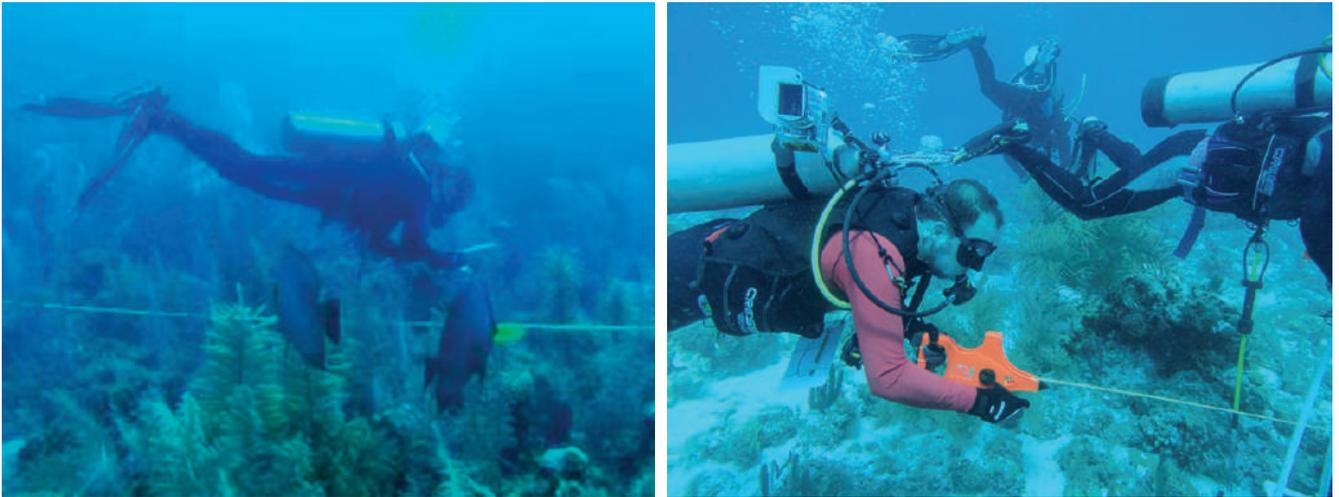


Figura 35. Estudio de ecosistemas bentónicos en el área.
(Fotos: Santiago Millán, Invemar; Nacor Bolaños, Coralina).

Resumen ejecutivo:

La participación del Invemar en la Expedición Seaflower 2014 contribuye al avance en la generación de información para actualizar la cartografía temática de las unidades ecológicas pertenecientes a los complejos arrecifales de Roncador, Quitasueño y Serrana. Información que hace parte del proceso de actualización del Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos a escala 1:100000, para el cual Invemar es la institución responsable de realizar la cartografía del área marina.

Se verificaron 48 sitios registrados en GPS como puntos-coordenadas o puntos de control,

en los cuales se tomaron fotografías del paisaje submarino y mediante observación visual se describió el paisaje circundante, determinando el grado de pendiente del fondo, el tipo de sustrato, la abundancia y cobertura de corales duros y de otros grupos funcionales como esponjas, macroalgas y octocorales. Con la información levantada se procedió a la interpretación de 3 imágenes de satélite ALOS-AVNIR2 de 2012 y 5 imágenes satelitales del sensor Landsat 8-OLI de 2013 y 2014, permitiendo la generación de polígonos para representar la ubicación y forma de los componentes biofísicos de los bancos coralinos. Para cada polígono generado se asignaron atributos bióticos y geomorfológicos provenientes de la cartografía temática existente y de la información levantada en campo para generar

dos productos vectoriales; una capa de unidades bióticas y una capa de unidades geomorfológicas. Las cuales han sido integradas para generar la cartografía de unidades ecológicas de cada complejo arrecifal a escala 1:50000.

Como resultado se generaron tres productos cartográficos preliminares, discriminando la información en 19 unidades bióticas, 10 unidades geomorfológicas y 41 unidades ecológicas de paisaje, abarcando en su totalidad aproximadamente 139151 ha. La actualización cartográfica contribuye a la disminución de la incertidumbre temática y vectorial de la cartografía existente y reduce un vacío de información de aproximadamente 40000 ha en el banco Quitasueño. A manera de conclusión y a partir del trabajo a la fecha logrado, debido a la gran extensión de los complejos arrecifales visitados, se evidencia la necesidad de aumentar el número de puntos de control o sitios a verificar,

pues es la única manera de contribuir a la reducción de la incertidumbre y de los vacíos de información.

4.4.8 UJTL–Sede Santa Marta

Línea de investigación: ‘Arrecifes coralinos’.

Logros alcanzados:

- Aportes al conocimiento de la composición y abundancia de los ensamblajes bentónicos (corales, macroalgas, esponjas) en la RB Seaflower, dado su significativo papel en el equilibrio ecosistémico, la protección costera, los ciclos biogeoquímicos, el recurso íctico, entre otros.
- Avance en el estudio de la ecología de ensamblajes bentónicos y su posible relación con afectaciones a nivel regional y global.



Figura 36. Fauna asociada a arrecifes coralinos e investigadores de la Expedición. (Fotos: Adolfo Sanjuan-Muñoz, UJTL – Sede Santa Marta; Nacor Bolaños, Coralina).

■ Expedición Científica Seaflower 2014

Resumen ejecutivo:

Para la caracterización de la composición y abundancia de los ensamblajes bentónicos (i.e. corales, macroalgas, esponjas, etc.) se usó el método de foto-transecto. Para esto se tomaron sistemáticamente fotografías con una cámara digital colocada dentro de un *housing* hasta cubrir toda el área del transecto de banda. Para cada toma fotográfica la cámara se situó sobre un armazón elaborado con tubos de PVC para proporcionar estabilidad y mantener una distancia fija del fondo. La base de este armazón fue un cuadrado de 0.25X0.25 m utilizado como área de referencia. Complementariamente se realizaron filmaciones de la formación arrecifal y algunos transectos que sirven para describir el sustrato y apoyar la identificación de los organismos. También se hizo una evaluación preliminar de la presencia y abundancia de la especie amenazada *Gorgonia ventalina*.

Se muestrearon 12 estaciones en Quitasueño, 10 en Roncador y 5 en Serrana. Los resultados preliminares indican la presencia de 20 especies coralinas con diferencias en las abundancias entre los arrecifes. Se pueden encontrar estaciones con abundancias relativas de corales superiores al 50 %, con un estado de salud bueno, y estaciones en las que hubo mortandad coralina y el sustrato ha sido cubierto por algas, con cabezas aisladas de corales con abundancias inferiores al 10 %. En general los corales presentan un buen estado de salud, ya que se registraron pocas enfermedades (lunares negros y banda amarilla, principalmente) y con una baja frecuencia en la mayoría de las formaciones.

La evaluación del abanico de mar *Gorgonia ventalina* dio como resultado que la especie se presenta en la mayoría de los ambientes (arrecifales, rocosos y arenosos) y a diversas profundidades (2-25 m). Asimismo, la abundancia puede ser superior

a 100 colonias/100 m² en algunas estaciones someras disminuyendo su abundancia a unos pocos individuos en estratos profundos. Estos resultados son alentadores teniendo en cuenta que esta especie sufrió una mortalidad masiva a finales de los años ochenta en todo el Caribe.

4.4.9 Pontificia Universidad Javeriana Cali

Líneas de investigación: ‘Ecología insular’ y ‘Ecología y conservación de ecosistemas marinos’.

Logros alcanzados:

- Aportes iniciales al conocimiento de la ecología y estado de conservación de la biodiversidad terrestre de las islas de la Reserva Seaflower.
- Avances en el estudio de la ecología de esponjas excavadoras-incrustantes en la Reserva Seaflower y su importancia en las dinámicas de acreción-erosión en el ecosistema arrecifal.

Resumen ejecutivo:

El presente informe contempla algunos aspectos sobre la ecología de las esponjas excavadoras-incrustantes del género *Cliona* presentes en los complejos coralinos de Quitasueño, Serrana y Roncador; y un componente de ecología insular con énfasis en las colonias de aves marinas de los cayos de Serrana y Roncador.

Para evaluar la estructura de los arrecifes coralinos y la presencia y abundancia de las esponjas excavadoras del género *Cliona*, se hicieron transectos de banda de 20X2 m, a diferentes profundidades y en diferentes unidades ecológicas de paisaje submarino (tipos de arrecife con diferentes tipos de cobertura). Para ello se desplegó sobre el sustrato

una cinta métrica de plástico y se hizo sobre esa cinta un video-transecto de cada arrecife visitado. Estos videos están siendo analizados para derivar de ellos la cobertura coralina y poderla relacionar con la cobertura y abundancia de las esponjas excavadoras. Para evaluar la abundancia, tamaño e interacciones de las esponjas excavadoras se registró una banda de 2 m de ancho por 20 m de largo (1 m a cada lado de la cinta métrica que sirvió como guía para los video-transectos). Durante el recorrido por esa banda se registró de forma minuciosa la presencia de cada esponja, su tamaño (usando un tubo de PVC

de 1 m de largo como guía) y las especies de coral con quienes interactuaba cada individuo de esponja (Fig. 37). A partir de estos datos se estimarán las coberturas bentónicas de los arrecifes visitados en los tres complejos coralinos, con énfasis en cobertura coralina viva y cobertura de esponjas, para obtener los datos de la ecología general de las esponjas excavadoras en esos arrecifes. La meta que persigue este componente es una evaluación general del estado de los arrecifes en términos de cobertura coralina con respecto a la presencia y densidad de esponjas excavadoras de coral.

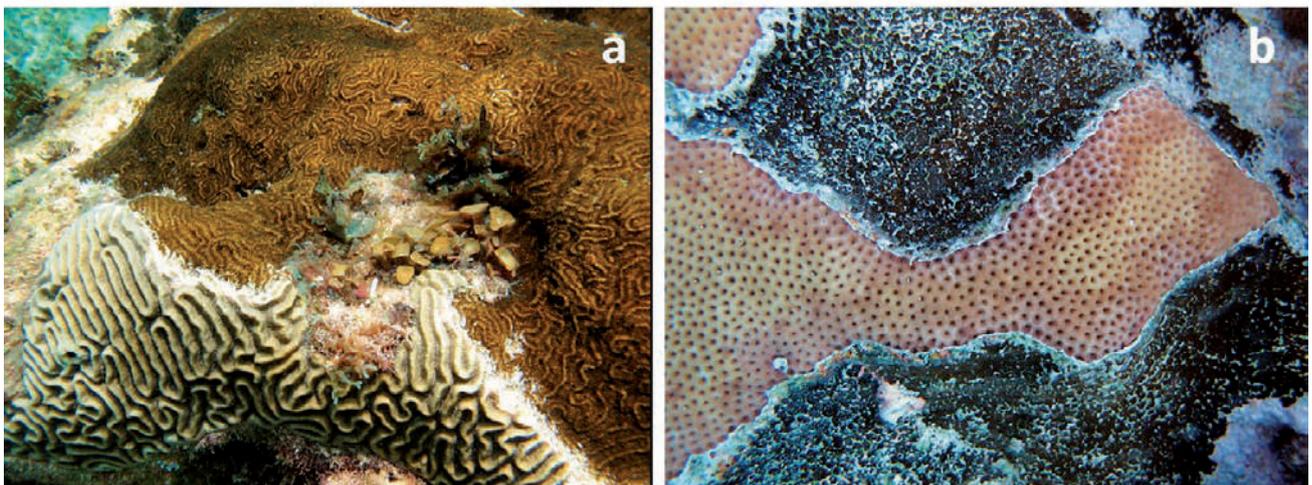


Figura 37. Interacción entre corales pétreos y esponjas excavadoras en los arrecifes de la Reserva Seaflower: a) Esponja excavadora *Cliona tenuis* socavando un coral cerebro. b) Esponja excavadora *Cliona aprica* socavando un coral masivo estrellado. (Fotos: Mateo López-Victoria, Pontificia Universidad Javeriana Cali).

