INFORME DEL ESTADO DE LOS AMBIENTES Y RECURSOS MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA AÑO 2014





Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis INVEMAR

Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero, Santa Marta D.T.C.H. PBX (+57) (+5) 4328600 Fax (+5) 4328694

www.invemar.org.co

Director General Francisco Armando Arias Isaza

Subdirector Coordinación de Investigaciones (SCI)

Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Recursos y Apoyo a la Investigación (SRA)

Sandra Rincón Cabal

Coordinador Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM) David Alonso Carvaial

Coordinadora Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)

Luisa Fernanda Espinosa Díaz

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y Costeras (GEO)

Constanza Ricaurte Villota

Coordinadora de Investigación e Información para la Gestión Marina y Costera (GEZ) Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos (VAR)

Mario E. Rueda Hernández

Coordinador Servicios Científicos (CSC)

Julian Betancourt Portela

Santa Marta, 2015

Coordinación General

Jesús Antonio Garay Tinoco Subdirector Coordinación de Investigaciones

Autores

Capítulo I.

Blanca O. Posada, Daniel Rozo.

Capítulo II.

Martha Bastidas-Salamanca, Oswaldo Coca-Domínguez, Marco González-Arteaga, David Morales-Giraldo, Constanza Ricaurte-Villota, Christian M. Díaz Sanchez, Raul Navas Camacho, Diana Isabel Gomez Lopez, Jenny Alexandra Rodríguez Rodríguez, Lucia Victoria Licero Villanueva, Martha Catalina Gómez-Cubillos

Capítulo III.

Mario Rueda, Diana Bustos-Montes, Javier Gómez-León, Efraín Viloria, Marisol Santos-Acevedo, Alexander Girón, Jorge Viaña, Alfredo Rodríguez, Harold Castillo, Jorge Sierra, Jose Alexander Romero, Stephannie Chávez, Germán Angulo, Natalia Maria Arbelaez Merizalde, Edgar Arteaga, Lucia Victoria Licero Villanueva, Jenny Alexandra Rodríguez Rodríguez

Capítulo IV.

Myriam Vargas, Keila Guillén, Jair Herrera, Jenny Alexandra Rodríguez Rodríguez, Lucia Victoria Licero Villanueva

Capítulo V.

Milena Hernández Ortíz, Javier Gómez-León, Marisol Santos-Acevedo, Carlos Andrés Puentes. Martha Catalina Gómez-Cubillos. Anny Paola Zamora

Compilación y producción editorial

Leonardo J. Arias-Alemán Carolina García-Valencia

Cartografía

Venus Rocha

Foto portada

Programa BEM

Diseño

Ediprint Ltda.

Las líneas de delimitación fronteriza presentados en este documento, son una representación gráfica aproximada con fines ilustrativos solamente.

Derechos Reservados conforme a la ley, los textos pueden ser reproducidos total o parcialmente citando la fuente.

Citar la obra completa:

INVEMAR, 2015. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2014. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 176 p.

Citar capítulos:

Autores, 2015. Título capítulo. (intervalo de páginas ej: Pp. 10-20). En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2014. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta. 176 p.

ISSN: 1692-5025

Palabras Clave: ambientes marinos, recursos marinos, ecosistemas, aguas marinas, Colombia.



Presentación

El Informe del Estado de los Recursos Marinos, constituye una de las publicaciones más antiguas y consolidadas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andréis" – INVEMAR desde su reestructuración en el año 1993 (Ley 99/93), contemplado en el Decreto 1276/94. Por 19 años, el Informe ha ofrecido a la sociedad colombiana una plataforma de información y análisis sobre desafíos, logros y rezagos en materia del balance anual, el estado y las tendencias de cambio de los ecosistemas marinos y costeros, al igual que de sus servicios, con el fin de ofrecer información actualizada y confiable a las entidades ambientales y a los entes de control, y propiciar una participación ciudadana informada en los asuntos ambientales marinos y la toma de decisiones favorables a la creación de oportunidades, capacidades, recomendaciones y alternativas para el logro de un desarrollo marino y costero en armonía con la naturaleza.

En esta edición del año 2014, se continúa la entrega de contenidos bajo un diseño conceptual de presentación de información basado en indicadores de Estado, Presión y Respuesta, que se in-



corporan gracias el avance en los estudios e investigación del Instituto. Este diseño ofrece al lector, información contextualizada y de fácil comprensión, cuyo enfoque pretende describir aquellos asuntos ambientales estratégicos que expresan la situación actual y las tendencias de cambio de los ecosistemas estratégicos marinos, relacionándolos con las causas y tensores que tienen incidencia directa o indirecta sobre los mismos.

El Informe inicia poniendo en un contexto geográfico nacional los elementos naturales de jurisdicción marina y una descripción de las unidades de gestión, definidas por la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. En el segundo capítulo, los indicadores de estado, se evalúan tanto en el medio abiótico como en la expresión ecosistémica de la biodiversidad marina. Dentro de los tensores directos que se abordan en el tercer capítulo, se incluyen, el aprovechamiento de recursos pesqueros, el desarrollo acuícola marino, las fuentes terrestres de contaminación al mar, ya sea por aguas residuales domésticas o descargas de ríos, al igual que la descarga de aguas de lastre provenientes de los buques tanqueros. Cada uno de estos tensores se analiza a la luz de indicadores de presión sobre ecosistemas estratégicos. Los instrumentos de gestión de los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia, se evalúan con base en indicadores de respuesta en el capítulo cuarto.

Los efectos del Cambio climático sobre los ecosistemas marinos y costeros se evalúan como un tensor indirecto en el capítulo V. En este último capítulo se determina además el estado de conocimiento y los vacíos de información sobre temáticas como la bioprospección marina y la necesidad de esfuerzos para fortalecer los sistemas de información ambiental marinos a nivel nacional.

El poblamiento de los indicadores ya implementados y el diseño de nuevos indicadores en pro de optimizar la representación de la información y su utilización en la toma de decisiones, es una actividad en continua renovación. Seguimos abiertos a la contribución de todas las entidades cuyas competencias tengan injerencia en los temas marinos y costeros, y cuyos resultados complementen esta publicación, ya que para el país, la información que se compila en este informe marca un referente importante para resolver preguntas del tipo qué hay, dónde está y cómo está, para utilizar de manera acertada una de las riquezas que hacen de Colombia un país privilegiado: sus zonas marinas y costeras sobre el océano Pacífico y el mar Caribe.

Francisco Armando Arias Isaza

Director General



Contenidos

CAPÍTULO I. LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA	16
MARCO GEOGRÁFICO	
UNIDADES DE GESTIÓN	
CAPÍTULO II. ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTERO	S 26
INTRODUCCIÓN	
EL AMBIENTE ABIÓTICO	28
▼ Clima y oceanografía	29
▼ Erosión costera	
Evolución litoral a corto y mediano plazo	
Amenaza y vulnerabilidad	34
▼ Fondos marinos	
▼ Estado de la calidad de las aguas marino-costeras del Caribe y Pacífico colombia	
BIODIVERSIDAD MARINA	
▼ Ecosistemas y habitats	
Arrecifes coralinos	
Manglares	
Mangares	
CAPÍTULO III. CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINO Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN	
INTRODUCCIÓN	
CAUSAS Y TENSORES DIRECTOS	
▼ Aprovechamiento de recursos pesqueros	
▼ Desarrollo de acuicultura marina	



▼ Fuentes terrestres de contaminación al mar	106
Aguas residuales domésticas	
Descarga de ríos	
▼ Aguas de lastre	
CAUSAS Y DETERIORO DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR	
CAPÍTULO IV. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES DE RESPUESTA	
INTRODUCCIÓN	
▼ Manejo Integrado de Zonas Costeras	
▼ Subsistema de áreas costeras y marinas protegidas	130
RESTAURACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE ECOSISTEMAS	
VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	
CAPÍTULO V. ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN	151
INTRODUCCIÓN	
ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS EN EL AMBIENTE MARINO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	
▼ Manglares	
▼ Bioprospección marina	153
ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE LAS CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS	
▼ Causas y tensores indirectos	
Cambio climático	
LITERATURA CITADA	161



BATERÍA DE INDICADORES

	OMBIA	16
CAPÍTULO II. ESTADO	DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS	26
Indicador de p	orcentaje de línea de costa con erosión costera por departamento	39
	alidad aguas	
Indicador de c	ondición tendencia para arrecifes de coral - ICT _{AC}	53
	xtensión: cambio en la cobertura (IE)	
Indicador de Ir	ntegridad Biológica de Manglares (IBI _M)	66
Y COSTEROS Y SUS S	S Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS ERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN	
Indicador de c	aptura total y captura por especie (nacional)	
Indicador de c en la Ciénaga	aptura total y captura por especie para la pesca artesanal Grande de Santa Marta -CGSM	75
	bundancia relativa de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de CGSM	77
	alla media de captura para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande a -CGSM	79
•	roporción de pesca incidental y descartes para la pesca artesanal Grande de Santa Marta -CGSM	81
	racción desovante/juvenil de las capturas para la pesca artesanal en ande de Santa Marta -CGSM	83
	enta económica de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de CGSM	85
Indicador de c	aptura total y captura por especie: pesca nacional industrial de camarón.	87
Indicador de a	bundancia relativa del camarón: pesca industrial nacional	90
Indicador de ta	alla media de captura (TMC): pesca industrial nacional de camarón	92



	Indicador de proporción de pesca incidental y descartes: pesca industrial nacional de camarón	95
	Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas: pesca industrial nacional de camarón	97
	Indicador de rentabilidad económica: pesca industrial nacional de camarón	. 100
	Indicador de esfuerzo de la acuicultura marina	. 103
	Indicador anual de la acuicultura marina nacional	. 105
ZONAS	LO IV. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES	440
DE KES	PUESTA	119
	Avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras	124
	Número de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero	128
	% de áreas protegidas con plan de manejo vs total de áreas protegidas	. 133
	Representatividad (%) de un ecosistema natural dentro de las áreas protegidas	. 135
	Indicador de proporción de área de manglar destinada a conservación, recuperación y uso sostenible	142
	Indicador de valor de estimaciones de medidas de bienestar asociadas a servicios ecosistémicos.	. 148
CAPÍTU	LO V. ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN	151
	Indicador de especies bioprospectadas (ensayadas)	. 155
	Indicador de organismos marinos con estructura química	156



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	vectores fueron reproyectados de Magna Colombia Bogotá a Lambert Azimutal	
	Colombia para estimar las áreas	8
	Gobernabilidad en las regiones costeras colombianas	
Tabla 3.	Porcentajes de erosión determinados por litoral	.0
Tabla 4.	Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras – ICAM (Vivas-Aguas, 2011)	2
Tabla 5.	Opciones de medidas que se pueden adoptar según la valoración del indicador (ICAM). Modificado de Marín <i>et al.</i> , 2001	19
Tabla 6.	Escala de valoración del indicador de condición-tendencia arrecifes de coral – ICT _{AC} (Rodríguez-Rincón <i>et al.</i> , 2014)	3
Tabla 7.	Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y del Pacífico colombianas, agrupadas por UACs y departamentos. Datos tomados de Sánchez-Páez et al., (2004) y Gómez-Cubillos et al. (2014). CAI: Caribe Insular, ATG: Alta Guajira, VNS: Vertiente Norte de la Sierra Nevada, CGSM: río Magdalena y complejo Canal del Dique- Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, RSGM: río Sinú y el golfo de Morrosquillo, DA: El Daríen, PNC: Pacífico Norte Chocoano, BA: El Baudó, MAB: Málaga-Buenaventura y LAS: Llanura Aluvial Sur	52
Tabla 8.	Extensión del ecosistema de manglar en Colombia (ha), según reporte del MADS 6	3
Tabla 9.	Indicador de extensión de los bosques de mangle. Caso "Ciénaga Grande de Santa Marta-CGSM"	4
Tabla 10	O. Rangos de referencia para calcular el IBI _M . Los rangos se contruyeron para cada variable teniendo en cuenta reportes de diferentes fuentes bibliográficas para el Caribe colombiano y los datos obtenidos en el proyecto de monitoreo del bosque de mangle de la Cienaga Grande de Santa Marta (Ibarra <i>et al.</i> , 2015). S: Subíndice	67
Tabla 11	I. Escala de interpretación del IBI _M	7
Tabla 12	2. Área instalada, área activa y producción para el cultivo de camarón P. vannamei por departamento	13