Como resultados preliminares se registraron un total de cinco especies de esponjas excavadoras del género *Cliona*: *C. aprica*, *C. caribbaea*, *C. tenuis*, *C. varians* y *C. delitrix*. Todas las especies de esponjas fueron encontradas tanto en coral muerto (y en otras matrices de carbonatos) como en interacción directa con corales vivos (escleractíneos). Las principales especies de coral afectadas fueron:

Siderastrea siderea, *Orbicella annularis*, *O. faveolata*, *O. franksi*, *Montatraea cavernosa*, *Diploria strigosa*, *D. clivosa*, *D. labyrinthiformis*, *Acropora palmata*, *A. cervicornis*, *Agaricia agaricites*, *A. undata*, *Porites astreoides* y *P. porites*. Aunque los datos todavía están siendo analizados, al parecer hay una tendencia clara de mayor abundancia y mayores tamaños de las clionas en los arrecifes someros con

■ Expedición Científica Seaflower 2014

respecto a los profundos. Al margen de la presencia o no de esponjas excavadoras en los arrecifes visitados, es notorio que muchos de los arrecifes se encuentran en regular a mal estado, con coberturas

coralinas por debajo del 10 %, y es también claro que predominan extensas coberturas de algas y mucho sedimento (Fig. 38).

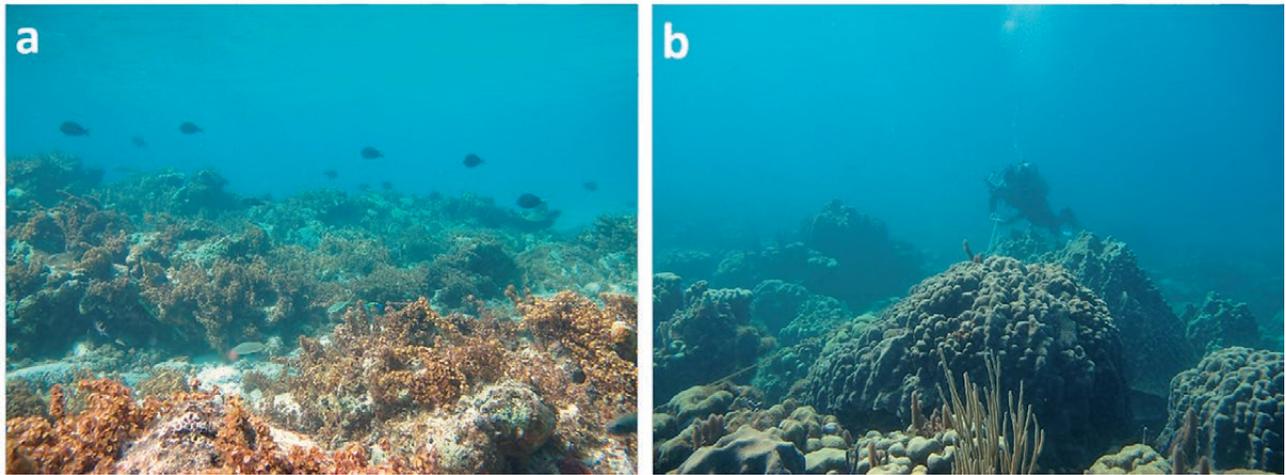


Figura 38. Panorámicas de arrecifes coralinos en los complejos coralinos de la Reserva Seaflower. a) Arrecife somero en Serrana, profusamente colonizado por algas. b) Arrecife somero en Roncador, con buena cobertura coralina. (Fotos: Mateo López-Victoria, Pontificia Universidad Javeriana Cali).

Para evaluar la presencia de aves en los cayos e islas y para evaluar el estado de las poblaciones de aves marinas residentes y reproductivamente activas se hicieron observaciones durante el día y la noche, rastreando las especies presentes en cada localidad, contando el número de individuos de cada especie y registrando el estado de actividad de anidación de cada colonia. Tanto las especies presentes, como el estado de la anidación fueron documentados con fotografías y videos.

En cuanto al componente de aves se encontró actividad de anidación en las colonias de piquero café (*Sula leucogaster*) (Fig 39), piquero enmascarado (*S.*

dactylatra), fragata común (*Fregata magnificens*), tiñosa común (*Anous stolidus*) y gaviotín sombrío (*Onychoprion fuscatus*), aunque hay otras especies cuya anidación está por confirmar. De lejos la colonia de anidación de mayor importancia por su gran tamaño fue la del gaviotín común en Serrana. Además de las especies de aves marinas en actividades reproductivas, se registraron al menos otras quince especies de aves, entre las que se cuentan aves marinas, playeras, de humedales y de interior, todas ellas en proceso de catalogación y confirmación a partir de observaciones de campo y registros fotográficos.



Figura 39. Colonias de aves marinas reproductivas presentes en los cayos de los complejos coralinos de Roncador y Serrana. a) colonia activa del piquero café en Serrana. b) Adulto de la tiñosa común en Serrana. (Fotos: Mateo López-Victoria, Pontificia Universidad Javeriana Cali).

Resultados

Imágenes y procesamiento para la identificación de coberturas y diversidad coralina. Con esta información se aporta al levantamiento de información relacionada con los ecosistemas coralinos en la zona. De este modo se aporta al estado y monitoreo de estos hábitats, permitiendo identificar posibles amenazas y crear estrategias a favor de la protección de los corales, clave en la preservación estructural de los complejos coralinos de la RB Seaflower.

Actualización del estado general de las colonias de aves marinas residentes y reproductivamente activas en los cayos de los complejos coralinos de la RB, con un listado actualizado de todas las especies de aves presentes.

4.4.10 Parques Nacionales Naturales

Línea de investigación: ‘Biodiversidad marina’.

Logros alcanzados:

- Primeros avances en el conocimiento de la conectividad genética de poblaciones *Cittarium pica* del área con las islas de San Andrés y Providencia.
- Conocer la variabilidad genética de los individuos de *Cittarium pica* en cayo Roncador y la conectividad genética con las poblaciones de San Andrés y Providencia, PNN Tayrona, PNN Old Providence, Cabo de la Vela, Isla Fuerte, Tierra Bomba, PNN Corales del Rosario y de San Bernardo, en el marco del proyecto ‘Las áreas marino-costeras como estrategia regional para la gestión y conservación del recurso pesquero en el litoral Caribe colombiano y Pacífico Sur, y el mejoramiento de las condiciones de vida de los pobladores locales’, financiado por Parques Nacionales Naturales y la Unión Europea.
- Nuevos reportes de especies presentes en el área de estudio de la RB Seaflower.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

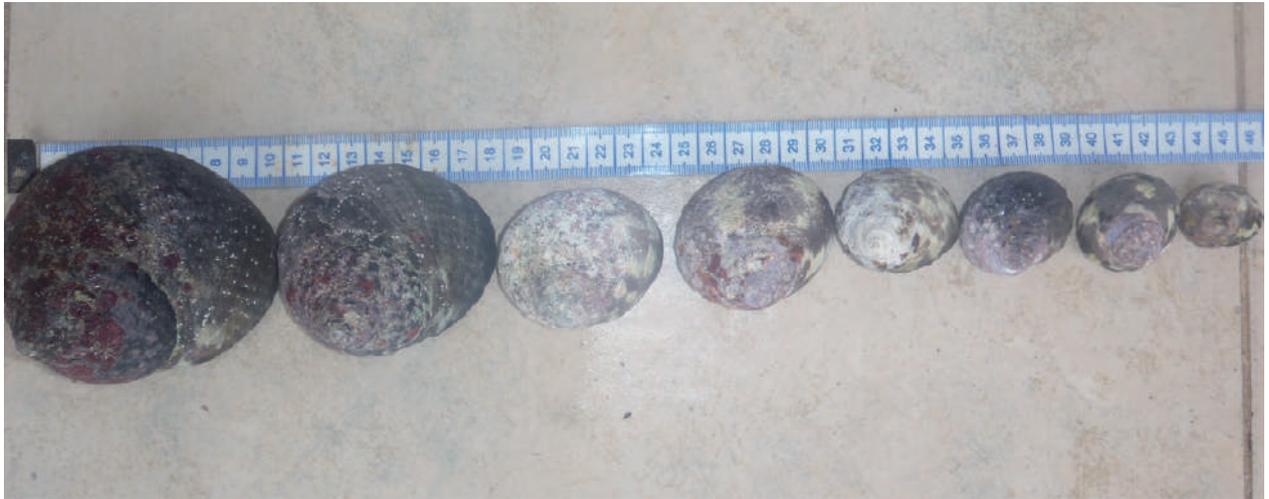


Figura 40. Individuos de *Cittarium pica* recolectados de diferentes tamaños. Foto: Parques Nacionales Naturales.

Resumen ejecutivo:

Durante la Expedición a la RB Seaflower se tomaron muestras de individuos de *Cittarium pica* recolectados manualmente por inspección visual, búsqueda activa en el litoral rocoso y careteo de las diferentes zonas de muestreo.

- Cayo Roncador: un muestreo nocturno.
- Cayo Serrana: dos muestreos nocturnos, uno crepuscular y uno diurno.



Figura 41. Búsqueda y recolección nocturna en litoral rocoso por investigadores de Parques Nacionales Naturales. Foto: Elizabeth Hernández, Parques Nacionales Naturales.



Figura 42. Muestreo diurno. (Foto: Parques Nacionales Naturales).

Muestreo en cayo Roncador

- Se realizó muestreo nocturno en el litoral rocoso y se encontraron 35 individuos diferentes.
- Se tomó una muestra del pie de cada animal y las muestras fueron colocadas en micro-tubos de 1.5 mL conteniendo 1000 μ L de etanol para la posterior extracción del ADN.
- El corte en el pie se realizó con ayuda de un alicate previamente lavado y esterilizado después de cada incisión, para evitar la contaminación cruzada de las muestras.
- Estas muestras fueron rotuladas de forma secuencial, indicando el número del individuo y la localidad de recolecta.
- Se mantuvo en un lugar fresco y seco hasta su posterior procesamiento en laboratorio.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

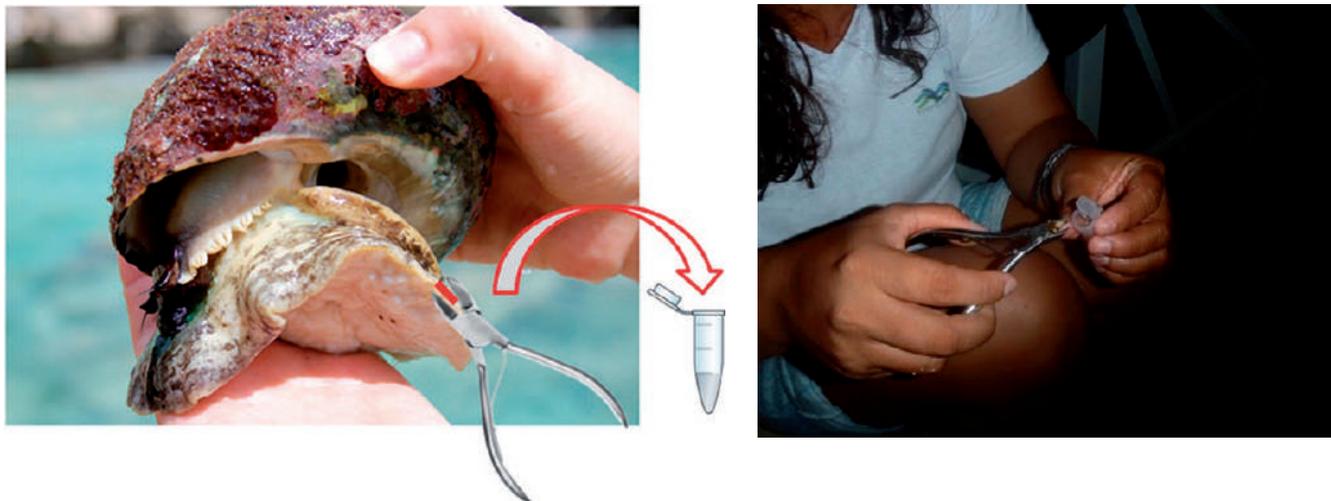


Figura 43. Recolección y conservación de muestra genética de caracol burgao (*Cittarium pica*).
(Foto: Parques Nacionales Naturales de Colombia).

En resumen, la población presenta una baja a moderada variabilidad genética siendo las muestras recolectadas de cayo Roncador las que expresaron la mejor condición genética de toda la población de *C. pica* en el Caribe colombiano.

Pese a lo anterior, esta población evidencia un alto grado de consanguinidad, lo que indica que existe una baja conectividad entre los diferentes sectores muestreados. En este aspecto nuevamente se destaca el sector de cayo Roncador con los valores más bajos para este índice, evidenciando el buen estado genético de esta localidad.

Es incuestionable la importancia de los cayos en la conservación de *Cittarium pica*, ya que fue en cayo Roncador donde se encontró la mejor información genética y/o mejor estado genético de la población en todo el Caribe colombiano. Esta información resulta útil al momento de considerar

estas zonas como reservorios genéticos e intangibles para la conservación de especies en el Caribe colombiano.

Las actividades propuestas por Parques Nacionales Naturales de Colombia también se enfocaron en un trabajo conjunto con la Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y Coralina. Se contribuyó en la evaluación de abundancia y distribución del caracol pala (*Eustrombus gigas*). Se logró aportar en la caracterización de los hábitats naturales del caracol pala, incluyendo el primer registro de parches de pastos marinos de las especies *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* para los cayos del norte, en el sector de Quitasueño. Adicionalmente, se aportó al conocimiento de los invertebrados marinos y semiterrestres de la RB, con lo cual se incrementa el número de grupos como crustáceos, moluscos y medusas del área.



Figura 44. Monitoreo en el área de estudio. Foto: Hugo Aguirre, Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

En conjunto con Coralina se realizó la primera expedición para el conocimiento de la fauna anquihalina que dio como resultado el reporte de una especie de pez de la familia Eleotridae, Mysidaceos, Amphipodos; camarones del género *Macrobrachium* y otros carideos estigobios desconocidos en el país hasta la fecha.

4.4.11 Secretaría de Agricultura y Pesca, Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Línea de investigación: ‘Recursos estratégicos clave’.

Logros alcanzados:

- Aportes al estado poblacional del caracol pala (*Strombus gigas*) como parte del estudio de recursos estratégicos en la RB Seaflower.
- Avances en el conocimiento de hábitats de especies clave en la Seaflower y su relación con la seguridad alimenticia de la población.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

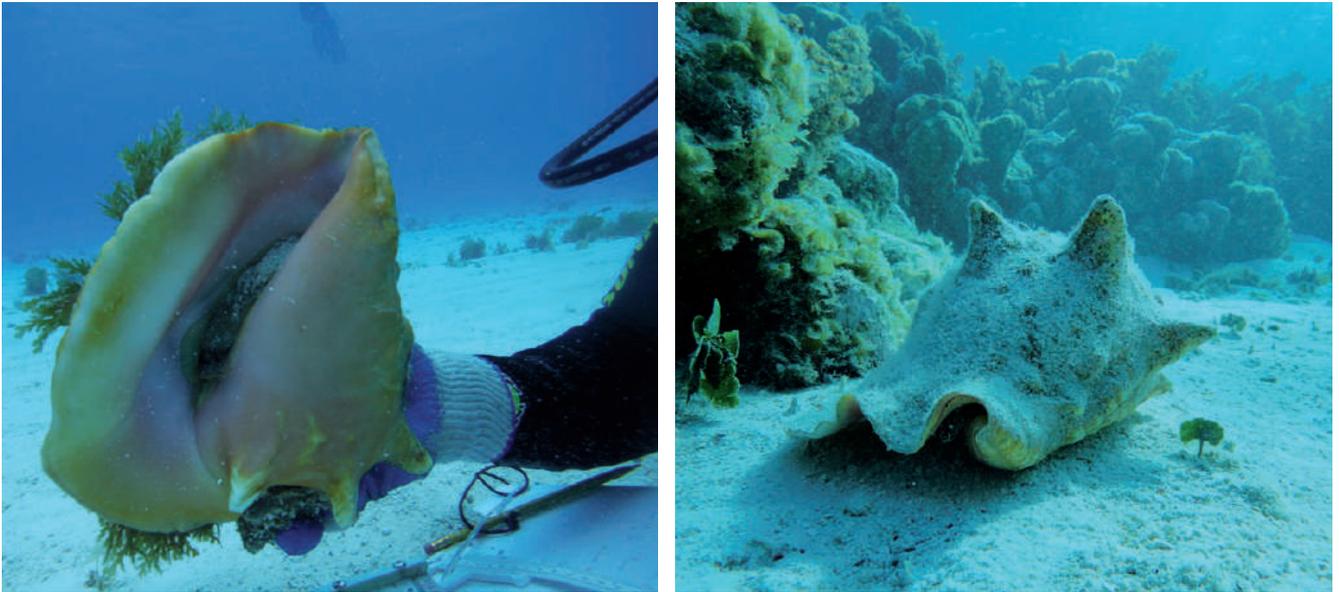


Figura 45. Individuos adultos de caracol pala. (Fotos: Secretaría de Agricultura y Pesca, y Nacor Bolaños, Coralina).

Resumen ejecutivo:

En el marco de la Expedición Seaflower la Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento con el apoyo de Parques nacionales Naturales y Coralina realizaron, mediante evaluaciones visuales con buceo autónomo a lo largo de transeptos de banda, monitoreos de distribución y abundancia de las poblaciones de *Strombus gigas* en tres bancos (Roncador, Quitasueño y Serrana) que componen el sector norte del área marina protegida Seaflower, Caribe insular colombiano. En Roncador se monitorearon en total 27 estaciones (100 % de lo estimado), en Quitasueño 30 estaciones (46 % de lo estimado) y en Serrana 7 estaciones (el 17 % de lo estimado). A partir de los datos obtenidos *in situ* se

estimaré la densidad poblacional de dicha especie en cada banco, por categoría (adulto, juvenil).

Esto permitió contribuir a la caracterización de los hábitats naturales del caracol pala, incluyendo el primer registro de parches de pastos marinos de las especies *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* para los cayos del norte, en el sector de Quitasueño y de *Thalassia filiforme* para Serrana (Fig. 46). Igualmente, se contribuyó en la actualización del listado de las especies de peces marinos por parte de la UNAL y Coralina, aportando al conocimiento de los invertebrados marinos y semiterrestres de la RB, con lo cual se incrementa el número conocido de grupos como crustáceos, moluscos y medusas de esta importante área marina de Colombia.



Figura 46. *Thalassia filiforme* en Serrana. (Fotos: Nacor Bolaños, Coralina).

Finalmente, Esteban Zarza de PNN en conjunto con Nacor Bolaños de Coralina, realizaron la primera expedición para el conocimiento de la fauna anquihalina que habita en las cuevas de la isla de San Andrés, arrojando como resultado el reporte de una especie de pez de la familia Eleotridae, Mysidaceos (*Spelaeomysis*), Amphipodos, camarones del género *Macrobrachium* y el primer registro de carideos estigobios del género *Barbouria* desconocidos en el país hasta la fecha.

4.5 Resultados de la Expedición

- Documento técnico de distribución y abundancia de larvas, juveniles y adultos de caracol pala (*Strombus gigas*). Este documento aporta al conocimiento de la distribución y abundancia de esta especie ya que los datos permiten estimar la densidad poblacional por categoría (adulto, juvenil) en las zonas estudiadas. La información obtenida es insumo clave para aportar en la conservación, recuperación y proponer estrategias para el uso sostenible de la biodiversidad en la Reserva de Biósfera Seaflower.
- Proyecto ‘Estudio de viabilidad (Fase II) para la implementación de tecnologías de potencial térmico oceánico en la isla de San Andrés’. Los datos obtenidos aportan al conocimiento del sistema marino en el Archipiélago, permitiendo contribuir a este proyecto que busca, desde la diferencia de temperaturas en la columna de agua, generar energía renovable para la isla de San Andrés.
- Insumo para actualización de Mapa de Ecosistemas Marinos y Costeros a escala 1:100000 el cual aporta a la caracterización, monitoreo y seguimiento de los ecosistemas marino costeros del área. Los datos obtenidos apoyan la determinación del estado de los ecosistemas marino-costeros en el país y provee información clave para la administración y manejo del territorio.

■ Expedición Científica Seaflower 2014

- Imágenes y procesamiento para identificación de coberturas y diversidad coralina. Con esta información se logra el levantamiento de información relacionada con los ecosistemas coralinos en la zona. De este modo se aporta al estado y monitoreo de estos hábitats, permitiendo identificar posibles amenazas y crear estrategias en favor de la protección de los corales, clave en la preservación estructural de las islas estudiadas.
- Dos cortometrajes donde se da a conocer el proceso científico llevado a cabo durante la Expedición, presentando la RB Seaflower y los múltiples servicios que presta en términos de biodiversidad, cambio climático, pesca, etc.
- Insumo para la actualización del Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Publicación orientada a la divulgación de la RB en distintas líneas de investigación, que impacta la generación de conciencia marítima y apropiación del territorio.
- Proyecto ‘Recuperación, protección y sostenibilidad de las playas y arrecifes mediante la restauración con especies nativas y otras acciones socio-ambientales en los cayos del norte, Reserva de la Biósfera Seaflower, Caribe colombiano’. Por medio del cual se pretende implementar un plan de acción de manejo de basuras y la restauración con especies de flora nativas como una barrera natural frente a la acción de la erosión costera. Estas medidas apuntan a la mitigación de algunos de los efectos del cambio climático, la variabilidad climática y la influencia antropogénica en el área.
- Documentos técnicos.
- Artículos científicos en revistas indexadas.

4.6 Conclusiones

- La Expedición Seaflower 2014 es un ejercicio de investigación que entrega al país instrumentos de administración que le permitirán aprovechar de una mejor manera la Reserva, fortaleciendo de este modo la presencia y reconocimiento de Colombia en el Gran Caribe.
- Se evidenció una baja talla y escasa presencia de especies con interés comercial como pargos, meros y peces loro, lo cual puede indicar sobrepesca y/o pesca no sostenible de los recursos.
- La información obtenida aporta al conocimiento de la biodiversidad marina de la RB, con lo cual se incrementa el número de especies conocidas del área de estudio.
- La Expedición fue un ejemplo de esfuerzo interinstitucional que permitió unir recursos y capacidades vinculando planes institucionales y organizacionales con un fin común: la generación de conocimiento de la Reserva de Biósfera Seaflower para el aprovechamiento de sus recursos y su desarrollo sostenible.
- Todos los estudios desarrollados aportaron elementos clave para el entendimiento de la RB como una unidad cuyos elementos estructurales (islas, arrecifes, relaciones ecológicas, biodiversidad, etc.) están integrados y conectados por todos aquellos procesos bióticos y abióticos que tienen lugar allí y que llevaron a su declaración como Reserva de Biósfera. Del conocimiento de estos procesos y de su mantenimiento depende, no solamente el equilibrio del sistema natural, sino también el bienestar de la humanidad que se beneficia de los servicios que allí se proveen. El conocimiento de estos elementos revalida la importancia del área para el país, el Gran Caribe y el mundo.