	. Saneamiento básico, producción, disposición y sistemas de tratamiento de residuos en los municipios costeros del Caribe y Pacífico colombianos	108
	. Caudal promedio histórico y carga anual estimada de contaminantes aportados por los principales tributarios que desembocan en el litoral Caribe y Pacífico colombiano. NID (Nitrógeno Inorgánico Disuelto), PO ₄ (Fósforo inorgánico disuelto), DBO ₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno), SST (Sólidos Suspendidos Totales), HAT (Hidrocarburos del petróleo), CTE (Microorganismos de contaminación fecal), NMP (Número más Probable). Fuente Caudal: serie de tiempo 1959- 2010 (IDEAM, 2012); (Restrepo, 2006); (Garay-Tinoco <i>et al.</i> , 2006) Fuente concentraciones: Base de datos REDCAM (INVEMAR, 2014b).	113
Tabla 15.	Listado de áreas marinas protegidas del SAMP	131
	. Línea Base (año 2010) y Cálculo (año 2014), se muestra la diferencia respecto al año anterior.	136
Tabla 17.	. Áreas con potencial de restauración en la zona marino-costera de Colombia	140
	. Consolidado de especies cuya bioactividad ha sido evaluada y las que se han caracterizado químicamente hasta el 2012 y las publicadas en 2013	154



LISTA DE FIGURAS

Figura 1	I. Fronteras nacionales e internacionales de la zona marino – costera del territorio colombiano (modificado de IGAC, 2002).	19
Figura 2	2. Localización de las Unidades Ambientales Oceánicas y Costeras (INVEMAR, 2000)	25
Figura 3	3. Sector acantilado afectado por erosión costera frente a la comunidad del río Hobo, Arboletes (Antioquia).Fotografía: David Morales.	28
Figura 4	1. Acumulados mensuales de precipitación el aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta para 2014. Fuente de datos: http://institucional.ideam.gov.co/jsp/1190	29
Figura 5	5. Distribución de la salinidad (UPS) en columna a lo largo de la zona marina adyacente al departamento del Magdalena, durante marzo (A) y octubre (B) de 2014. Modificada de (INVEMAR-GEO, 2014a)	31
Figura 6	6. Desplazamiento de la línea de costa en la playa Sprat Bight (isla de San Andres) entre 1990 y 2014. Tomado de: (INVEMAR-GEO, 2014c)	33
Figura 7	7. Escuela del poblado de La Barra en mayo 23 de 2013 (A) y junio 26 de 2014 (B). Fotografías: Oswaldo Coca.	34
Figura 8	3. Clasificación de vulnerabilidad por erosión costera y sus componentes: 1.Exposición, 2.Fragilidad y 3.Falta de resiliencia y 4.Vulnerabilidad Total para las seis zonas de estudio (recuadros rojos). Tomado de: (INVEMAR-GEO, 2014c)	35
Figura 9	Modelo Digital de Profundidad (A) e interpretación geomorfológica de los fondos marinos (B), golfo de Urabá.	37
Figura 1	10. Modelo Digital de Profundidad (A) e interpretación geomorfológica de los fondos marinos (B), isla Gorgona	38
Figura 1	11. Longitud de línea de costa total y afectada por erosión en cada departamento o territorio insular.	40
Figura 1	12. Resumen nacional de los resultados del ICAM para la época seca y de lluvias de 2013. Los colores de las barras representan la calidad de acuerdo con la escala indicativa y el número de estaciones que cumplieron con cada condición (Tabla 4)	43
Figura 1	13. Calidad del agua marino-costera evaluada con el índice para preservación de flora y fauna (ICAM _{PFF}), en las zonas de los departamentos costeros del Caribe y Pacífico colombianos, durante la época seca (a y b) y de lluvias (c y d) de 2013. Los colores	



	de las barras representan la calidad del agua de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 4) y los valores representan el número de estaciones calificadas en esa categoría. Para mayor información consultar el portal web: http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp	46
Figura 1	14. Estado del agua marino-costera evaluada con el índice de calidad para preservación de flora y fauna (ICAM _{PFF}) en las zonas costeras de los departamentos del Caribe y Pacífico colombianos durante la época seca (a y b) y lluviosa (c yd) de 2013. Los colores representan la escala indicativa de calidad de la Tabla 4	48
Figura 1	15. Representación gráfica de la condición tendencia de arrecifes de coral (ICT _{AC}) para dos épocas de muestreo al año 2014 en diferentes AMP del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia. Colores de convención acuerdo con la escala indicativa (Tabla 6).	56
Figura 1	16. Ubicación espacial de los manglares en el Caribe colombiano	60
Figura 1	17. Ubicación espacial de los manglares en el Pacífico colombiano	61
Figura 1	18. Tendencia de la cobertura de manglar en la Cienaga Grande de Santa Marta (CGSM)	64
Figura 1	19. Serie histórica del Indicador de Integridad Biologica de manglares (IBI _M) en cuatro estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM)	68
Figura 2	20. Captura industrial y artesanal desembarcada para el Caribe y Pacífico colombiano. *Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y junio. Para el Caso Caribe, en 2014, el 93% de los desembarcos provinieron de faenas industriales de pesca de atún con cerco en el Pacífico Oriental Tropical (SEPEC, 2014)	72
Figura 2	21. Captura artesanal por especie desembarcada para el Caribe y Pacífico colombianos. *Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y junio	73
Figura 2	22. Captura industrial por especie desembarcada para el Caribe y Pacífico colombianos. *Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y junio	73
Figura 2	23. Captura desembarcada total y por grupos de especies en la CGSM	75
Figura 2	24. Composición interanual de la captura desembarcada por especies en la CGSM	76
Figura 2	25. Abundancia relativa de peces (A) e invertebrados (B) por arte de pesca en la CGSM	77
Figura 2	26. Variación interanual de las tallas media de captura (TMC) para las principales especies en la CGSM y su ubicación con respecto a la talla media de madurez sexual (TMM)	79



las capturas objetivo, incidental y descartes en la CGSM	·
Figura 28. Fracción desovante y juvenil de los principales recurso durante 2014	os pesqueros en la CGSM
Figura 29. Variación interanual de la renta económica promedio r para los principales artes de pesca en la CGSM y su ub renta umbral del SMMLV para cada año (en el 2014: SM	icación con respecto a una
Figura 30. Variación interanual de la captura objetivo en las pesq Pacífico (CAS y CAP) y su relación con la cuota global o referencia límite)	de pesca anual (punto de
Figura 31. Variación interanual de la captura objetivo en la pesque colombiano y su relación con la cuota global de pesca (*Información estimada únicamente a partir de los deserra-	punto de referencia límite).
Figura 32. Variación interanual de la captura por unidad de esfue pesquerías de camarón del Pacífico (A) y Caribe (B) colo	· · ·
Figura 33. Variación interanual de las tallas medias de captura (T principales especies en las pesquerías de camarón del l de referencia límite (PRL) que es la talla media de madu	Pacífico con respecto al punto
Figura 34. Variación interanual de las tallas medias de captura (TM notialis, principal especie en la pesquería de CAS del Car al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de	ibe colombiano con respecto
Figura 35. Variación interanual de la relación fauna acompañante las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y del Caribe	
Figura 36. Estructura de tallas para las hembras de las principales pesquerías de CAS (A y B) y de CAP (C y D) del Pacífico indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el madurez (TMM)	o colombiano durante 2014, I valor de la talla media de
Figura 37. Estructura de tallas para las hembras de la principal es pesquería del Caribe colombiano durante 2014, indicand de las capturas y el valor de la talla media de madurez (do la fracción juvenil y adulta
Figura 38. Variación interanual de la renta promedio por faena (± CAS (A) y CAP (B) en el Pacífico colombiano. CT = Cos	



CAS	'ariación interanual de la renta promedio por faena (±DE) en las pesquerías de S del Caribe colombiano, con puerto de desembarco Cartagena (A) y Tolú (B). CT costos totales. (PRL = 15%CT)	101
	roducción anual de cultivo del camarón <i>P. vannamei</i> en Colombia (hasta junio de l4). *Registro para las dos costas	105
•	rincipales fuentes terrestres de contaminación que llegan a las aguas marino- teras de Colombia. Fuente:(IGAC, 2002; Supertransporte, 2008; DANE, 2011)	107
de a Es d Inve	Caudal estimado de vertido de aguas residuales domésticas – ARD y cobertura alcantarillado en los municipios costeros del Caribe y Pacífico colombianos. de resaltar los picos en grandes centros urbanos. Fuente caudal: cálculo emar,(UNEP-RCU/CEP, 2010). Población y cobertura alcantarillado: (DANE, 2011; PD, 2009; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABÁ, 2012; CORPAMAG, 2012)	111
•	mportancia de las problemáticas y amenazas de los bosques de manglar en los partamentos de Colombia.	116
Figura 44. Ca	ausas de deterioro identificadas en los manglares de Colombia a nivel departamental	117
•	Promedio del número de causas de deterioro que afectan los sectores de manglar Colombia	118
•	squema de las acciones desarrolladas para la planificación ambiental y la gestión grada de los ambientes marinos y costeros en Colombia	121
Figura 47. M	letodología COLMIZC (tomado de Rojas-Giraldo <i>et al.</i> , 2010)	122
•	vances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas osteras	125
_	Distribución geográfica de los avances en la implementación de instrumentos de nificación para zonas marinas y costeras	126
•	lúmero de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo egrado costero	129
Figura 51. No	lúmero de áreas marinas protegidas con/sin plan de manejo	133
mar	Representatividad (%) de los ecosistemas marino costeros dentro de las áreas rinas protegidas, reportes año 2010 (línea base) y año 2014 (Fuente: Datos yecto GEF-SAMP)	136



Figura 53. Grados de priorización de las unidades de análisis para restaurar en Colombia para A. Playas de Arena, B. Areas Coralinas, C. Sectores de Manglar, D. Praderas de Pastos	139
Figura 54. Ecosistemas presentes en los mosaicos de ecosistemas marino-costeros con prioridad para ser restaurados en Colombia	141
Figura 55. Zonificación de los manglares de Colombia. Incluye estudios aprobados, no aprobados o en proceso de aprobación por el MADS	143
Figura 56. Aporte departamental en términos de sectores a las Zonas de uso sostenible (a), Zonas de preservación (b) y Zonas de recuperación (c) de acuerdo a los estudios aprobados por el MADS en Colombia.	144
Figura 57. Sectores de manglar a nivel departamental zonificados: zonas de recuperación, zonas de preservación y zonas de uso Sostenible; con zonificación aprobada por el MADS	144
Figura 58. Sectores de manglar a nivel departamental sin zonificación aprobada por el MADS	145
Figura 59. Disponibilidad a pagar (DAP) por servicios ecosistémicos	149
Figura 60. Especies de organismos marinos por grupos ensayados para evaluar su bioactividad	155
Figura 61. Especies de organismos marinos cuyos extractos han sido caracterizados químicamente	156

Capítulo I LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA





MARCO GEOGRÁFICO

Colombia es un país con 1'137.814 km² de área continental, cuenta aproximadamente con 3.531km de costa en el océano Pacífico y el mar Caribe, que le otorgan otros 892.102 km² de aguas jurisdiccionales, según el mapa Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos (IDEAM *et al.*, 2007), para un extensión total aproximada de 2'070.408 km². Es así como Colombia tiene un área jurisdiccional marítima relativamente igual a la de su territorio emergido (continental e insular), y de ahí el origen del lema institucional del INVEMAR: "Colombia 50% Mar".