- En materia de fortalecimiento de capacidades institucionales la planeación de la Expedición se basó en las necesidades identificadas por la MTN Seaflower en materia de líneas de investigación, donde era necesario avanzar con mayor esfuerzo y las áreas de la Reserva con mayores vacíos de investigación. Este análisis permitió alinear los objetivos de la Expedición con la misión e intereses de las instituciones participantes, quienes trabajan por los intereses de la Nación. Los resultados obtenidos y los productos asociados a estos fueron insumos aportantes para la gestión de las diferentes entidades que trabajan en el área, así como también para aquellas que aunque ausentes, buscan aportar a la generación de conocimiento allí.
- Todos estos elementos también impactan el desarrollo de la Nación ya que al avanzar en las diferentes líneas se cuenta con más insumos en materia de recursos pesqueros, redes tróficas, especies invasoras, rutas migratorias, etc.; factores de peso para la gestión de los recursos estratégicos de impacto en la seguridad alimenticia. De igual manera, el conocimiento del medio abiótico desde la Oceanografía y Meteorología entregan elementos al desarrollo de energías renovables, así como también al conocimiento de fenómenos naturales como huracanes, y así mejorar la planificación y la gestión de riesgo frente a estas situaciones.
- Este trabajo articulado permitió crear conexiones entre los participantes, así como fortalecer las existentes a través de la creación de sinergias a favor de la investigación del mar, no sólo en el área sino proyectando alcances en otros lugares de Colombia. De igual manera se entendió que el trabajo conjunto permite la optimización de recursos técnicos, logísticos y financieros, hay un

mayor intercambio de experiencias y buenas prácticas y se evita la duplicidad de esfuerzos. Esto impacta positivamente las capacidades de cada institución y la gestión conjunta desde la investigación, como un elemento clave en la gobernanza del territorio marítimo.

4.7 Recomendaciones

- Se recomienda emplear las ocasiones en las que los buques de investigación de Dimar se dirijan a los cayos y faros con el fin de ofrecer embarco a instituciones de investigación civiles. Con esto se podría fortalecer la capacidad de investigación y monitoreo haciendo un plan de trabajo interinstitucional.
- Deben realizarse actividades de repoblamiento y restauración de arrecifes coralinos de aquellos cayos donde los ecosistemas presenten signos de fragmentación, con el propósito de aumentar la capacidad de resiliencia de estos lugares y los servicios que le prestan a la RB.
- Debido a la gran extensión de las áreas visitadas, se evidencia la necesidad de incrementar el número de sitios a verificar, pues es la única manera de contribuir a la reducción y/o eliminación de incertidumbre y vacíos de información.
- La realización periódica de estas expediciones científicas a Seaflower brindaría la oportunidad de realizar observaciones que permitan a futuro determinar si estos grupos son residentes o usan estos cayos como zonas de paso, alimentación o reproducción, datos de importancia para lograr la conservación de los mismos.
- Por otro lado y con el fin de darle un mayor alcance al trabajo realizado, se recomienda hacer campañas de campo que exploren

■ Expedición Científica Seaflower 2014

detalladamente los cayos restantes y así compilar la información en una publicación valiosa para el manejo y protección del ecosistema de la RB Seaflower.

- Apoyar estos ejercicios de investigación desde la adquisición de buques oceanográficos, aprovechando los altos estándares de ingeniería naval que ofrece Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial (Cotecmar) para contar con un mayor número de plataformas que apoyen el trabajo en el conocimiento de la RB.
- Continuar con la difusión y campañas de comunicación que apoyen la divulgación del trabajo realizado en la RB.
- La PNOEC, como una política integral que responde de manera intersectorial a los problemas relacionados con los asuntos marino-costeros, debe continuar en su proceso de fortalecimiento ya que pone al país al nivel de grandes potencias marítimas, pues la existencia de dicho documento representa, en el largo plazo, la visión y orientaciones de acción en la esfera marítima y oceánica.
- Es necesario fortalecer el presupuesto en ciencia y tecnología del mar, con el propósito de contribuir a la organización, desarrollo, fortalecimiento y consolidación de estos aspectos en Colombia, soportando con bases científicas y técnicas sólidas el manejo integral y adecuado de las zonas y recursos costeros-marinos del país.
- Se requiere robustecer la gestión de información marina con el fin de contar con datos actualizados y desagregados, logrando de este modo una mayor eficiencia y eficacia en las acciones, el fortalecimiento de capacidades y la optimización de los recursos desde el trabajo coordinado entre los distintos actores que le permitan al país avanzar en la gestión del territorio marítimo y el mejoramiento de la salud de los mares.

■ Bibliografía

- Alonso, D., Ramírez, L.F., Segura-Quintero, C., Castillo-Torres, P., Walschburger, T. y Arango, N. 2008. Hacia la construcción de un Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras –Invemar, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques nacionales Naturales –Uaesppn y The Nature Conservancy –TNC. Santa Marta, Colombia.
- Bhakuni, D.S. y D.S Rawat. 2005. *Bioactive marine products*. Anamaya Publishers, New Delhi, India.
- Blanco, J.A. (s.f). Archipiélago de San Andrés y Providencia: Batimetría. Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas. <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/1disan.pdf>
- Bolaños. N., A. Abril-Howard, H. Bent-Hooker, J. P. Caldas y A. Acero P. 2015. Lista de Peces Conocidos del Archipiélago de San Andrés y Providencia, Caribe Occidental Colombiano. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales. Bol. Invest. Mar. Cost. 44 (1): 127-162 Santa Marta, Colombia.
- Bruckner, A. 2012. *Global Reef Expedition: San Andres Archipelago, Colombia. Field Report. April 9-24, 2012. Khaled bin Sultan Living Oceans Foundation, Landover MD.*
- Burke, L., Y. Kura, K. Kassem, C. Revenga, M. Spalding y McAllister, D. 2001. *Coastal ecosystems. Pilot Analysis of Global Ecosystems. World Resources Institute. Washington D.C, USA.*
- Burke, L., S. Greenhalgh, D. Prager y E. Cooper. 2008. *Coastal Capital –Economic Valuation of Coral Reefs in Tobago and St. Lucia. Final Report: World Resources Institute. 76 pp.*
- CCSP. 2008. *Preliminary review of adaptation options for climate-sensitive ecosystems and resources. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research [Julius, S.H., J.M. West (Eds), J.S. Baron, B. Griffith, L.A. Joyce, P. Kareiva, B.D. Keller, M.A. Palmer, C.H. Peterson, and J.M. Scott (Autores)] U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA.*
- Comisión Colombiana del Océano. 2007. Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros. Ed. Comisión Colombiana del Océano. Bogotá D.C., Colombia.
- Comisión Colombiana del Océano y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2009. Comisión Colombiana del Océano, 40 años comprometida con los mares y costas del país. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá D.C, Colombia.
- Conservación Internacional. 2008. *Economic Values of Coral Reefs, Mangroves, and Seagrasses: A Global Compilation. Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International, Arlington, VA, USA. 42 pp.*
- Coralina-Invemar. 2012. *Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Gómez-López, D.I., Segura-Quintero C., Sierra-Correa, P. y Garay-Tinoco J. (Eds). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” -Invemar y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -Coralina-. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar # 28. Santa Marta, Colombia.*

- Departamento Nacional de Planeación. (2002, 10 de mayo). Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. (Documento Conpes 3164). Bogotá D.C., Colombia: DNP.
- Departamento Nacional de Planeación. (2010, 21 de julio). Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Documento Conpes 3680). Bogotá D.C., Colombia: DNP.
- Díaz, J., Díaz, G., Garzón-Ferreira, J., Sánchez J. y Zea, S. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras -Invemar. Santa Marta, Colombia. 83 pp.
- Díaz, J.M., Barrios, L.M., Cendales, M., Garzón-Ferreira, J., Geister, J., López-Victoria, M., Ospina, G.H., Parra-Velandia, F., Pinzón, J., Vargas Ángel, B., Zapata, F. y Zea, S. 2000. Áreas coralinas de Colombia. Serie publicaciones especiales No. 5. INVEMAR, Santa Marta, Colombia.
- Dimar, 2013. Consultado: 17 de noviembre de 2013. <http://www.dimar.mil.co/content/hidrograf%C3%AD>
- Dimar-CIOH. 2009. Geografía Submarina del Caribe Colombiano. Dirección General Marítima – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. Ed. Dimar, Serie Publicaciones Especiales CIOH Vol. 4. Cartagena de Indias, Colombia.
- Geister, J. y Díaz, J.M. 1996. *Field guide to the oceanic barrier reefs and atolls of the southwestern Caribbean (Archipelago of San Andrés and Providencia, Colombia)*. Invemar. Santa Marta, Colombia.
- Geister, J. y Díaz, J.M. 1997. *A field guide to the oceanic barrier reefs and atolls of the Southwestern Caribbean (Archipelago of San Andres and Providencia, Colombia)*. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium 1: 235-262*.
- Gobernación del Departamento de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. 2012. Plan departamental de gestión del riesgo Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. San Andrés Isla, Colombia.
- Guevara, M. 2006. San Andrés Isla: memorias de la colombianización y reparaciones. En: Centro de Estudios Sociales CES Universidad Nacional de Colombia Colombia (ed.). *Aforreparaciones: Memorias de la Esclavitud y Justicia Reparativa para Negros, Afrocolombianos y Raizales*. Bogotá D.C, Colombia.
- Invemar, 2013. Consultado 14 de noviembre de 2013 <http://www.invemar.org.co/noticias.jsp?id=2673&idcat=108>
- Lasso, C. A., F. A. Villa-Navarro, A. Acero-P., P. Sánchez-Duarte, M.A. Morales-Betancourt y N. Bolaños. 2015. Peces de las aguas interiores del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Colombia: diversidad, amenazas y recomendaciones para su conservación. Capítulo 8: Caso Estudio 8.5. Pp. 277-292. En: Lasso, C. A., J. F. Blanco-Libreros y P. Sánchez-Duarte (Editores). 2015. XII. Cuencas pericontinentales de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela: tipología, biodiversidad, servicios ecosistémicos y sostenibilidad de los ríos, quebradas y arroyos costeros. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación

- de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.
- Ley 99 de 1993. Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial de la República de Colombia No. 41.146 de diciembre 22 de 1993.
- Lozano-Simonelli, A. 2002. San Andrés y Providencia. La amenaza de Nicaragua: Aspectos jurídicos y políticos de la posición de Colombia. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C., Colombia.
- MADS -Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2013. Plan para el manejo y control del pez león *Pterois volitans* en el Caribe colombiano 20012-2014. Bogotá D.C., Colombia.
- Meisel, A. 2003. La continentalización de la isla de San Andrés, Colombia: Panyas, raizales y turismo. Número 37 de Documentos de Trabajo sobre Economía Regional. Banco de la República. Bogotá D.C., Colombia.
- MMA -Ministerio del Medio Ambiente. 2001. Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras de Colombia. Dirección de Ecosistemas –MMA. Bogotá, D.C., Colombia.
- MME –Ministerio de Minas y Energía. 2010. Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales –Proure. Plan de acción indicativo 2010-2015. Bogotá D. C., Colombia.
- Parsons, J.J. 1985. San Andrés y Providencia: una geografía histórica de las islas colombianas del Caribe. El Ancora editores. Bogotá D.C, Colombia.
- Presidencia de la República. 2013. Consultado 1 de julio de 2014. URL: http://wsp.presidencia.gov.co/Prensa/2013/Septiembre/Paginas/20130918_08-Presidente-Santos-considera-nueva-demanda-Nicaragua-Colombia-improcedente-inamistosa-temeraria.aspx
- Ratter, B. 2001. Redes Caribes: San Andrés y Providencia y las Islas Cayman: entre la integración económica mundial y la autonomía cultural. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C, Colombia.
- Science Daily. 2013. Consultado 20 de Noviembre de 2013. URL: http://www.sciencedaily.com/articles/b/biodiversity_hotspot.htm
- SECCO. 2014. Informe de gestión Secretaría Ejecutiva Comisión Colombiana del Océano 2013-2014. Bogotá D.C, Colombia.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2004. Biodiversity issues for consideration in the planning, establishment and management of protected area sites and networks. CBD Technical Series no. 15. Montreal, Canadá. 164 pp.*
- Taylor, E., Howard, M. y Baine, M. 2011. Colombia's Nomination of the Seaflower Marine Protected Area for Inscription on the World Heritage List. UNESCO. Paris, Francia.
- Vargas, G. 2004. Geología de la Isla de San Andrés, Colombia. Geología colombiana 29:71-87. Bogotá, D.C, Colombia.