Desde la perspectiva biogeográfica, a lo largo de la jurisdicción marina se diferencian la región del Atlántico Tropical y la región del Pacífico Este Tropical, dentro de las cuales se encuentran tres provincias: Provincia Océano Pacífico Tropical, Provincia Mar Caribe y la Provincia Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En cada una de ellas se presentan sistemas insulares, diversos paisajes y ecosistemas característicos del trópico. Las máximas profundidades alcanzan los 4.990 m en la cuenca Colombia en el mar Caribe (IDEAM *et al.*, 2007).

La zona costera definida por la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia PNAOCI, corresponde a la franja del litoral de 2 km atrás de los ecosistemas de influencia marina y de los centros poblados costeros y tiene una extensión emergida (continental e insular) de 16.128 km² (aprox. 1,5% del territorio emergido), pero la extensión de la zona costera también va hasta la plataforma continental mar adentro. La mayor parte del límite exterior de la plataforma continental coincide con la isóbata de los 200 m y en general la zona costera marina representa un 6% de las aguas jurisdiccionales.

El Caribe colombiano está localizado en el sector más septentrional de Suramérica, en su extremo noroccidental. Debido a la ubicación del archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y los cayos e islotes asociados, Colombia tiene fronteras internacionales con Jamaica, Haití y República Dominicana al norte, con Costa Rica y Nicaragua al noroccidente, hacia el oriente limita con Venezuela, en donde la frontera cruza la línea de costa en el sector de Castilletes (N 11°50', W71°20') y al occidente comparte frontera con Panamá, cruzando la zona costera en Cabo Tiburón (N 08°41'7,3" W 77°21'50,9"). Tiene una longitud de línea de costa de 1.932 km, una zona costera emergida de 7.673 km² y una superficie de aguas jurisdiccionales de 532.154 km² (Tabla 1) (Figura 1).



Tabla 1. Áreas y longitudes aproximadas de la zona marina y costera de Colombia. Los vectores fueron reproyectados de Magna Colombia Bogotá a Lambert Azimutal Colombia para estimar las áreas¹.

		REGIÓN		TOTAL
		Caribe	Pacífico	IUIAL
	Continental	1.785	1.545	3.531
Línea de costa (km)	Insular del margen continental	86	50	
Línea de costa (km)	Insular Oceánico	60	4	
	Subtotal	1.932	1.599	
	Continental	7.594	8.435	16.128
Área emergida de la zona costera (km²)	Insular del margen continental	30	20	
	Insular Oceánico	49	1	
	Subtotal	7.673	8.456	
	Extensión de aguas costeras	30.219	21.205	
Extensión de aguas jurisdiccionales (km²)	Extensión de aguas oceánicas	501.935	338.744	892.102
juniouionanoo (MIII)	Subtotal	532.154	359.948	

La gobernabilidad de la costa continental del Caribe colombiano está conformada por las gobernaciones de los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia y Chocó, en total 41 municipios, 7 Capitanías de Puerto y 11 Autoridades Ambientales entre Corporaciones Autónomas Regionales – CAR y Departamentos Técnico Administrativos de Medio Ambiente, encargados de la gestión ambiental (Tabla 2), entre sí las cabeceras municipales están comunicadas por una red vial primaria pavimentada, y vías secundarias que comunican con poblaciones menores. Desde el punto de vista fisiográfico costero predomina la llanura Caribe, que se extiende hacia el norte de las estribaciones de las cordilleras Occidental y Central (serranías de Abibe y San Jerónimo). Resaltan el relieve de la Sierra Nevada de Santa Marta que se levanta desde el nivel del mar hasta 5.770 m, como un macizo aislado, los paisajes desérticos de La Guajira, los deltas de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato, así como los golfos de Morrosquillo en Sucre y de Urabá en Antioquia (INVEMAR *et al.*, 2002; INGEOMINAS, 1998; Steer *et al.*, 1997; Correa y Restrepo, 2002; Posada y Henao , 2008). Los archipiélagos de las islas del Rosario y de San Bernardo, ambos originados por diapirismo de lodo, colonizados por formaciones arrecifales (Vernette, 1985; Ingeominas, 1998), pertenecen al Caribe insular continental y se localizan en la plataforma continental frente a los departamentos de Bolívar y Sucre.

Los datos de áreas y distancias de esta tabla tienen como fuente principal la base de datos geográfica del mapa de ecosistemas continentales costeros y marinos escala 1:500.000, (IDEAM et al., 2007) y fueron ajustados acorde a las siguientes condiciones. Línea de costa: *insular del margen continental Pacifico incluye isla Gorgona, **insular del margen continental Caribe incluye islas tierra Bomba, Fuerte, Arena e islas del Rosario y San Bernardo. ***insular oceánico Caribe incluye islas de San Andrés y Providencia. ****insular oceánico Pacifico incluye isla Malpelo. *****continental Caribe borde litoral externo, sin contar limites internos de los esteros e incluyendo San Andrés de Tumaco.



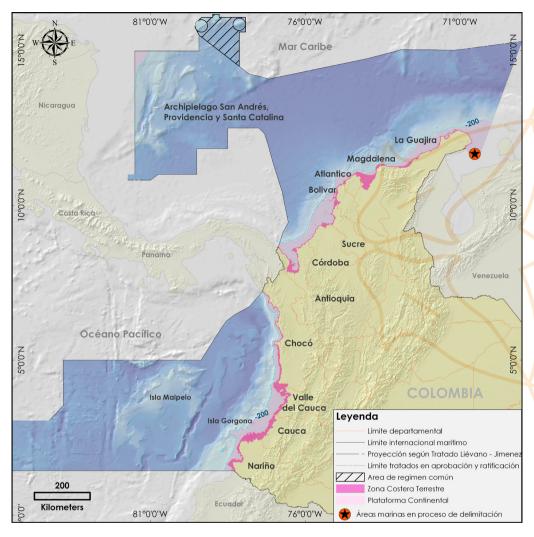


Figura 1. Fronteras nacionales e internacionales de la zona marino – costera del territorio colombiano (modificado de IGAC, 2002).

La costa Caribe insular oceánica está conformada por el Archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y sus islotes y cayos asociados; se ubica al noroeste del país, en la llamada zona de elevación de Nicaragua, entre las coordenadas 10°49′ y 16°10′ de latitud Norte y 78° 00′ y 82°14′ de longitud Oeste (Figura 1). Tiene una extensión de línea de costa de 60 km aproximadamente y un área terrestre de 49 km² (Posada *et al.et al.*, 2011) (Tabla 1). Administrativamente está conformada por un solo departamento que se comunica con el resto del país a través del Aeropuerto Gustavo Rojas Pinilla



en San Andrés Isla, 2 Capitanías de Puerto y por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina CORALINA encargada de la gestión ambiental en el Archipiélago (Tabla 2).

El Pacífico colombiano se ubica en la región occidental de Colombia; está limitado al norte por la frontera internacional con Panamá, que cruza el litoral en el sector intermedio entre punta Cocalito en Panamá y punta Ardita en Colombia (N 7° 12' 39,3" W 77° 53' 20,9") y al sur por la frontera internacional con Ecuador marcada en la zona costera por el río Mataje (N 1° 26' W 78° 49'). Entre la isla de Malpelo, perteneciente a Colombia, y la isla de Coco, de propiedad de Costa Rica, se ha delimitado una frontera internacional marina y submarina, aunque el tratado aún no ha sido firmado por parte de Costa Rica. El Pacífico colombiano tiene una línea de costa de 1.544 km de longitud, una porción emergida de la zona costera e insular de 8.455 km² y una superficie de aguas jurisdiccionales de 359.948 km² correspondiente al 18% del territorio nacional, extensión que ve favorecida por la ubicación de la isla Malpelo en aguas oceánicas distantes de la costa, aproximadamente 380 km (Tabla 1) (INVEMAR, 2002; Steer *et al.*, 1997; Posada *et al.*, 2009, 2011).

El litoral Pacífico está integrado por los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, 16 municipios costeros, 4 Capitanías de Puerto y 4 CAR (Tabla 2). El principal medio de comunicación entre los municipios costeros es el transporte fluvial y marítimo, mientras que la red vial primaria existe solamente entre las poblaciones de Cali y Buenaventura en el Valle del Cauca, y entre Pasto y Tumaco en Nariño (INGEOMINAS, 1998; Steer et al., 1997). La costa del Pacífico se divide en dos regiones fisiográficamente diferentes: la zona norte, entre Panamá y Cabo Corrientes, de aproximadamente 375 km de longitud, constituida por costas acantiladas muy accidentadas, correspondientes a la serranía del Baudó. Hacia el sur de Cabo Corrientes hasta el límite con el Ecuador la costa es baja, aluvial, con planos inundables cubiertos por manglares, una red de drenaje densa conformada por ríos y esteros y sólo interrumpidos por pequeños tramos de acantilados en bahías de Málaga, Buenaventura y Tumaco (INGEOMINAS, 1998; Posada et al., 2009).

Tabla 2. Gobernabilidad en las regiones costeras colombianas.

	DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS COSTEROS	AUTORIDADES AMBIENTALES	CAPITANÍAS DE PUERTO
COSTA CARIBE	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	Isla San Andrés	CORALINA	San Andrés
		Isla Providencia		Providencia
	La Guajira	Uribia	CORPOGUAJIRA	Puerto Bolívar
		Manaure		
		Riohacha		Riohacha
		Dibulla		



	DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS COSTEROS	AUTORIDADES AMBIENTALES	CAPITANÍAS DE PUERTO
	Magdalena	Santa Marta	DADMA	
		Ciénaga		
		Zona Bananera	CORPAMAG	Santa Marta
		Puebloviejo		
		El Retén		
		Pivijay		
		SitioNuevo		
		Remolino		
		Salamina		
	Atlántico	Barranquilla	DAMAB	
		Puerto Colombia	CRA	Barranquilla
		Tubará		
COSTA CARIBE		Juan de Acosta		
		Piojó		
ΔV		Luruaco		
SOS	Bolívar	Cartagena de Indias	EPA	
		Santa Catalina	CARDIQUE	Cartagena
		Santa Rosa		
		Turbaco		
		Turbaná		
		Arjona		
	Sucre	San Onofre	CARSUCRE	Coveñas
		Tolú		
		Coveñas		
		Palmito		
	Córdoba	San Antero	CVS	
		San Bernardo del Viento		
		Lorica		
		Moñitos		



	DEPARTAMENTOS	MUNICIPIOS COSTEROS	AUTORIDADES AMBIENTALES	CAPITANÍAS DE PUERTO
COSTA CARIBE	Córdoba	Puerto Escondido	CVS	Turbo
		Los Córdobas		
	Antioquia	Arboletes	CORPOURABÁ	
		San Juan de Urabá		
		Necoclí		
		Turbo		
	Chocó	Unguía	CODECHOCÓ	
		Acandí		
		Juradó		Bahía Solano
		Bojayá		
		Bahía Solano		
		Nuquí		Buenaventura
		Bajo Baudó		
0	Valle del Cauca	Buenaventura	CVC	
흜	Cauca	López de Micay	CRC	Guapi
PA		Timbiquí		
A DEI		Guapi		
COSTA DEL PACÍFICO	Nariño	Santa Bárbara	CORPONARIÑO	Tumaco
		El Charco		
		La Tola		
		Olaya Herrera		
		Mosquera		
		Francisco Pizarro		
		San Andrés de Tumaco		

La costa del Pacífico insular está conformada por la isla de Gorgona, en el margen continental, y la isla Malpelo, en el sector oceánico (Figura 1). Tienen una longitud total de línea de costa de 25 km y 4 km respectivamente y un relieve montañoso y escarpado, con abundante vegetación tropical para Gorgona y suelos desnudos en Malpelo (Tabla 1) (Posada et al., 2011).



A nivel poblacional, Colombia es un país con 45,5 millones de habitantes (DANE, 2010), concentrados en su mayoría en las ciudades capitales continentales. Se estima que la población costera representa aproximadamente el 11% de la población total (DANE, 2010), con una tendencia de crecimiento ocasionada por los acelerados procesos de urbanización. Lo anterior es más evidente en el Caribe, donde se concentra el mayor número de habitantes (84% de la población total costera), siendo los municipios de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta los de mayor proporción. En el Pacífico, solo se encuentra el 16% de la población costera del país, siendo el municipio de Buenaventura el principal centro poblado.

A pesar de lo anterior, la distribución de la población en la zona costera colombiana contrasta con la tendencia mundial, en la que la mayoría de la población se asienta en la costa. Sin embargo, los municipios costeros son los de mayor tasa de crecimiento poblacional del país, los principales receptores de población desplazada y en general los de menor nivel de vida en comparación con el promedio nacional.

Por otra parte, la zona costera colombiana se constituye en el principal eje de desarrollo económico del país, especialmente por la realización de actividades relacionadas con el transporte marítimo, el comercio exterior, el turismo, la pesca y el sector minero-energético (Ramos y Guerrero, 2010). Este último, ha venido tomando auge por la potencialidad que presentan las áreas marinas y costeras para su usufructo y por los diferentes programas de desarrollo que se vienen impulsando a nivel nacional. En este sentido, se resalta que los departamentos costeros aportaron para el año 2010 aproximadamente el 40% al PIB del país, proyectado para el año 2010 en 548.273 millones de pesos (DANE, 2010).

UNIDADES DE GESTIÓN

Según el DNP (2007)², el ordenamiento territorial (OT) se refiere, por una parte, a la organización y la estructura político administrativa del Estado: funciones, competencias, interrelaciones entre los niveles de gobierno, etc. Y por la otra, a la relación de la sociedad con el territorio, que se evidencia a través de diferentes dinámicas y prácticas políticas, sociales, económicas, ambientales y culturales, generadoras de condiciones específicas de desarrollo territorial. Ambos elementos del OT son interdependientes y de su adecuada regulación y planificación depende la posibilidad de administrar y gestionar eficientemente el territorio tanto continental como marino y aprovechar sus potencialidades en procura de un desarrollo equilibrado y sostenible, una mayor integridad territorial, un fuerte sentido de cohesión social y, en general, un mayor nivel de bienestar para la población.

En este contexto, la PNAOCI (MMA, 2001), estableció las tres grandes Regiones oceánicas y costeras del país (Caribe Continental e Insular y Pacífico Continental), como regiones integrales de planificación del desarrollo y ordenamiento territorial, reconociendo que cada una de ellas tiene dinámicas y características particulares que ameritan reconocer en estos procesos estas peculiaridades.

Según la Política Nacional, esta estrategia permite establecer diferentes niveles o instancias dentro del proceso de administración de las zonas costeras. Hace énfasis en la escala de las grandes regiones para

² DNP, 2007. Visión Colombia Segundo Centenario. Aprovechar el territorio marino-costero de forma eficiente y sostenible.



mostrar la necesidad de agrupar administrativamente y para efectos de planificación estratégica a todas las unidades administrativas de cada costa, con base en el argumento de que cada una de ellas tiene su propia base ecosistémica, problemática y diagnóstico.

Por otra parte, al interior de cada una de las Regiones Integrales de Planificación, se definieron unidades ambientales y geográficas continuas, con ecosistemas claramente definidos, que requieren una visualización y manejo unificado. Se establecieron 12 unidades ambientales, unas de carácter costero y otras oceánicas –UACO's, que constituyen los espacios oceánicos y la zona costera nacional. Su descripción y localización (ver Figura 2), es la siguiente:

Región Caribe Insular

Unidad Ambiental Caribe Insular – Reserva de Biósfera SEAFLOWER: comprende todo el territorio del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, los terrenos emergidos así como los recursos de la plataforma arrecifal y prearrecifal y los espacios oceánicos.

Región Caribe Continental y Oceánica

Unidad Ambiental Costera de la Alta Guajira: desde Castilletes (frontera con Venezuela) hasta la boca del río Ranchería en el departamento de la Guajira.

Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de La Sierra Nevada de Santa Marta: desde la boca del río Ranchería (inclusive) hasta la boca del río Córdoba (inclusive) en el departamento del Magdalena.

Unidad Ambiental Costera del Río Magdalena: complejo Canal del Dique – sistema lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta: Desde la boca del río Córdoba y hasta el Delta del Canal del Dique (inclusive) en el departamento de Bolívar. Incluye el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario.

Unidad Ambiental Costera Estuarina del Río Sinú y el Golfo de Morrosquillo: desde el delta del Canal del Dique hasta punta Caribaná en el departamento de Antioquia. Incluye el Archipiélago de San Bernardo.

Unidad Ambiental Costera del Darién: desde Punta Caribaná hasta Cabo Tiburón (Frontera con Panamá) en el departamento del Chocó.

Unidad Ambiental Caribe Oceánico: representada por todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia en el mar Caribe a partir de la isóbata de los 200 m, límite convencional de la plataforma continental o insular.

Región Pacífico

Unidad Ambiental Costera del Alto Chocó: desde la frontera con Panamá (Hito Pacífico) hasta Cabo Corrientes en el departamento del Chocó.

Unidad Ambiental Costera del Frente Río Baudó - Río Docampadó: desde Cabo Corrientes hasta el delta del río San Juan en el departamento del Chocó.

Unidad Ambiental Costera del Complejo de Málaga - Buenaventura: desde el delta del río San Juan (inclusive) hasta la boca del río San Juan de Micay en el departamento del Cauca.



Unidad Ambiental Costera de la Llanura Aluvial Sur: desde la boca del río San Juan de Micay (inclusive) hasta la boca del río Mataje (Hito Casas Viejas - Frontera con Ecuador) en el departamento de Nariño. Incluye las islas de Gorgona y Gorgonilla.

Unidad Ambiental Pacífico Oceánico: representada por todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia en el océano Pacífico a partir de la isóbata límite convencional de la plataforma continental o insular.

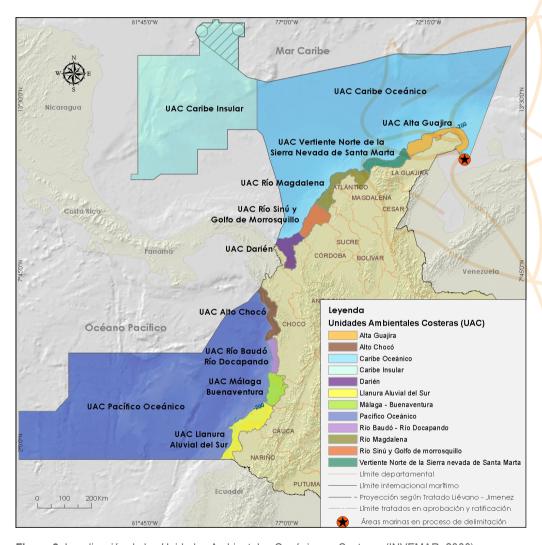


Figura 2. Localización de las Unidades Ambientales Oceánicas y Costeras (INVEMAR, 2000).





INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas se constituyen por un espacio natural que puede ser descompuesto en unidades con una determinada arquitectura, composición y funcionamiento. Cada uno de ellos se concibe como una combinación única de elementos bióticos y no-bioticos y posee una historia particular que los hace diferentes de los demás. El concepto de ecosistema también tiene una relación estrecha e interdependiente con los sistemas humanos a través de un conjunto de procesos ecológicos que son percibidos como beneficios (servicios ecosistémicos) para el desarrollo de los diferentes sistemas culturales humanos en todas sus dimensiones (político, social, económico, tecnológico, simbólico, mítico y religioso). Una adecuada gestión basada en ecosistemas requiere por lo tanto, conocer y medir tanto las dinámicas biológicas como los referentes de los elementos abióticos con los cuales interactúan. Es así como los procesos de estado del tiempo, los cambios en los regímenes oceanográficos e hidrológicos y el grado de erosión y acreción de un sistema costero se convierten en factores que contribuyen tanto positiva como negativamente en el desarrollo integral de los ecosistemas, determinando su sostenibilidad a futuro. Estos factores influencian de forma individual o sinérgicamente, el estado de calidad del agua, eje transversal entre todos elementos de los ecosistemas.

Un enfoque alternativo ante la dificultad de medir el estado de la biodiversidad marina, es utilizar 'sustitutos' para predecir áreas de interés es decir, definir dónde una determinada especie o comunidad existe. Un sustituto en un sentido ecológico se comporta como un indicador, dado que puede ser medido y se correlaciona con lo que queremos evaluar. La disponibilidad de energía, el tiempo evolutivo, el área, los límites geográficos y la heterogeneidad de hábitat son los principales factores que influencian los patrones de riqueza. Los procesos abióticos que sustentan los ecosistemas marino-costeros al igual que las estimaciones de calidad de agua o del sedimento al utilizarse como sustitutos, permiten evidenciar su degradación, colapso o eliminación local, ayudando a determinar con antelación las acciones necesarias para prever, mitigar o restaurar el estado de los hábitats y la biodiversidad asociada a los ecosistemas.

Con base en lo anterior, el INVEMAR ha desarrollado en colaboración con autoridades ambientales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo sostenible, Parques Nacionales Naturales y algunas administraciones a nivel municipal y departamental, una red de monitoreo de procesos de cambio que puedan presentarse tanto en el medio abiótico como en la estructura y función de algunos ecosistemas estratégicos.

En el presente capítulo se muestran los resultados de evaluación del estado del ambiente y los ecosistemas marinos y costeros llevada a cabo durante el año 2014, correspondiente al trabajo multidisciplinario de los grupos de geociencias marinas, calidad ambiental y monitoreo ecosistémico, para que el lector pueda familiarizarse con las características y procesos que son tenidos en cuenta para el análisis y medición de los indicadores determinados en cada caso. Estos indicadores pretenden ofrecer la mejor información técnica para apoyar la toma de decisiones tanto administrativas como de gestión, de las principales problemáticas ambientales de la zona costera del país.



EL AMBIENTE ABIÓTICO

Los aspectos físicos abordados durante el 2014 contribuyeron a la caracterización abiótica de las zonas marinas y costeras de Colombia. Continuando con los estudios de erosión (Figura 3), se avanzó en el desarrollo e implementación de una metodología para la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad por dicho fenómeno. También, se hizo una descripción detallada de las condiciones climáticas reinantes en el Caribe colombiano y su influencia en la salinidad para la zona marina del departamento del Magdalena. Adicionalmente, se contribuyó al mapeo de ecosistemas a partir de la interpretación de las geoformas del fondo marino.

Los desastres naturales en la zona costera son causantes de múltiples pérdidas humanas y económicas. Avanzar en el diagnóstico de la erosión costera hacia la articulación e integración de la información geológica, geomorfológica, oceanográfica y antrópica, mediante el análisis de la amenaza y vulnerabilidad, es una tarea importante que aporta lineamientos para las políticas de prevención, control y mitigación, planes de ordenamiento territorial, planes de manejo integrado de zonas costeras y programas de gestión del riesgo.