■ Siglas y acronimos

AMP	Área Marina Protegida
Caricomp	Caribbean Coral Reef Monitoring Program
CCO	Comisión Colombiana del Océano
CIOH	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe
Colciencias	Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Coralina	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
Cosalc	Coast and Beach Stability in the Caribbean Project
CTel	Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
Dimar	Dirección General Marítima
Invemar	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MIZC	Manejo Integrado de Zonas Costeras
MME	Ministerio de Minas y Energía
MTN	Mesa de Trabajo Nacional
ONG	Organizaciones No Gubernamentales
PNAOCI	Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras e Insulares de Colombia
PNCTM	Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar y de los Recursos Hidrológicos
PNOEC	Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros
RB	Reserva de Biósfera
Recon	Ocean conservancy’s reef condition
REEF	Reef Environmental Education Foundation
Simac	Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia
SINA	Sistema Nacional Ambiental
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UJTL	Universidad Jorge Tadeo Lozano
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNAL	Universidad Nacional de Colombia
UniNorte	Universidad del Norte

Anexos

Anexo A. Listado bibliográfico de otras investigaciones y publicaciones en la Reserva de Biósfera Seaflower.

Preparado por: Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos -Damcra, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). Agosto de 2013.

Coralina

Abercrombie, T., de la Cruz, M., Amador, C., Bryan, E., Newball, P., Sjogreen, M. y van't Hof, T. 2002. Carrying capacity for ecotourism in Old Providence and Santa Catalina. Coralina report, 61 pp.

Abril-Howard, A. y Bolanos, N. 2008. Análisis temporal de la información recolectada en la campaña de monitoreo de arrecifes coralinos según la metodología CARICOMP desde 2001 hasta 2008. Coralina report, 26 pp.

Abril-Howard, A. y Bolaños, N. 2009. Análisis temporal de la información recolectada en la Campaña de monitoreo de arrecifes coralinos según la metodología Caricomp desde 2001 hasta 2009 en la isla de Providencia. Coralina report, 23 pp.

Baine, M., Hartnoll, R. y Taylor, E. 2005. *The black land crab (Gecarcinus ruricola) catchery in the San Andres Archipelago, Management review. Report produced as part of the Darwin Initiative funded research project 162/11/015. CORALINA, 50 pp.*

Bent, H. 2010. Los grandes serranidos de la Reserva de Biósfera Seaflower, Caribe Insular Colombiano: evaluación de la

■ Anexo A

pesca y de las agregaciones reproductivas. Coralina report, 52 pp.

Connolly, E. 2009. *Seaflower MPA annual operating costs. Report produced by Coralina for the Inter-American Development Bank*, 5 pp.

Convenio No. 023 de 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Coralina, Protocolo para captura, extracción y disposición final de los especímenes de pez león (*Pterois volitans*) en el Caribe colombiano.

Coralina-Formatos propuesta inclusión Área Marina Protegida Seaflower, bajo el Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas SPAW Protocol (specially protected areas and wildlife). 2010.

Coralina: '*Caribbean Large Marine Ecosystem*'. Proyecto Piloto Acciones de manejo y de conservación para fortalecer la productividad y uso sostenible de los recursos marinos. 2013.

Friedlander A., J. Sladek-Nowlis, J.A. Sánchez, R. Appeldoorn, P. Ussegio, C. McCormick, Prada, M. and Mitchell-Chui, A. 2003. *Defining and investigating ecologically relevant habitat types as a basis for MPA zoning in San Andres Island with comparisons to habitats in Old Providence/Santa Catalina, San Andres Archipelago, Colombia. Unpublished report to The Ocean Conservancy and CORALINA. Fundación ProAves - Conservation International - Coralina. Instituto Alexander Von Humboldt and BirdLife International*. 22 pp.

García E. M.I. y R. Hudgson 1997. Demarcación, Recuperación y Conservación de los Manglares del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Informe Final 1997. Coralina. San Andrés. 177 pp.

García E., M.I. & Lasso Z.J. 1999. Evaluación Rápida de la Avifauna y Herpetofauna de la Isla de

San Andrés, Proyecto Implantación de la Reserva de Biósfera en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Coralina. 20 pp.

García E, M.I. 2002. Vulnerabilidad y amenazas de los arrecifes coralinos de las islas de Providencia y Santa Catalina. Proyecto 'Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las Islas de San Andrés y Providencia' Convenio 1057/00 Coralina –Fonade, Recursos BID – Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla. 63 pp.

García E, M.I. 2002. Encallamiento M/N SULTAN, Providencia Isla. Informe Técnico de Visita No.193. Coralina. 15 pp.

García, M.I. y Pizarro, N.V. 2002. Estado y Biodiversidad de los Arrecifes Coralinos en las Islas de Providencia y Santa Catalina. Coralina, 66 pp.

García E, M.I. y Pizarro N.V. 2002. Estado y biodiversidad de los arrecifes coralinos en las islas de Providencia y Santa Catalina. Proyecto 'Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las islas de San Andrés y Providencia' Convenio 1057/00 Coralina–Fonade, Recursos BID–Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla. 68 pp.

García, E. M.I. 2003. Aves Playeras y Marinas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Texto –Cartilla. Proyecto *Caribbean Archipelago Biosphere Reserve: Regional Marine Protected Area System* CO-GM-Po66646 GEF–TOC-Coralina. 21 pp.

García, M.I. 2005. Memorias censo de aves marinas y playeras en las islas menores del Archipiélago. Memorandum of Agreement-Coralina/

Christian University of San Andres/Armada Nacional. Coralina. San Andrés, Colombia. 9 pp.

García, M.I. 2005. Plan de Acción de Conservación de las Aves Playeras y Marinas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Technical report of the GEF project: Caribbean Archipelago Biosphere Reserve: Regional Marine Protected Areas. Coralina. San Andrés, Colombia. 145 pp.

García, M.I. 2008. Documento monitoreo de la avifauna en la zona costera y manglares de la isla de San Andrés enmarcado en el plan de conservación de las aves marinas y playeras del Seaflower MPA. Coralina report I, April-September, 29 pp.

García, M.I. 2008. Documento monitoreo de la avifauna en la zona costera y manglares de la isla de San Andrés enmarcado en el plan de conservación de las aves marinas y playeras del Seaflower MPA. Coralina report II, October-December, 33 pp.

González, A.M. 2009. *Seaflower MPA: current state report. Report produced by Coralina for the Inter-American Development Bank*, 126 pp.

Heinemann, D., Appeldoorn, R., Dahlgren, C., Herron, P., Prada, M. and Sanchez, J. 2004. *Expedition Report – 2003 joint Ocean Conservancy – Coralina rapid ecological assessment of the Northern Banks of the Archipelago of San Andres and Old Providence*, 29 pp.

McCormick, C.C. 1997. Diagnóstico actual de las poblaciones de tortugas marinas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Fase II. Informe final Coralina 63 pp.

McCormick, C.C. 1998. Diagnóstico actual de las poblaciones de tortugas marinas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina - 1998. Informe final Coralina. 33 p + Anexos.

McCormick, C.C. 1999. Avifauna Residente y Migratoria de los Cayos Bolívar, Albuquerque, Roncador, Serrana y Serranilla y Biología Reproductiva de las Tortugas Marinas del Archipiélago. Informe final Coralina.

McCormick, C. 1999. Anexo 3 - Informe de investigaciones de campo durante 1999: Avifauna Residente y Migratoria de los Cayos Bolívar, Albuquerque, Roncador, Serrana y Serranilla. Field report. Coralina. San Andrés, Colombia. 6 pp.

McCormick, C y M. Chiquillo. 2000. Verificación en campo de las agregaciones de caracol pala (*Strombus gigas*) en Providencia. Informe de campo. Coralina.

Lasso Z.J., R. Hudgson y R. Navas. 1998. Demarcación, Recuperación y Conservación de los Manglares del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Informe Final 1998. Coralina. San Andrés. 76 pp.

Lasso Z.J. 1999. Demarcación, Recuperación y Conservación de los Manglares del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Inf. Tec. 1999. CORALINA. San Andrés. 72 pp.

Lasso Z.J. 2000. Componente Monitoreo de los Manglares de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Proyecto Control, Monitoreo y Seguimiento de Los Recursos Naturales del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Inf. Tec. 2000. Coralina. San Andrés. 52 pp.

Lasso Z.J. 2001. Componente Manglares Proyecto: Control, Monitoreo y Seguimiento de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Inf. Tec. 2001. Coralina. San Andrés. 67 pp.

Lasso Z.J., M.I, García, G. Bermúdez, R. Navas, R., Hudgson, A.L. Fortune y F. Howard

■ Anexo A

2001. Plan de Manejo del Parque Regional Natural Manglares Old Point- Haines Bight. 2001-2011. Coralina. 100 pp.

Murcia-Quimbayo, G.A. 2008. Monitoreo de *Wilks, Cittarium pica*, (Mollusca: Gastropoda Trochiidae) en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Coralina report, 87 pp.

Peñaloza, G., Hudgson, R., Taylor, M., Myle, G., Howard, A., Posada, S., Ramon, F., Howard, N. y Prada, M. 2005. Evaluación final del estado ambiental de las islas de Providencia y Santa Catalina después del paso del huracán Beta. Internal Coralina report, 36 pp.

Pizarro, V. 2002. Estado y biodiversidad de los arrecifes coralinos en la isla de San Andrés. Proyecto 'Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las Islas de San Andrés y Providencia' Convenio 1057/00 Coralina – Fonade, Recursos BID – Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla. 46 pp.

Pizarro, V. 2002. Propuesta de áreas arrecifales de San Andrés a ser delimitadas como protegidas y prioritarias. Proyecto 'Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las Islas de San Andrés y Providencia' Convenio 1057/00 Coralina – Fonade, Recursos BID–Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla.

Pizarro, V. 2002. Propuesta de áreas arrecifales de Providencia y Santa Catalina a ser delimitadas como protegidas y prioritarias. Proyecto 'Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas

Costeras de las islas de San Andrés y Providencia' Convenio 1057/00 Coralina – Fonade, Recursos BID – Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla.