Figura 3. Sector acantilado afectado por erosión costera frente a la comunidad del río Hobo, Arboletes (Antioquia). Fotografía: David Morales.



▼ Clima y oceanografía

El conocimiento de las características climáticas y sus repercusiones oceanográficas, es importante en la medida que permite contextualizar los resultados obtenidos en la medición de otras variables del medio marino, ya que estas variables responden ante eventos de vientos, temperatura del aire y precipitación. En el año 2014 se avanzó en la caracterización de la zona marino-costera del departamento del Magdalena, en la cual se desarrollan diferentes actividades económicas (turismo, pesca, transporte y almacenamiento de carbón), se evidencian procesos de erosión, se presentan descargas (ríos, emisario submarino) e incluye dos zonas de alta importancia ecológica (PNN Vía Parque Isla Salamanca y PNN Tayrona).

El año 2014 fue un año con unas particularidades climáticas bien marcadas para la zona costera del departamento del Magdalena. Durante el primer semestre del año, la costa Caribe experimentó fuertes sequías, lo cual fue evidenciado en las bajas precipitaciones registradas por la estación meteorológica del aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta (Figura 4), tal que durante los meses de enero a mayo del 2014, las precipitaciones fueron nulas. En diversos medios de comunicación se asoció la fuerte sequía al evento El Niño que se registró en otros lugares del Pacífico occidental y central (NOOA, 2014). No obstante, el IDEAM con base en los reportes de la NOAA, indicó que durante los primeros meses del año, las condiciones ENOS medidas por el índice de oscilación del sur (IOS) fueron neutras en el Pacífico tropical (IDEAM, 2014a, 2014b, 2014c). Por las oleadas de calor y sequía, sumado a las condiciones meteorológicas, durante los primeros meses del año, se registraron incendios en algunos sectores del departamento del Magdalena, afectando aproximadamente 17 hectáreas (IDEAM, 2014d; UNGRD, 2014). Fenómenos meteorológicos como los frentes fríos (propios de latitudes medias) y la oscilación Madden-Julian (MJO), también incidieron en el comportamiento de la precipitación en Colombia. En el boletín N° 229 de marzo de 2014, el IDEAM indicó que probablemente la MJO fue el sistema que contribuyó a explicar, en gran parte, el comportamiento atmosférico en el país durante esos días, influyendo en el descenso de las precipitaciones.

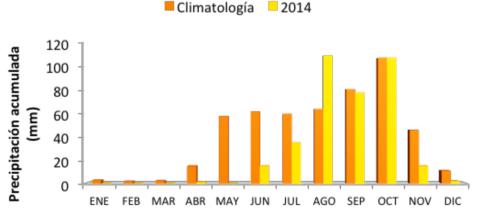


Figura 4. Acumulados mensuales de precipitación el aeropuerto Simón Bolívar de la ciudad de Santa Marta para 2014. Fuente de datos: http://institucional.ideam.gov.co/jsp/1190



Posteriormente, en los meses de junio a diciembre, se presentaron precipitaciones en la zona, siendo superiores a las esperadas solamente en el mes de agosto. En contraste con las sequías del primer semestre del año, a partir del mes de agosto se presentaron fuertes precipitaciones en la ciudad de Santa Marta, superando el promedio esperado, indicando que fue un mes atípico el del 2014. Esto puede ser explicado en términos de los eventos atmosféricos ocurridos durante dicha temporada. Entre el 1 y 13 de agosto, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se ubicó entre los 9° y 10°N, acompañada de un sistema de baja presión, cubriendo el sur del litoral Caribe colombiano y generando la formación de precipitaciones moderadas sobre el área. Adicionalmente entre el 5 y 9 de agosto, se presentó el desplazamiento de dos ondas tropicales sobre el mar Caribe, que también generó lluvias moderadas (DIMAR-CIOH, 2014). Asimismo, se registró que el paso del ciclón tropical Cristóbal en el mar Caribe, favoreció indirectamente las precipitaciones por encima de lo normal en algunas zonas de la región costera entre el 24 y 29 de agosto (IDEAM, 2014d). Es probable que estos eventos climáticos favorecieran el comportamiento atípico del mes de agosto de 2014.

En el mes de septiembre las lluvias fueron entre moderadas a fuertes en el litoral de la región Caribe, prevaleciendo el tiempo lluvioso y aportando volúmenes significativos de precipitación (IDEAM, 2014e). En el mar Caribe colombiano los mayores volúmenes de lluvias se presentaron en el occidente, entre los días 1 al 20, asociados a la ZCIT y a las ondas tropicales. Por efecto de la ocurrencia de intensas lluvias, se presentaron incrementos súbitos de nivel en el río Toribio en el municipio de Santa Marta e inundaciones en el municipio de Fundación (IDEAM, 2014e; UNGRD, 2014). Para los meses restantes y de acuerdo con las fuentes consultadas (IDEAM), aunque el mes de octubre alcanzó un acumulado igual al promedio climatológico, este fue producto de dos días en que se presentaron fuertes precipitaciones en la zona (26 y 31 de octubre), ya que hasta la tercera semana de octubre, las precipitaciones habían sido mínimas. Noviembre y diciembre por su parte, estuvieron por debajo del valor esperado para la zona.

Estas variaciones en las precipitaciones se evidenciaron en los cambios de salinidad en la columna de agua registrados a lo largo de la zona marina del departamento de Magdalena durante el 2014 (INVEMAR-GEO, 2014a). Durante marzo, se presentaron perfiles de salinidad homogéneos y valores por encima de 36.5 UPS; mientras que para octubre se registraron los valores más bajos en superficie, con valores mínimos de 32 UPS (Figura 5). Las mayores salinidades registradas en marzo se asocian a la influencia de la surgencia que trae consigo además de menores temperaturas, aguas con mayores salinidades provenientes del fondo. Espacialmente, las mayores salinidades durante este mes se presentaron en la zona del Tayrona, la cual es reconocida como una zona influenciada por la surgencia costera (Andrade et al., 2003; Andrade y Barton, 2005; Paramo et al., 2011). De otro lado, el mes de octubre de 2014 presentó cambios superficiales en la salinidad con respecto a marzo, siendo más evidentes en las estaciones frente a los ríos Toribío y Córdoba, evidenciando la influencia de las descargas terrígenas en las condiciones marinas adyacentes. Los resultados obtenidos en ambos meses, son evidencia de las variaciones espacio-temporales en las condiciones oceanográficas del departamento del Magdalena y que están directamente asociadas con las condiciones climáticas prevalecientes durante el año muestreado.



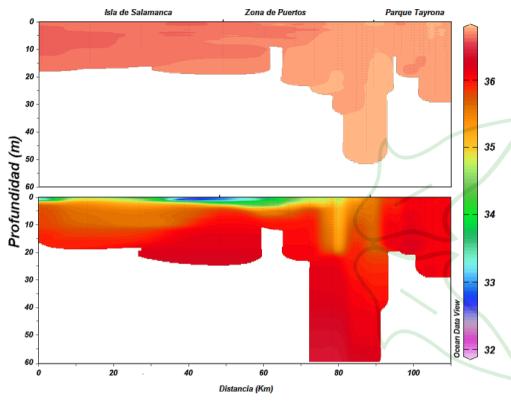


Figura 5. Distribución de la salinidad (UPS) en columna a lo largo de la zona marina adyacente al departamento del Magdalena, durante marzo (A) y octubre (B) de 2014. Modificada de (INVEMAR-GEO, 2014a).

▼ Erosión costera

En el 2014 se dio continuidad a los estudios sobre erosión costera, a partir del análisis de imágenes satelitales y levantamientos de perfiles de playa fue posible determinar la evolución de la línea de costa a mediano y a corto plazo de algunos sectores de los litorales Pacífico y Caribe. Estos estudios se desarollaron en los departamentos del Magdalena, San Andrés, Bolívar, Córdoba, Antioquia y Valle de Cauca. En el caso de San Andrés, los resultados de estos estudios incluyeron además la generación de cartografía que identifica la vulnerabilidad de seis playas ante el fenómeno de erosión.

Evolución litoral a corto y mediano plazo

Para el departamento del Magdalena, se analizó la evolución de la línea de costa comprendida entre la barra de Salamanca y el Parque Nacional Natural Tayrona (PNN Tayrona) (INVEMAR-GEO, 2014b). Los cambios a mediano plazo (1984-2014) mostraron una tendencia erosiva en el sector de la barra de Salamanca, donde se alcanzaron tasas de erosión de 13,5 m/año, siendo el punto más crítico el Km 19 vía Barranquilla —



Ciénaga, donde el desplazamiento de la línea de costa estuvo alrededor de los 90,7 m. En el sector donde se encuentran ubicados los puertos de exportación de carbón se mantuvo la tendencia erosiva, comportamiento también presentado en las bahías Concha, Nenguanje, Chengue y Cinto del PNN Tayrona; mientras que en el resto del parque, se evidenció acumulación. El análisis de los perfiles de playa permitió identificar al sector de la barra de Salamanca como el de mayor dinámica de playas en comparación con el sector de puertos y PNN Tayrona. Estos resultados evidenciaron diferencias espaciales en la evolución de la línea de costa del departamento del Magdalena, siendo el costado oeste el que registró mayor tendencia a la erosión.

En el departamento de Córdoba se realizó el monitoreo a corto plazo en dos sectores de los cinco municipios costeros, los cambios a corto plazo evidenciaron la dependencia de la dinámica litoral frente a las temporadas climáticas del Caribe. Entre los meses de abril a agosto, predominó la acumulación de sedimentos en la mayoría de los perfiles, posteriormente se registraron procesos erosivos marcados sobre todo en la parte sumergida de las playas (INVEMAR-GEO y CVS, 2014a). Las estructuras de protección se encontraron en su mayoría en mal estado y algunas no cumplen la función esperada (INVEMAR-GEO y CVS, 2014b).

En el litoral entre Los Córdobas y Arboletes se constató el carácter fuertemente erosional, evidenciado por la desaparición de la península de punta Rey y el consecuente retroceso del litoral entre la punta Arboletes y la desembocadura del río Hobo. Se estimó la intesidad de los procesos morfodinámicos para los sectores de Volcán de Lodo, Minuto de Dios y punta Rey durante el periodo 2010 – 2014 (Aqua y Terra, 2014). En el volcán de lodo, la presencia de estructuras de protección ha favorecido procesos de sedimentación en los costados nororientales de las mismas, mientras que las áreas al suroccidente alcanzan tasas de retroceso de 6 m/año. En Minuto de Dios las tasas de erosión se encontraron entre 4,9 y 10 m/año, el retroceso de la línea de costa ha impactado en la destrucción de viviendas y el consecuente desplazamiento de la población. En punta Rey los procesos de erosión alcanzan tasas de 7,5 m/año en el sector noroccidental, aunque para el área en general la tasa es de 4,2 m/año.

En el departamento de Bolívar el análisis de la línea de costa se realizó en los sectores de Galerazamba, Arroyo de Piedra, Morros, Cartagena, Tierrabomba, Playetas, Camaroneras, Canal del Dique y Barbacoas y en un intervalo de tiempo de 1989 a 2013 (INVEMAR-CARDIQUE, 2014). Las mayores tasas de erosión alcanzaron valores de -20.5 m/año y retrocesos de hasta 175 metros, siendo los sectores de Galerazamba, Tierrabomba, Playetas, Camaroneras, Canal del Dique y Barbacoas los más críticos; en los sectores de Arroyo de Piedra, Morros y Cartagena ha predominado la acumulación o la recuperación en la línea de costa, como el caso de Cartagena.

Continuando con el Caribe, en la isla de San Andrés se determinó la evolución litoral a mediano plazo (1990-2014) en seis sectores (playas) considerados como críticos frente a la erosión costera y con interés socioeconómico y ambiental: Sprat Bight, Rocky Cay, Sound Bay, Smith Channel, Bowies Bay y Jhonny Cay (INVEMAR-GEO, 2014c). Cabe mencionar que uno de los mayores impactos causados por la erosión es la perdida de la bancada de la vía circunvalar, en el costado oriental de la isla. En este estudio se encontró que la tendencia general de estas playas es de erosión, identificándose tasas de retroceso entre 0,1 y 1,8 m/año (Figura 6).



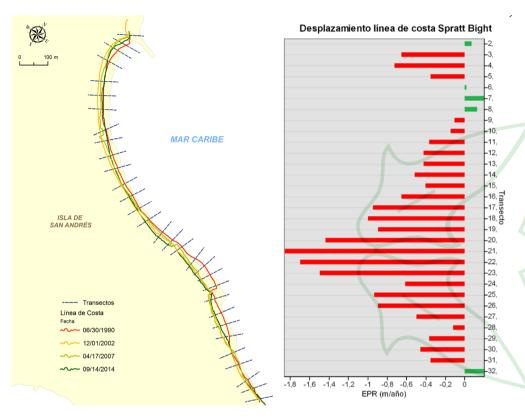


Figura 6. Desplazamiento de la línea de costa en la playa Sprat Bight (isla de San Andrés) entre 1990 y 2014. Tomado de: (INVEMAR-GEO, 2014c).

De otro lado, en el Pacífico colombiano se analizó la evolución reciente de la línea de costa en la bahía de Buenaventura, específicamente en punta Soldado y el poblado de La Bocana (INVEMAR-GEO, 2014d). Estudios realizados en 2013 concluyeron que esta zona estaba en una fase erosiva aguda, debido al exceso de energía que llega con los trenes de oleaje habituales, los resultados de este año confirmaron que la tendencia erosiva continúa: punta Soldado presenta retrocesos de hasta 89,6 m y La Bocana de hasta 21,8 m, la diferencia más importante entre estas dos zonas, radica en que en La Bocana hay una población expuesta; mientras que en punta Soldado no. En otro sector del municipio de Buenaventura, específicamente en bahía Málaga, se continuó desarrollando monitoreo y análisis de playas para evaluar la evolución litoral y poblacional en el poblado de La Barra (INVEMAR-GEO, 2014d). En este sector, la erosión costera ha sido progresiva y fuerte; en 5 años, la línea de costa ha retrocedido 222 m, solo en 2014 retrocedió 47 m, afectando directamente a la población, su economía e infraestructura (Figura 7). Una parte de la población se ha ido desplazando hacia adentro conforme el mar avanza, rehusándose a alejarse de la playa, ya que el turismo es la base económica de muchas familias; la otra parte se ha reubicado en terrenos más altos, más retirados de la playa.





Figura 7. Escuela del poblado de La Barra en mayo 23 de 2013 (A) y junio 26 de 2014 (B). Fotografías: Oswaldo Coca.

Amenaza y vulnerabilidad

Una vez identificada la existencia de una amenaza para el hombre, es necesario evaluar su peligrosidad, la cual se mide como la probabilidad de que ocurra un fenómeno de una determinada intensidad en una zona concreta (Alcántara-Carrió, 2008); por lo tanto, la peligrosidad depende de tres factores intrínsecos al propio fenómeno: magnitud, frecuencia de ocurrencia y la susceptibilidad intrínseca del terreno (INVEMAR-GEO, 2014e, 2014d). De igual manera es importante tener en cuenta la vulnerabilidad, la cual puede ser definida como una suma de valores que expresan aspectos relacionados con la exposición, la fragilidad (Ojeda *et al.*, 2001) de un conjunto de elementos físicos, sociales, económicos, ecológicos, culturales e institucionales (Wilches-Chaux, 1988), mientras que la resiliencia está compuesta por la capacidad de enfrentar, anticipar y responder (MOVE, 2010) de un área o comunidad especifica (INVEMAR-GEO, 2014e, 2014d), la cual es medida por la ausencia o falta de la misma.

La dinámica litoral a corto y mediano plazo, las variables oceanográficas y la caracterización antrópica, son el insumo principal y se integran para la evaluación de la amenaza y la vulnerabilidad. Para el caso de la isla de San Andrés, los resultados de la amenaza por erosión costera en las 6 playas estudiadas, mostraron que de 5.536 m de longitud de playa estudiados, 4.160 m se encontraron en amenaza alta, lo cual equivale al 75%; los 1.376 m restantes llegaron a valores de amenaza media. En las playas de Sprat Bight y Sound Bay, toda su línea de costa se clasificó en amenaza alta. La playa Decamerón – Smith Channel presentó un tramo de 200 m en amenaza media y el resto en amenaza alta, zona donde se ubica el hotel Decamerón. Adicionalmente, en las seis playas estudiadas, la vulnerabilidad obtenida estuvo en clasificación media; para las playas de Sprat Bight y Sound Bay, el nivel de exposición fue medio y las playas restantes se clasificaron en exposición baja. La fragilidad total para las playas de Sprat Bight y Decamerón – Smith Channel, se clasificó en baja; mientras que las cuatro áreas restantes obtuvieron una clasificación media. La falta de resiliencia en las seis zonas estudiadas presentó una clasificación alta (Figura 8).



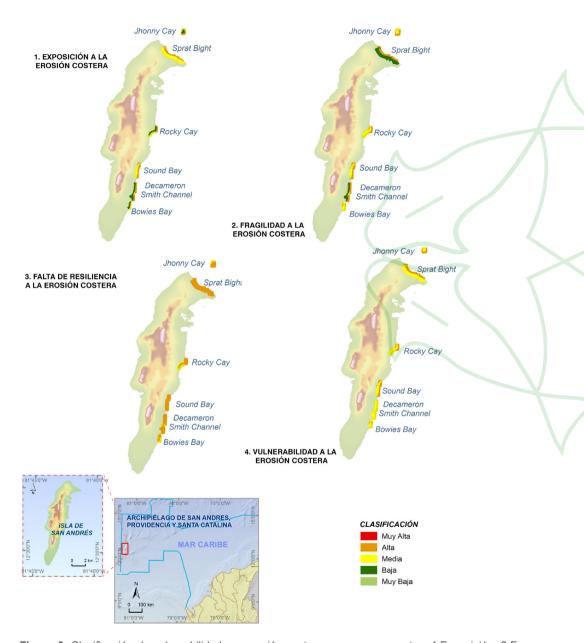


Figura 8. Clasificación de vulnerabilidad por erosión costera y sus componentes: 1.Exposición, 2.Fragilidad, 3.Falta de resiliencia y 4.Vulnerabilidad Total para las seis zonas de estudio (recuadros rojos). Tomado de: (INVEMAR-GEO, 2014c).



La línea de costa del departamento de Bolívar presentó un 60% en amenaza alta y muy alta y corresponden a Playa Blanca, Playetas, Barú (costado sur), El Laguito, Bocagrande, Centro Histórico de Cartagena, Punta Canoas, Tierrabomba e isla Grande. Los resultados de vulnerabilidad por erosión costera reflejaron que el 27% del área de estudio se encuentra dentro de los rangos de vulnerabilidad muy alta y alta, coincidiendo con las zonas de mayor exposición estructural, social y patrimonial siendo estas: Cartagena, la zona industrial de Mamonal, Tierrabomba, y parte del corregimiento de La Boquilla.

Para el litoral Pacífico, la amenaza por erosión costera en punta Soldado fue alta en el 69% de la línea de costa. En el poblado de La Bocana por su parte, al sumar las zonas con amenaza alta y muy alta se obtuvo que el 80% de la zona se encuentra en estas categorías, indicando que esta zona en su mayoría es susceptible a sufrir problemas de erosión costera. La zona costera del poblado de La Bocana está constituido por cuatro sectores: Shangay, Centro, Vistahermosa y Pianguita. Shangay fue el único con vulnerabilidad alta, indicando que es un sector que debe tener atención inmediata. Los sectores Centro, Vistahermosa y Pianguita, obtuvieron una vulnerabilidad media y amenaza muy alta en la zona cercana al hotel La Bocana y Las Cabañas y alta en el resto de la línea de costa. Debido a esto, son zonas que deben ser prioritarias en alternativas de prevención y mitigación. Finalmente, en el poblado de La Barra, toda su línea de costa se encuentra en amenaza muy alta.

▼ Fondos marinos

El estudio de los fondos marinos es de gran interés en materia de investigación científica, especialmente, aquella relacionada con la biodiversidad marina y los espacios que representan un enorme potencial en nuestros océanos. Es por ello, que en el 2014 se definieron cinco sectores de estudio distribuidos en el Caribe y Pacífico colombiano en el marco de la actualización del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia a escala 1:100.000 (Millán et al., 2013; García-Valencia et al., 2014). Como insumo básico, se generó el componente geomorfológico mediante la interpretación y clasificación de las geoformas de la plataforma continental Caribe frente a los departamentos de Bolívar y Antioquia (golfo de Urabá) (Figura 9); mientras que en el Pacífico, se trabajaron los sectores de bahía Málaga, bahía de Buenaventura e isla Gorgona (Figura 10). La clasificación de las geoformas siguió el catalogo metodológico de términos MEC (INVEMAR, 2013), adaptado según la Clasificación Estandarizada de Hábitats Costeros y Marinos (FGDC, 2012), para orientar herramientas de control y planificación de los espacios oceánicos.

Los insumos para la generación e interpretación de las geoformas se obtuvieron mediante la búsqueda de información batimétrica en la base de datos del Laboratorio de Servicios de Información (LabSIS) y el programa de Geociencias Marinas y Costeras del INVEMAR. Estos productos se derivaron de las recientes investigaciones exploratorias de los fondos marinos y la digitalización de cartas náuticas del CIOH; lográndose definir mediante la integración de estos insumos, vacíos de información que ameritaron la adquisición de datos batimétricos (isóbatas -5m a -50m) para generar cartografía submarina actualizada en el sector de la bahía de Buenaventura e isla Gorgona; en este último se empleó el sonar de barrido lateral SES2000 – INNOMAR con frecuencia de 100 kHz. También se sentaron las bases para seguir



avanzando en el conocimiento de los ecosistemas marinos, logrando la adquisición batimétrica detallada en la ensenada El Tigre (Valle del Cauca), aún por clasificar.

El siguiente paso consistió en la estructuración y procesamiento de los datos batimétricos en un SIG utilizando el software ArcGIS 10.1, por medio del cual se generaron Modelos Digitales de Elevación (DEM) modelo de pendiente y sombra; cuyo análisis mediante funciones 3D y la revisión de aspectos geológicos y geomorfológicos; confluyeron para la delimitación de las unidades geomorfológicas y evaluar características como tectónica, fisiografía y génesis aportando un entendimiento de las geoformas en un contexto mucho más amplio. El producto generado en esta actualización son capas de geomorfología de los fondos marinos someros y profundos, que contribuyen en la delimitación de los ecosistemas; base para su clasificación mediante la integración de información biótica, sustrato y columna de agua. De igual manera, amplía las fronteras de investigación de los fondos submarinos a una escala más detallada e incentiva a explorar nuevos temas, relacionados con las geoamenazas marinas y costeras.