Pizarro, V. 2002. Vulnerabilidad y amenazas de los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés. Proyecto 'Levantamiento de Estudios y Acciones para Propiciar la Recuperación y/o Regeneración Natural de los Arrecifes Coralinos en las Aguas Costeras de las Islas de San Andrés y Providencia' Convenio 1057/00 Coralina – Fonade, Recursos BID – Ministerio del Medio Ambiente Colombia, San Andrés Isla.

Pizarro, V. 2003. Estado y biodiversidad de las comunidades marinas de los Cayos del Sur Bolívar o Courtown y Albuquerque o South Southwest West Cays Proyecto Caribbean Archipelago Biosphere Reserve: Regional Marine Protected Area System CO-GM-Po66646 GEF – TOC Coralina –Colombia, Informe Final, San Andrés Isla. 66 pp.

Pizarro, V. 2003. Propuesta de las áreas marinas delimitadas como protegidas y prioritarias de las comunidades marinas de los Cayos del Sur Bolívar o Courtown y Albuquerque o South Southwest West Cays Proyecto Caribbean Archipelago Biosphere Reserve: Regional Marine Protected Area System CO-GM-Po66646 GEF – TOC Coralina –Colombia, Informe Final, San Andrés Isla. 35 pp.

Prada, M., Peñaloza, G., Posada, S., Howard, N., Herron, P., Salinas, L., Castro, E., Cabezas, F. and Robinson, H. 2004. *Fish spawning aggregations in the San Andres Archipelago, a first approximation.* CORALINA report, 57 pp.

Prada, M. 2005. *Zoning large northern areas of coral reefs in the San Andrés Archipiélago as a multiple use MPA. Report produced for CORALINA, 52 pp.*

Riascos, R.H. 1999. Caracterización de la avifauna y herpetofauna asociada a los bosques de manglares de la isla de San Andrés. SENA-Secab-Coralina. Informe final. 40 pp.

Sánchez-García, C. 2009. Propuesta Preliminar para el control del pez león (*Pterois volitans*) en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina-Reserva de Biósfera Seaflower. Internal Coralina report, 23 pp.

Sladek-Nowllis, J., Castro, E., Pomares, C., Prada, M., Barreto, C., Bent, H., Ballesteros, C. and Guardiola, O. 2008. Recomendaciones técnicas para el establecimiento de la cuota global de langosta espinosa del 2009 en la Reserva de Biósfera Seaflower. Reporte técnico. Secretaria de Agricultura y Pesca-Coralina-ICA, San Andrés Isla, 11 pp.

Taylor, M. y Aguilera, C. 2008. *Seaflower MPA stakeholder analysis. Report produced by Coralina for the Inter-American Development Bank*, 66 pp.

Van't Hof, T. y Connolly, E. 2002. *Financial sustainability for the Marine Protected Area system in the Seaflower Biosphere Reserve. Report prepared by Coralina and the Ocean Conservancy*, 69 pp.

Van't Hof, T., Amador, C., Newball, P. y Sjogreen, M. 2002. *Application of the limits of acceptable change (lac) planning framework to ecotourism development in old providence and Santa Catalina. Coralina report*, 44 pp.

MADS

Ministerio de Medio Ambiente. 2002. Plan estratégico nacional de mercados verdes. Bogotá: Ministerio de Medio Ambiente.

Contrato de Ciencia y Tecnología No. 435 de 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

(MADS)-Ecoversa. Identificación y Diagnóstico de los Servicios Ambientales Estratégicos de los Ecosistemas Costeros y Marinos.

Resolución 675 de 2013 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 'Por la cual se modifican parcialmente las Resoluciones 0207 del 3 de febrero y 0132 del 4 de agosto de 2010 y se establecen otras disposiciones'.

MADS y Coralina

Convenio No. 23 de 2012. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Coralina, Propuesta Plan de Acción para la Conservación de las Zonas Remotas de la Reserva de Biósfera Seaflower: Como una Estrategia para el Fortalecimiento Interinstitucional.

Convenio No. 023 de 2102. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Coralina, Formulación de los Lineamientos de Manejo Integrado para la Unidad Ambiental Caribe Insular (UAC Insular).

Convenio No. 023 de 2102. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Coralina, Plan de Acción de San Andrés 2012-2013 Red de Reservas de Biósfera Colombia.

Convenio No. 023 de 2102. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Coralina, Estrategia de Comunicación Red de Reservas de Biósfera de Colombia.

Convenio No. 023 de 2102. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Coralina, Propuesta de Ajuste a la Zonificación Interna del Área Marina Protegida Seaflower y Declarar Nuevas Zona Exclusivas para la Pesca Artesanal.

■ Anexo A

MADS e Invemar

Ardila N, Navas G.R. y Reyes J. (Eds.). 2002. Libro Rojo de los Invertebrados Marinos de Colombia. Invemar. Ministerio del Medio Ambiente la Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. 180 pp.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”, Coralina, Parques Nacionales Naturales. 2010. Plan para el Manejo y Control del Pez León (*Pterois volitans*), en el Caribe colombiano.

Convenio Interadministrativo Invemar-072 de 2012. Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)–Invemar. Estudios de erosión costera en la isla de Providencia, con el fin de tener las herramientas necesarias para proponer soluciones a los problemas detectados.

Gómez, D. y P. Victoria. 1986. Peces de la isla de San Andrés y nordeste de la isla de Providencia (Mar Caribe de Colombia): inventario en arrecifes coralinos, praderas marinas y aguas costeras. Boletín Ecotrópica, 13: 41-85.

Díaz J.M., Díaz, G., Garzón, J., Geister, J., Sánchez, J.A. y Zea, S. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. Invemar. Santa Marta, Colombia. 83 pp.

Geister, J. y Díaz, J.M. 1996. *Field Guide to the Oceanic Barrier Reefs and Atolls of the Southwestern Caribbean*. Invemar. Santa Marta, Colombia.

Díaz, J.M., Barrios, L.M., Cendales, M.H., Garzón-Ferreira, J., Geister, J., López-Victoria, M., Ospina, G.H., Parra-Velandia, F., Pinzón, J., Vargas-Ángel, B., Zapata, F.A., y Zea, S. 2000. Áreas marinas de Colombia. Invemar, Santa Marta, Serie Publicaciones Especiales, 5:175 pp.

OTROS

Ben-Tuvia, A. y Ríos. C.E. 1970. *Report on R/V Chocó cruise to Providence Island and adjacent banks of Quitasueño and Serrana near the Caribbean islands of Colombia*. Proyecto para el desarrollo de pesca marítima en Colombia (PNUD), Fondo especial-FAO-Inderena. Comunicaciones (1)2: 9-45. Bogotá, Colombia.

Convenio de Asociación No. 045 de 2013 Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible-Fundación ORFA (Organización de Raizales Fuera del Archipiélago). En ejecución. Identificación participativa de manifestaciones y prácticas culturales asociadas a lo marino-costero que pueden constituirse en patrimonio cultural de la Nación y de la humanidad, herramienta adicional para promover la sostenibilidad de los recursos de la reserva.

Convenio de Asociación No. 138 Ministerio Ambiente y Desarrollo Sostenible World Wildlife Fund, INC-WWF-. En Ejecución. Proceso de relacionamiento con las diferentes comunidades de minorías étnicas, costeras e insulares con tradiciones de uso y consumo de productos y subproductos de tortuga marina; tendientes a identificar y priorizar de forma conjunta las estrategias y las acciones necesarias que debe emprender el país para avanzar en el proceso de adhesión ante la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas –CIT-.

Kielman, M. 1999. Plan de Monitoreo de Playas para las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. *Programa Cosalc (Coast and Beach Stability in the Caribbean Islands) Unesco-U*. Puerto Rico. Proyecto Estudio Morfodinámico de los Sedimentos de las Zonas Costeras del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Convenio 0051-97 SENA-Secab-Coralina. 102 pp.

Anexo B. Listado de proyectos de diferentes áreas de conocimiento, registrados por los grupos de investigación en Colciencias.

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Ingeniería Eléctrica	Desarrollar la interventoría jurídica, técnica, financiera, administrativa, social y ambiental para las fases de planeación e instalación y puesta en servicio del sistema de cable submarino de fibra óptica a la isla de San Andrés.	2009	2011
Administración	Incidencia de la hotelería informal en la competitividad turística de la ciudad de Cartagena.	2010	2010
Agronomía	Siembras de palma de iraca para artesanías del resguardo indígena San Andrés de Sotavento. Córdoba.	1990	1991
Antropología	Diagnóstico del patrimonio cultural marítimo en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2007	2007
Antropología	Mapa Arqueológico Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2008	
Antropología	Documental patrimonio cultural marítimo del Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2009	
Antropología	Antropología visual sobre patrimonio y cultura marítima en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2010	2010
Antropología	Plan de sensibilización para la protección del patrimonio cultural marítimo en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2010	
Antropología	Los conocimientos populares como elementos de sostenibilidad cultural en San Andrés: la fiesta de gallos y la medicina tradicional.	2004	
Antropología	Acciones Afirmativas para la población afrocolombiana: ¿un paso hacia la justicia reparativa étnico-racial? Estudios de caso en Bogotá, Buenaventura, Cali, Cartagena, Medellín, Pereira, Quibdó y San Andrés-Fundación Ford.	2006	2009
Arqueología	Saneamiento ambiental en los hipogeos Segovia, Duende y San Andrés Parque Tierradentro (Cauca).	2008	2008
Arquitectura y Urbanismo	Procesos, crisis y convivencia en un territorio insular- patrimonio arquitectónico San Andrés, Isla.	2001	
Arquitectura y Urbanismo	Vivienda tradicional en San Andrés y Providencia.	1985	1985
Artes	Recopilación fonográfica del grupo aires del campo, música tradicional de la vereda San Andrés de Girardota.	2005	2006
Biología General	Implementación de una estrategia de control biológico para Ae. aegypti y puesta en marcha de la Unidad de Entomología en el Archipiélago de San Andrés Islas.	2004	2005
Biología General	Programa de monitoreo y avistamiento de tiburones, rayas y quimeras del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2010	2012
Biología General	Distribución espacial, composición, riqueza y densidad de corales hermatípicos juveniles en Isla Fuerte, Isla Grande, Isla San Andrés y Providencia, Caribe colombiano.	2003	2004