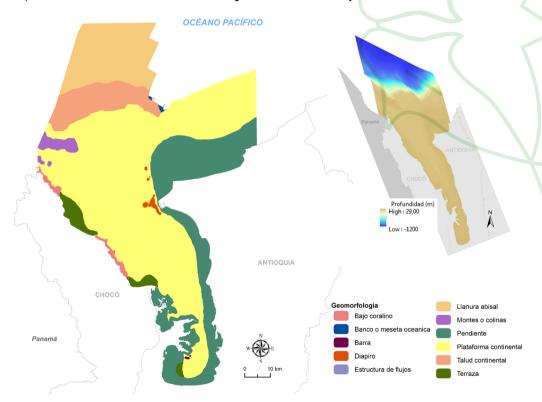


Figura 9. Modelo Digital de Profundidad (arriba derecha) e interpretación geomorfológica de los fondos marinos (izquierda), para el golfo de Urabá.



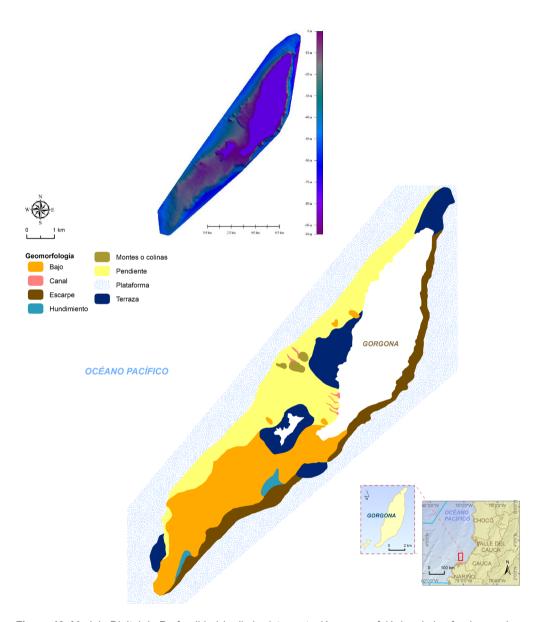


Figura 10. Modelo Digital de Profundidad (arriba) e interpretación geomorfológica de los fondos marinos (abajo), para isla Gorgona.



INDICADOR DE PORCENTAJE DE LÍNEA DE COSTA CON EROSIÓN COSTERA POR DEPARTAMENTO

Definición e importancia del indicador

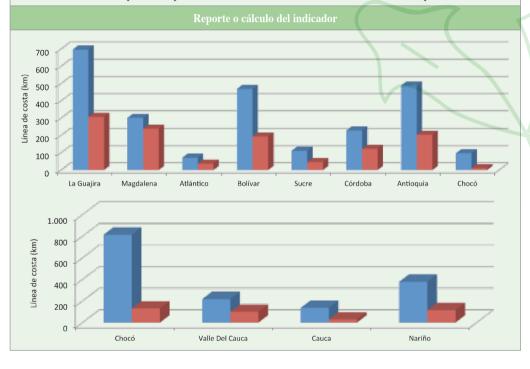
El indicador presenta un balance de la longitud de litoral afectado por la erosión costera, por departamento, con relación a la longitud total del mismo. Mide qué tanto los procesos erosivos están afectando la costa de cada uno de los departamentos costeros de Colombia.

Fuente de los datos e información

Publicaciones de diagnóstico de la erosión costera en la costa Caribe, del Pacífico e insular de Colombia, compilados a partir de información secundaria producida por diversas instituciones e investigaciones recientes realizadas por INVEMAR, universidades y grupos de investigación relacionados.

Periodo reportado

Se actualizó el indicador para los departamentos del Caribe de acuerdo con datos secundarios para el año 2014.





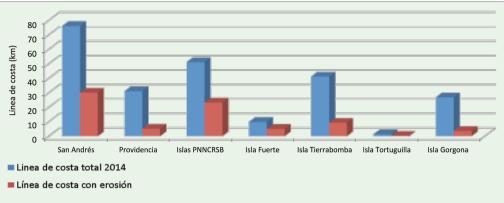


Figura 11. Longitud de línea de costa total y afectada por erosión en cada departamento o territorio insular.

Interpretación de los resultados

De acuerdo con los valores reportados en el año 2014 hubo un aumento significativo en la cantidad de kilómetros afectados por erosión para el litoral Caribe que asciende hasta 47%; los litorales Pacifico e Insular mantienen su relación cercana a una cuarta parte de línea de costa afectada por dicha amenaza. (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentajes de erosión determinados por litoral.

	CARIBE	PACÍFICO	INSULAR
Línea de costa total (km)	2,466	1,545	244
Línea de costa con erosión (km)	1,162	375	76
% Erosión total	47	24	26

Limitaciones del indicador

El indicador depende del diagnóstico de la erosión realizado en 2008, 2009 y 2011 para el Caribe, Pacífico y las zonas insulares respectivamente. Es actualizado a partir de información reportada por el INVEMAR y otras instituciones en el año 2014, para algunos sectores. Se debe tener en cuenta que existe mucha información sobre la erosión costera que es de acceso restringido ya que es generada por empresas consultoras.

Recomendaciones v alternativas de manejo

Mantener actualizado el diagnóstico de la erosión costera con actividades de seguimiento a diferentes escalas temporales y espaciales, involucrando la red de monitoreo a nivel nacional con entidades ambientales y grupos de investigación. Esta red inició en 2012 con la formulación del protocolo de monitoreo, continuó avanzando en 2013 y 2014, pero aun requiere de su consolidación.



▼ Estado de la calidad de las aguas marino-costeras del Caribe y Pacífico colombianos

Los indicadores de calidad se están usando como una alternativa práctica y viable para facilitar la interpretación de resultados de variables físicas, químicas y biológicas de un programa de monitoreo de recurso hídrico, ya que las diferentes variables son combinadas para generar un valor que puede ser interpretado fácilmente, tanto por expertos como por el público en general, permitiendo evaluar el estado y las diferentes acciones que se han tomado en un cuerpo de agua (Samboni et al., 2007; Vivas-Aguas et al., 2012).

En el caso del recurso hídrico marino-costero de Colombia, el programa nacional de monitoreo de la Red de vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia - REDCAM viene evaluando por varios años los cambios de calidad con el índice de calidad marinas y costeras (ICAM), el cual permite cuantificar el estado de conservación o deterioro de este tipo de aguas, de acuerdo a las características medidas en un lugar y tiempo específico, particularmente en dos épocas climáticas (seca y lluvias). Es decir, las temporadas de sequía o de escasas precipitaciones (época seca) que tienen sus puntos más altos entre los meses de diciembre a abril, extendido hasta junio; y las temporadas de altas o mayores precipitaciones (época lluviosa), que empiezan a manifestarse desde julio hasta noviembre, con los picos más altos en los meses de septiembre, octubre y noviembre (IDEAM, 2012).

No obstante, cabe anotar que estas condiciones climáticas son generalmente similares en la costa Caribe, pero difieren de la costa del Pacífico por sus características oceanográficas y meteorológicas que están determinadas por la faja intertropical de bajas presiones ZCIT, donde confluyen durante todo el año los vientos Alisios del Noreste y Sureste, y la cercanía a las masas oceánicas. El desplazamiento de la ZCIT, cuando está situada más al Sur y no ejerce influencia directa sobre la zona, determina para toda la región la temporada menos lluviosa, entre los meses de diciembre a marzo. Cuando la ZCIT está al Norte del país, en el extremo Sur del área los meses menos lluviosos son julio, agosto y septiembre. Mientras que al Norte del Pacífico, debido al estancamiento de la ZCIT, el segundo período menos lluvioso es bastante incierto y prácticamente inindefinible (Eslava, 1994; Tejada *et al.*, 2003), y sumado a esto, el régimen de mareas en el Pacífico también es una condición determinante en la calidad del aqua.



INDICADOR DE CALIDAD AGUAS

Definición e importancia del indicador

El índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM) es un indicador de estado que facilita la interpretación de las condiciones naturales y el impacto antropogénico de las actividades humanas sobre el recurso hídrico marino en una escala de cinco categorías de calidad definidas entre 0 y 100 (Tabla 4). El ICAM permite resumir la información de ocho variables (oxígeno disuelto, pH, nitratos, ortofosfatos, sólidos suspendidos, hidrocarburos disueltos y dispersos, y coliformes termotolerantes), integradas con ponderaciones en una ecuación de promedio geométrico ponderado. Estas variables representan según sus valores de aceptación o rechazo una calidad o condición del agua en función de los valores de referencias de normas nacionales o internacionales para la preservación de la flora y fauna (Vivas–Aguas, Obando, *et al.*, 2014).

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^{n} x_{i}^{w_{i}}\right)^{\sum w_{i}}$$
(Ecuación 1)

Donde:

ICAM = es la calidad del agua en función de la destinación del recurso.

$$ICAM = [(X_{OD})^{0.16} \text{ x } (X_{vH})^{0.12} \text{ x } (X_{SST})^{0.13} \text{ x } (X_{DBO})^{0.13} \text{ x } (X_{CTE})^{0.14} \text{ x } (X_{HAT})^{0.12} \text{ x } (X_{NO3})^{0.09} \text{ x } (X_{PO4})^{0.13}] 1/wi$$

 X_i = subíndice de calidad de la variable i

 W_i = factor de ponderación para cada subíndice i según su importancia dentro del ICAM, el cual es ponderado entre cero y uno.

Tabla 4. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas y costeras – ICAM (Vivas-Aguas, 2011).

ESCALA DE CALIDAD	COLOR	CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN
Óptima	Azul	100-90	Calidad excelente del agua
Adecuada	Verde	90-70	Agua con buenas condiciones para la vida acuática
Aceptable	Amarillo	70-50	Agua que conserva buenas condiciones y pocas restricciones de uso
Inadecuada	Naranja	50-25	Agua que presenta muchas restricciones de uso
Pésima	Rojo	25-0	Aguas con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado

Para mayor información consultar la hoja metodológica en: http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp



Fuente de los datos e información

Programa Nacional de Monitoreo. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. http://www.invemar.org.co/siam/redcam. INVEMAR/REDCAM-SIAM.

Periodo reportado

Se presentan los resultados de muestreos de la REDCAM Año 2013 en dos épocas climáticas, seca y de lluvias.

Reporte o cálculo del indicador

Los resultados del estado del agua marino-costera evaluada con el ICAM_{PFF} durante el año 2013 mostraron en el análisis general más sitios en mejores condiciones durante la época seca comparada con la época lluviosa (Figura 12); cuando disminuyó la calidad en varias estaciones, pasando de condiciones adecuadas a inadecuadas y aceptables. Es importante resaltar que en este informe sólo el 26% de las estaciones tiene la totalidad de las ocho variables, sin embargo, para mostrar con mayor representatividad el análisis del monitoreo nacional se incluyeron sitios que fueron calculados con siete variables (41%) asumiendo el 88% de confianza y seis variables (33%) asumiendo el 75% de confianza, lo cual no afecta la integración del ICAM_{PFF}, pero si podría variar la calificación de las condiciones del agua marina.



Figura 12. Resumen nacional de los resultados del ICAM para la época seca y de lluvias de 2013. Los colores de las barras representan la calidad de acuerdo con la escala indicativa y el número de estaciones que cumplieron con cada condición (Tabla 4).

La calidad óptima para la preservación de la fauna y flora se presentó en el 4 % de las estaciones (7 estaciones en época seca y 7 estaciones en época lluviosa) y las condiciones adecuadas en el 58% (187 estaciones) con una mayor proporción en la época seca de 2013 (103 ICAM; Figura 12) especialmente en los departamentos de Magdalena (26 estaciones) y Sucre (20 estaciones) en el Caribe (Figura 12a); Nariño (11 estaciones) y Cauca (9 ICAM) en el Pacífico (Figura 12b). La calidad aceptable se obtuvo en el 16% de las estaciones, la inadecuada en el 19% y la pésima en un 3% (7 ICAM en época seca y 2 ICAM en época lluviosa), especialmente en algunas estaciones de los departamentos de Bolívar, Magdalena y Antioquia (Figura 12 y Figura 13).