■ Anexo B

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Biología General	Evaluación del estado de las poblaciones del cangrejo rey del Caribe, <i>Mithrax spinosissimus</i> (Lamarck, 1818), un modelo para el estudio de invertebrados bentónicos amenazados en Colombia.	2011	
Biología General	Convenio interinstitucional celebrado entre Artesanías de Colombia S.A y la Universidad de Sucre.	2004	2005
Biología General	Revisión taxonómica del género Pereskia Mill. (Pereskioideae, Cactaceae) en Colombia.	2011	
Biología General	Relaciones tróficas en ecosistemas de pastos marinos y manglar en San Andrés Isla, Colombia: cambios temporales y espaciales en isotopos estables.	2000	
Biología General	Proyecto 'Evaluación pesca industrial caracol pala y langosta espinosa en el Archipiélago de San Andrés y Providencia'.	1994	1996
Biología General	Evaluación preliminar de la biodiversidad marina asociada a los manglares del Parque MacBean Lagoon en Providencia y bahías Honda y Hooker en San Andrés, Caribe colombiano.	1997	1998
Biología General	'Evaluación de la biodiversidad en las áreas de manglar en San Andrés y Providencia, Caribe colombiano' desarrollado por el Instituto de Estudios Caribeños, Universidad Nacional de Colombia sede San Andrés.	1998	1998
Biología General	Evaluación preliminar de la biodiversidad marina asociada a los manglares del Parque MacBean Lagoon en Providencia y bahías Honda y Hooker en San Andrés, Caribe colombiano.	1998	1999
Biología General	Evaluación de la pesca artesanal e industrial del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano.	1999	
Biología General	Validación y transferencia de tecnología para la detección y evaluación de nuevos caladeros de pesca en el área de la isla de Providencia, Caribe colombiano.	1999	
Biología General	Programa para la recuperación del sector agropecuario y mejoramiento de la seguridad alimentaria en San Andrés Isla.	2000	
Biología General	Monitoreo de dispositivos agregados de peces-DAP instalados en la isla de San Andrés. Convenio Coralina- Instituto de Estudios Caribeños, Sede san Andrés Universidad Nacional de Colombia.	2001	2001
Biología General	Monitoreo de nasas prototipo asistencia profesional y científica a Coralina para la red de calidad ambiental dentro del proyecto 'Control, seguimiento y monitoreo de los recursos naturales y del medio ambiente del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina'.	2001	2001
Biología General	Programa para la recuperación del sector agropecuario y mejoramiento de la seguridad alimentaria de San Andrés.	2001	2003
Biología General	Apoyo para la realización de los estudios ambientales de los diseños de protección costera de la vía Circunvalar de San Andrés, abcisas K6 y K17 a K20.	2002	2002
Biología General	Procesos sucesionales del manglar desde el Holoceno reciente en el delta del río Ranchería y San Andrés Isla, Caribe colombiano: un análisis comparativo.	2002	2004

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Biología General	Programa de ordenación, manejo y conservación de los recursos pesqueros en la Reserva de Biósfera Seaflower Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano.	2004	2005
Biología General	Cambios en la cobertura vegetal de la isla de San Andrés en tres décadas del siglo XX.	2007	2009
Biología General	Valoración y uso sostenible de la biodiversidad marina a través del buceo en Colombia.	2007	
Biología General	Aproximación a los modelos de desarrollo implementados en los países de la Región del Gran Caribe como estrategia para el ajuste y aplicación de modelos alternativos en el Caribe insular colombiano.	2007	
Biología General	Flora costera de la isla de San Andrés.	2008	2009
Biología General	Especies maderables de la isla de San Andrés.	2008	2009
Biología General	Caracterización histórica del turismo en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2008	2010
Biología General	Caracterización básica ecosistémica y socioeconómica de la pesquería artesanal en San Andrés.	2008	2009
Biología General	Ecosistemas y sociedad en el Caribe: Pasado, presente y prospectiva, con énfasis en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2008	
Biología General	Estudio de especies vegetales promisorias en San Andrés isla con miras a su aprovechamiento sostenible.	2008	2009
Biología General	Conectividad ecosistémica a partir de la ontogenia de peces arrecifales en la Reserva de Biósfera Seaflower, Caribe insular colombiano: Fase II San Andrés, Cayos del Sur y Bancos del Norte.	2010	
Biología General	Agenda Prospectiva de Ciencia y Tecnología Departamento Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina-Trabajo interinstitucional.		
Biología General	Convenio 009 de 2004 Suscrito entre la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina-Coralina y el Instituto de Estudios Caribeños, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe. Capacitación.		
Biología General	Taxonomía del complejo de esponjas excavadoras de coral Cliona aprica - C. langae - C. caribbaea y su impacto sobre algunos arrecifes coralinos del Caribe colombiano.	2000	2003
Botánica	Evaluación de los arrecifes de la isla de San Andrés.	1991	1992
Botánica	Evaluación bioecológica y ambiental de áreas arrecifales del Caribe colombiano, fase II.	1997	1999
Botánica	Evaluación química del gorgonáceo Pseudopterogorgia elisabethae del Archipiélago de San Andrés y Providencia, para la producción de extractos orgánicos ricos en pseudopterinas, potentes compuestos antiinflamatorios.	2002	2003
Botánica	Análisis genético de dos praderas de Thalassia testudinum de la isla de San Andrés, Caribe colombiano.	2008	
Botánica	Inventario de la flora del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2009	

■ Anexo B

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Botánica	Biodiversidad de algas marinas en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2009	
Botánica	Cuantificación y clasificación de residuos sólidos en zonas costeras de la isla de San Andrés.	2013	
Ciencias de la Computación	Red Piloto de Telemedicina San Andrés y Providencia –Bogotá.	2001	2002
Ciencias de la Computación	Diseño de un modelo de aseguramiento continuo para la modernización del control fiscal colombiano.	2011	
Ciencias Políticas	La construcción de identidad colectiva de mujeres afrocolombianas.	2007	2008
Ciencias Políticas	Diseño y atención a las oportunidades de género en la educación superior.	2012	2012
Ciencias Políticas	Procesos, crisis y convivencia en un territorio insular: el caso del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2000	
Ciencias Políticas	Procesos, crisis y convivencia en un territorio insular: el caso del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2001	2003
Ciencias Sociales	Programa de asistencia técnica a la Comisión Regional de Competitividad de los departamentos Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Bolívar, Cesar, Córdoba, Magdalena, La Guajira y Sucre.	2011	2012
Ciencias Sociales	Diagnóstico del patrimonio cultural marítimo en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2007	2007
Ciencias Sociales	Mapa Arqueológico Archipiélago de San Andrés y Providencia. Fase documental en archivos nacionales e internacionales.	2008	
Ciencias Sociales	Metodología acompañamiento a las casas de justicia, de la región Caribe colombiana, sobre investigación participativa, seguimiento y evaluación. Fase II.	2002	2003
Comunicación	Por mil devaluados pesos: publicidad popular y urbana.	2008	2008
Comunicación	Programa de cooperación técnica con las casas de justicia del Caribe colombiano.	2002	2002
Comunicación	Convenio interadministrativo Instituto Departamental de Salud Nariño, Hospital San Andrés de Tumaco para la realización de actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad en el municipio Francisco Pizarro, en el departamento de Nariño.		
Derecho	Autonomía judicial indígena en el Cabildo Mayor de San Andrés de Sotavento.	2013	
Derecho	Manejo del recurso Agua.	2000	
Derecho	Plan de Desarrollo Municipal de San Andrés de Sotavento 1998-2000.	1998	1998
Derecho	Examen histórico y jurídico del diferendo entre Nicaragua y Colombia por las islas de San Andrés, Providencia y demás islas, islotes y cayos adyacentes.	2007	

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Derecho	Examen histórico y jurídico del diferendo entre Nicaragua y Colombia por las islas de San Andrés, Providencia y demás islas, islotes y cayos adyacentes.	2007	
Derecho	Soberanía colombiana en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.	2007	2008
Diseño Industrial	Trascendencia e importancia para una población de ciertas representaciones gráficas, encontradas durante un viaje a la isla de San Andrés, Colombia. Patrimonio mundial de la humanidad por la ONU Seaflower.	2010	
Ecología	Identificación y conteo de peces coralinos en la isla de San Andrés.	2008	2009
Ecología	El agua en el territorio, la cultura y la política de San Andrés Isla: una historia ambiental del siglo XX para el siglo XXI.	2008	
Ecología	Estudios técnicos biofísicos, oceanográficos, topográficos y de diseño para la construcción del muelle de desembarque en el Parque Regional Natural Johny Cay, San Andrés Isla.	2006	2007
Ecología	Ecología reproductiva del Vireo de San Andrés (<i>Vireo caribaeus</i>).	2004	2004
Ecología	Análisis del estado actual de la conservación de la subespecie Iguana iguana rinolopha en San Andrés Isla.	2002	2002
Ecología	Estructura genética de las poblaciones de <i>Panulirus argus</i> explotadas en el Caribe colombiano.	2008	2010
Ecología	Evaluación preliminar de la biodiversidad marina asociada a los mangles del Parque McBean Lagoon en Providencia y Bahías y Hooker en San Andrés, Caribe colombiano.	1998	2001
Ecología	Relaciones tróficas en ecosistemas de pastos marinos y manglar en San Andrés Isla, Colombia: cambios temporales y espaciales en isótopos estables.	2001	2003
Ecología	Evaluación y seguimiento de los impactos sociales, económicos y ambientales de huracán Beta en las islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano.	2006	2012
Ecología	Dinoflagelados tóxicos asociados a fanerógamas marinas en la Reserva Biósfera Seaflower.	2007	2013
Ecología	Productividad en humedales de manglar de San Andrés Isla: caída de hojarasca, herbivoría e incremento en diámetro del tronco.	2008	
Ecología	Evaluación bioecológica del pez León <i>Pterois volitans</i> en el Caribe colombiano.	2010	2011
Ecología	Estudio de la estructura del bosque de manglar y sus moluscos asociados en el sector de Hooker Bay en San Andrés Islas.	2003	2003
Ecología	Formulación de un plan escolar de emergencia y contingencia por tsunami en el Colegio Santa Teresita de San Andrés de Tumaco, Pacífico colombiano.	2003	2003
Economía	Proceso de formación a funcionarios culturales departamentales, gerentes de Fondos Mixtos y directores de casas de cultura orientado a promover transformaciones institucionales de corto, mediano y largo plazo. Convenio 708/1999.	1999	2000
Educación	Etnoeducación con enfoque de currículo integrado.	2012	2013

■ Anexo B

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Educación	Caracterización de la informática educativa en instituciones públicas de básica y media de la Región Caribe colombiana.	1999	2001
Educación	Caracterización de la informática educativa en instituciones públicas de básica y media de la Región Caribe colombiana.	1999	2002
Educación	Estudio lingüístico para la implementación del programa de educación bilingüe en Providencia y Santa Catalina.	1998	2000
Educación	Situación de bilingüismo en la isla de San Andrés.	2009	
Enfermería	Diagnóstico de salud familiar de comunidades indígenas de San Andrés de Sotavento-Córdoba.	1994	1995
Enfermería	Conocimientos, actitudes, prácticas y percepciones que hacen prevalente la Malaria en San Andrés de Tumaco -SAT, Comuna 1, 2013.	2013	
Enfermería	Conocimiento, actitudes, prácticas y percepciones que hacen prevalente la Malaria en San Andrés de Tumaco -SAT, Comuna 1, 2013.	2013	
Farmacia	Estudio Comparativo de los Compuestos Químicos de la Morinda Citrifolia (NONI) procedente de la India con las Especies Cultivadas en San Andres Isla.	2003	
Farmacia	Produtos Naturais Antimaláricos de Plantas da América do Sul.	2007	
Genética	Mecanismos de respuesta inmune en el coral <i>Montastraea annularis</i> de la isla de San Andrés.	2008	
Genética	Caracterización genética de la población humana de San Andrés y Providencia.	2008	2009
Genética	Análisis genético de la langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> en el Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Reserva de Biósfera Seaflower.	2010	2011
Geociencias	Determinación técnica del límite de los bienes de uso público del litoral Caribe colombiano en la isla de San Andrés.	2010	2010
Geociencias	Diagnóstico de la erosión costera en las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Recomendaciones generales para el manejo y control de la erosión.	2003	
Geociencias	Estudios para la recuperación de las playas del hotel Decamerón San Luis, San Andrés.	2003	
Geociencias	Respuesta de unidades geomorfológicas y ecosistemas litorales insulares frente a la acción de fenómenos marítimos extremos. Caso de Estudio: Isla de San Andrés-Caribe colombiano.	2008	
Geociencias	Interpretación paleoambiental de las <i>beachrocks</i> de la isla de San Andrés.	2012	2012
Geociencias	Proyecto aguas subterráneas isla de San Andrés.		
Geociencias	Diagnóstico hidrogeológico de los municipios de Chinú, Sahagún, San Andrés de Sotavento, Pueblo Nuevo, Planeta Rica, Buenavista, La Apartada, Montelibano, en el departamento de Córdoba.	2003	
Geociencias	Diseño de un Atlas en línea para un sector turístico de Colombia. Caso de estudio San Andrés y Providencia.	2002	2006

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Geociencias	Proyecto CASA, dirigido por algunas universidades de Estados Unidos. Ejecución de posicionamiento GPS en el Caquetá y San Andrés con el propósito de determinar el desplazamiento de las placas tectónicas en América.		
Geociencias	Variabilidad de la temperatura y precipitación en San Andrés.	1990	1998
Geociencias	Proyecto hidroeléctrico de San Andrés de Cuerquia.	1993	1994
Geociencias	Estudio de Escenarios de utilización del agua subterránea en San Andrés ante escenarios de cambio climático.	2008	2010
Historia	Estudio arqueológico para el desvío del río San Andrés hacia el Riogrande.	1998	1999
Historia	La consolidación de la unidad nacional versus fragmentación regional: el caso de San Andrés y Providencia en el Caribe colombiano. 1909-191.	2009	
Ingeniería Civil	Estudio, diagnóstico y diseño de las obras de protección costera de la vía circunvalar de la Isla de San Andrés.	2002	2002
Ingeniería Civil	Estudio, diagnóstico y diseño de las obras de protección costera de la vía circunvalar de la isla de San Andrés.	2002	2002
Ingeniería Civil	Desarrollo Hidroeléctrico del Río San Andrés.	1988	2002
Ingeniería Eléctrica	Desarrollo de un marcador automático para el cálculo de la métrica de disponibilidad de la mesa de ayuda del cable submarino entre Tolú y San Andrés.	2011	
Ingeniería Sanitaria	Jurado del proyecto plan de manejo ambiental cierre del relleno sanitario Magic Garden isla de San Andrés.	2002	
Ingeniería Sanitaria	PGIRS del Municipio de Providencia y Santa Catalina islas.	2006	2007
Ingeniería Sanitaria	Plan Departamental de Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Archipiélago de San Andrés.	2007	
Medicina	Serie de casos de intoxicaciones por ciguatera en San Andrés y Providencia.	2012	
Medicina	El Sistema Cardiovascular y la Mujer Mayor (Estudio Cardiofen).	2010	
Medicina	Valoración del riesgo microbiológico de los alimentos en el Caribe colombiano.	2004	2005
Medicina	Evaluación de la respuesta inmune a poliovirus en población infantil de Colombia y detección de posible circulación de cepas salvajes de poliovirus y cepas derivadas de la vacuna que han revertido a una forma más virulenta.	2008	
Medicina Veterinaria	Evaluación de la capacidad vectorial de Culex quinquefasciatus y Aedes scapularis en el ciclo de transmisión de Dirofilaria immitis en la ciudad de Medellín.	2005	
Microbiología	Manejo y conservación de los recursos suelo, agua y biodiversidad mediante aplicación de prácticas para la producción sostenible en sistemas agrícolas y SAF que incluyen yuca y ñame en agroecosistemas de las sabanas de Córdoba.	2004	

■ Anexo B

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Multidisciplinar	Ordenamiento ambiental de los manglares de La Guajira y San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2008	2009
Multidisciplinar	Modelación matemática de la epidemiología de la malaria en San Andrés de Tumaco.	2012	
Multidisciplinar	Interetnicidades del Caribe: políticas de reconocimiento y dinámicas identitarias de minorías étnicas en regiones de frontera. Caso Colombia (Archipiélago de San Andrés y Providencia) Brasil (Macapa) 1991-2007.	2006	2010
Multidisciplinar	Manejo del recurso Agua.	2000	
Multidisciplinar	Procesos, crisis y convivencia en un territorio insular: situación actual y perspectivas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2001	2002
Multidisciplinar	Bases para un modelo educativo intercultural en San Andrés, Isla.	2002	2006
Multidisciplinar	Acercamiento de la comunidad raizal del departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina a la justicia colombiana en pro de la articulación social y cultural a las instituciones.	2005	2007
Multidisciplinar	Construcción curricular etnoeducativa para un contexto multicultural: el caso de San Andrés, Isla.	2006	2008
Multidisciplinar	Las relaciones de género en las familias nativas raizales de San Andrés, Islas. Caribe colombiano.	2008	2009
Multidisciplinar	Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental de Visitantes para Áreas de Buceo en San Andrés, Isla.	2000	2002
Multidisciplinar	Diseño de un Sistema de Gestión Ambiental de Visitantes para áreas de buceo en San Andrés, Isla, Colombia.	2000	2002
Multidisciplinar	Gestión ambiental de visitantes para áreas de buceo de isla Providencia y Santa Catalina.	2000	2002
Multidisciplinar	<i>Snorkeling</i> como alternativa económica para pescadores artesanales de San Andrés, Isla.	2006	
Oceanografía	Diagnóstico y pronóstico del estado hidro y litodinámico del sistema de las bahías Hooker e Icacos en la isla de San Andrés (CIOH, 1997).	1995	2004
Oceanografía	Estudio de las condiciones oceanográficas en el sector de la Rada del Cove - San Andrés.	2004	2004
Oceanografía	Estudio de las condiciones oceanográficas en el sector del <i>Sunrise Park</i> para la construcción del muelle departamental de San Andrés.	2004	2004
Oceanografía	Estudio de las condiciones oceanográficas para la evaluación de la ubicación y construcción de un muelle en la isla de Providencia.	2004	2004
Oceanografía	Estabilización geomorfológica de los cayos del Archipiélago de San Andrés.	2008	
Oceanografía	Procesos sucesionales del manglar desde el Holoceno reciente en el delta del río Ranchería y San Andrés Isla, Caribe colombiano: un análisis comparativo.	2002	2004

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Parasitología	Evaluación entomológica sobre la presencia de vectores de malaria y dengue en el territorio insular de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y determinación de posibles organismos nativos para ensayos de control biológico de formas inmaduras.	2003	2004
Planeamiento Urbano y Regional	Relaciones de género en las familias nativas raizales de San Andrés, Islas.	2009	2009
Planeamiento Urbano y Regional	Procesos, crisis y convivencia en un territorio insular - patrimonio arquitectónico San Andrés, Isla.	2001	
Planeamiento Urbano y Regional	Conservación y preservación del patrimonio arquitectónico de San Andrés, Isla. Fase II, evaluación, divulgación.	2007	
Psicología	Uso tradicional de las plantas con propiedades medicinales en el municipio de San Andrés de Sotavento, Córdoba.	2006	2006
Química	Creación Maestría en Ciencias Físicas Caribe.	2005	
Química	Cianobacterias bentónicas arrecifales: dinámica de los afloramientos y potencial aprovechable de sus toxinas.	2009	
Química	Evaluación química del gorgonáceo <i>Pseudopterogorgia elisabethae</i> del Archipiélago de San Andrés y Providencia, para la producción de extractos orgánicos ricos en pseudopterosinas, potentes compuestos antiinflamatorios.	2002	2003
Química	Cianobacterias bentónicas arrecifales: dinámica de los afloramientos y potencial aprovechable de sus toxinas.	2008	
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Estudios estructurales y demográficos en robledales del norte y centro de Antioquia.	1996	1997
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Evaluación preliminar de la biodiversidad marina asociada a los manglares del Parque MacBean Lagoon en Providencia y bahías Honda y Hooker en San Andrés, Caribe colombiano.	1998	1999
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Validación y transferencia de tecnología para la detección y evaluación de nuevos caladeros de pesca en el área de la isla de Providencia, Caribe colombiano.	1999	2003
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Programa para la recuperación del sector agropecuario y mejoramiento de la seguridad alimentaria en San Andrés Isla.	2000	2004
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Relaciones tróficas en ecosistemas de pastos marinos y manglar en San Andrés isla, Colombia: cambios temporales y espaciales en isótopos estables.	2001	2008

■ Anexo B

Área de Conocimiento	Nombre del Proyecto	Año inicio	Año fin
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Procesos sucesionales del manglar desde el Holoceno reciente en el delta del río Ranchería y San Andrés Isla, Caribe colombiano: un análisis comparativo.	2002	2004
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Estudio palinológico y de vegetación de los manglares de la isla de San Andrés.	2002	
Recursos Forestales e Ingeniería Forestal	Estudios estructurales y demográficos en robledales del norte y centro de Antioquia.	1996	1997
Recursos Pesqueros e Ingeniería de Pesca	Estudio línea base ambiental y pesquera en la Reserva de Biósfera Seaflower (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) como aporte al conocimiento y aprovechamiento sostenible de los recursos para la región. Fase I.	2011	2012
Relaciones Internacionales	Colombia y Nicaragua ante la Corte Internacional de Justicia: Historia de un procedimiento.	2006	2008
Relaciones Internacionales	Población y gestión institucional en el departamento de San Andrés, esbozos de una política de población.	2009	2009
Salud Colectiva	Magnitud y factores asociados a violencia interpersonal. Colombia 2007.	2009	
Salud Colectiva	Susceptibilidad antimicrobial según factores de virulencia de aislados de <i>Helicobacter pylori</i> en pacientes con gastritis crónica.	2006	
Salud Colectiva	Caracterización del lenguaje oral de la población indígena del resguardo Zenú San Andrés de Sotavento, Sucre-Colombia, 2012.	2012	
Salud Colectiva	Cambios ambientales en perspectiva histórica del arrecife somero de San Andrés Isla y su aprovechamiento turístico sostenible por pescadores artesanales nativos.	1998	1999
Servicio Social	Apoyo a la formulación del Plan Integral Único PIU en 30 municipios del departamento de Santander.	2009	
Zoología	Fortalecer la aplicación de ciencia y tecnología mediante el estudio de la flora existente en los centros apícolas establecidos por la corporación en comunidades rurales de los municipios de Sahagún, Chinú, Ciénaga de Oro, San Andrés de Sotavento y Pueblo.	2010	



Arrecifes coralinos en Islas Cayos de
Quitasueño, RB Seaflower. Fotografía:
CF Herman Aicardo León. Archivo
DIMAR.

Agradecimientos

A los generosos aportes y colaboración de:

Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia

Armada Nacional de Colombia

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca

Canal Clima

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico

Capitán de Navío (RA) Julián Augusto Reyna Moreno

Corporación para el Desarrollo Sostenible del

Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Dirección General Marítima

Dr. Eduardo Antonio Guerrero Forero

Fundación Malpelo y Otros Ecosistemas Marinos

Fundación Marverde -Fundabas

Fundación Omacha

Fundación Universidad de Salamanca

Gobernación de SAPSC-Secretaría de Agricultura y Pesca

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés"

Julián Alberto Prato

Juliana Sintura

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección de Asuntos Marinos Costeros y Recursos Acuáticos

Ministerio de Relaciones Exteriores

Ómar Hernando Ávila-Poveda

Parques Nacionales Naturales de Colombia

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Rosario Porto Tatis

Tiziana Ortiz Lizarazú

Universidad de Antioquia

Universidad de Los Andes

Universidad del Norte

Universidad del Tolima

Universidad del Valle

Universidad Jorge Tadeo Lozano

Universidad Nacional de Colombia



COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCÉANO

WWW.CCO.GOV.CO

Carrera 54 No. 26-50 CAN
Edificio Dimar-Cuarto Piso
Bogotá D.C.