El análisis regional y temporal demostró que durante la época seca de 2013, los 127 puntos de medición del ICAM_{PFF} en la costa Caribe fluctuaron entre 15,21 y 92,19 representando las cinco categorías de calidad (Tabla 4, Figura 13 y Figura 14a). Donde el mayor número de estaciones obtuvieron óptima calidad (6%; 7 ICAM) para la preservación de la vida acuática en el departamento del Magdalena, puntualmente en las zonas del Parque Tayrona y Santa Marta y en Bolívar (Barbacoas; Figura 13a; Figura 14a). El 57% de las estaciones presentó calidad adecuada del agua, con una mayor proporción en las zonas de los departamentos del Magdalena, Sucre y La Guajira (Figura 13a). Y el 26% mostró inadecuadas (20%) y pésimas (6%) condiciones del agua marino-costera en los departamentos de Bolívar y Antioquia, principalmente en la bahía de Cartagena y el Golfo de Urabá (Figura 13a; Figura 14a).

En el litoral Pacífico los 37 puuntos de medición ICAM_{PFF} calculados mostraron que la calidad del agua osciló entre 33,65 y 83,29, equivalente a tres categorías de calidad, indicando mejores condiciones del recurso hídrico marino en comparación con la costa Caribe durante la época seca (Figura 13b; Figura 14b), posiblemente por la dinámica oceanográfica de esta región y la marcada diferencia por condiciones de marea. Las mejores condiciones se presentaron en el 95% de las estaciones y sólo en dos estaciones del departamento del Chocó, las condiciones fueron inadecuadas (frente al río Nuquí y el estero Jurubidá) para la preservación de la vida acuática.

El análisis general detallado mostró que los resultados de los índices con calidad más baja estuvieron influenciados por las altas concentraciones de coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos y de fosfatos en algunos sitios.

La calidad óptima para la preservación de la fauna y flora se presentó en el 4 % de las estaciones (7 estaciones en época seca y 7 estaciones en época lluviosa) y las condiciones adecuadas en el 58% (187 estaciones) con una mayor proporción en la época seca de 2013 (103 ICAM; Figura 12) especialmente en los departamentos de Magdalena (26 estaciones) y Sucre (20 estaciones) en el Caribe (Figura 12a); Nariño (11 estaciones) y Cauca (9 ICAM) en el Pacífico (Figura 12b). La calidad aceptable se obtuvo en el 16% de las estaciones, la inadecuada en el 19% y la pésima en un 3% (7 ICAM en época seca y 2 ICAM en época lluviosa), especialmente en algunas estaciones de los departamentos de Bolívar, Magdalena y Antioquia (Figura 12 y Figura 13).

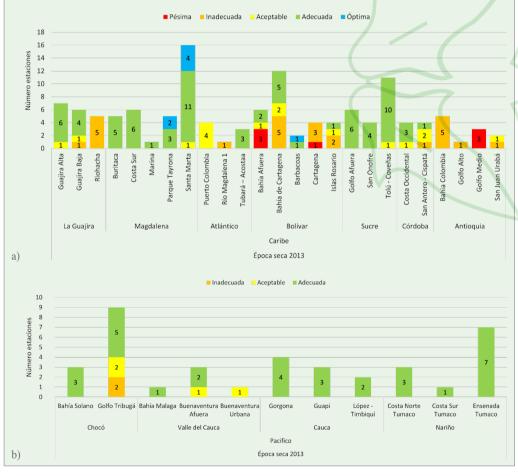
El análisis regional y temporal demostró que durante la época seca de 2013, los 127 puntos de medición del ICAM_{PFF} en la costa Caribe fluctuaron entre 15,21 y 92,19 representando las cinco categorías de calidad (Tabla 4, Figura 13 y Figura 14a). Donde el mayor número de estaciones obtuvieron óptima calidad (6%; 7 ICAM) para la preservación de la vida acuática en el departamento del Magdalena, puntualmente en las zonas del Parque Tayrona y Santa Marta y en Bolívar (Barbacoas; Figura 13a; Figura 14a). El 57% de las estaciones presentó calidad adecuada del agua, con una mayor proporción en las zonas de los departamentos del Magdalena, Sucre y La Guajira (Figura 13a). Y el 26% mostró inadecuadas (20%) y pésimas (6%) condiciones del agua marino-costera en los departamentos de Bolívar y Antioquia, principalmente en la bahía de Cartagena y el Golfo de Urabá (Figura 13a; Figura 14a).

En el litoral Pacífico los 37 puuntos de medición ICAM_{PFF} calculados mostraron que la calidad del agua osciló entre 33,65 y 83,29, equivalente a tres categorías de calidad, indicando mejores condiciones del recurso hídrico marino en comparación con la costa Caribe durante la época seca (Figura 13b; Figura 14b), posiblemente por la dinámica oceanográfica de esta región y la marcada diferencia por condiciones de marea. Las mejores condiciones se presentaron en el 95% de las estaciones y sólo en dos estaciones del departamento del Chocó, las condiciones fueron inadecuadas (frente al río Nuquí y el estero Jurubidá) para la preservación de la vida acuática.

El análisis general detallado mostró que los resultados de los índices con calidad más baja estuvieron influenciados por las altas concentraciones de coliformes termotolerantes, sólidos suspendidos y de fosfatos en algunos sitios.



Durante la época lluviosa en la costa Caribe los 123 puntos muestreados con ICAM_{PFF} calculado fluctuaron entre 23,95 y 92,62, de los cuales el 6% de las estaciones (7 ICAM) obtuvo óptima calidad y se ubicaron otra vez en el departamento del Magdalena, igualmente en las zonas del Parque Tayrona y Santa Marta (Figura 13c; Figura 14c); y en Sucre en las zonas del golfo de Morrosquillo y Tolú – Coveñas. El 48% (59 ICAM) de los sitios mostraron condiciones adecuadas y en mayor proporción en los departamentos del Magdalena y Sucre, mientras que la calidad pésima se presentó en las zonas de bahía Colombia – Antioquia y Santa Marta – Magdalena (Figura 13c). Por otro lado, los 36 puntos medidos del ICAM_{PFF} en el Pacífico mostraron que la calidad del agua fluctuó entre adecuada e inadecuada (41,12 a 84,79) (Figura 13d; Figura 14d), de los cuales el 92% presentó condiciones adecuadas (25 ICAM) y aceptables (8 ICAM) del agua marina; y en 3 estaciones se presentaron características inadecuadas como en el golfo Tribugá – Chocó y la bahía de Buenaventura – Valle del Cauca (Figura 13d; Figura 14d).





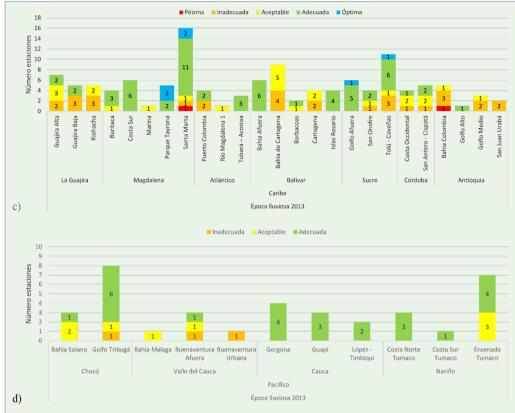
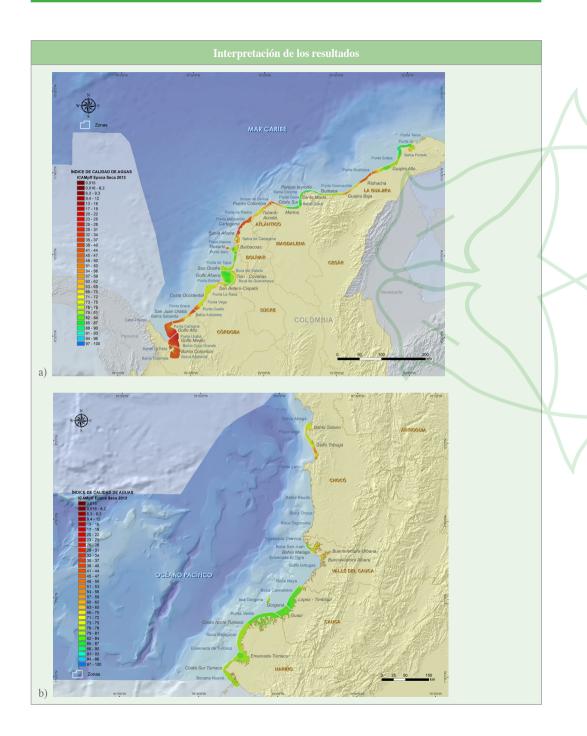
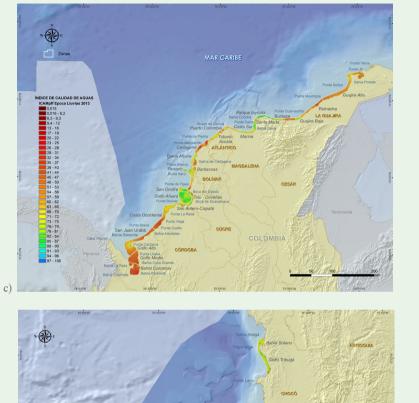


Figura 13. Calidad del agua marino-costera evaluada con el índice para preservación de flora y fauna (ICAM_{PFF}), en las zonas de los departamentos costeros del Caribe y Pacífico colombianos, durante la época seca (a y b) y de lluvias (c y d) de 2013. Los colores de las barras representan la calidad del agua de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 4) y los valores representan el número de estaciones calificadas en esa categoría. Para mayor información consultar el portal web: http://siam.invemar.org.co/indicadores/ier_icam.jsp.









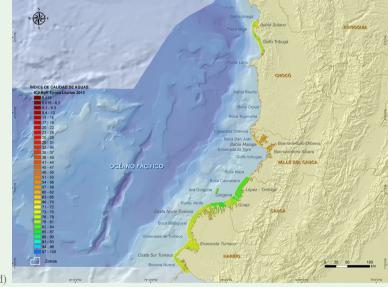


Figura 14. Estado del agua marino-costera evaluada con el índice de calidad para preservación de flora y fauna (ICAM_{PFF}) en las zonas costeras de los departamentos del Caribe y Pacífico colombianos durante la época seca (a y b) y lluviosa (c y d) de 2013. Los colores representan la escala indicativa de calidad de la Tabla 4.



Limitaciones del indicador

El ICAM_{PFF} está formulado para estimar principalmente la calidad del agua con fines de preservación de flora y fauna en cuerpos de agua marino-costeros. Se recomienda excluir aplicaciones en aguas típicamente continentales o estuarinas (p.e. Ciénaga Grande de Santa Marta – Caribe colombiano) o donde la salinidad sea inferior a 25, teniendo en cuenta que las características propias de otros sistemas no son compatibles con la propuesta de este índice, y los resultados no estarían acordes con la calidad esperada.

Para calcular el ICAM no debe existir ausencia de datos, sin embargo, si por alguna razón falta una de las variables requeridas, la ecuación de agregación permite soportar el cálculo del ICAM con un mínimo de variables, pero debe tenerse en cuenta que el margen de confianza del resultado disminuye, así como su representatividad objetiva.

Recomendaciones y alternativas de maneio

Debido a que el ICAM incorpora en su estructura de cálculo variables que obedecen a cambios naturales y antropogénicos en la calidad del agua marino-costera, la representación del resultado esperado es adecuada, siempre y cuando los datos de las variables se hayan obtenido mediante técnicas analíticas validadas con metodologías ampliamente usadas y comprobadas que permitan comparar los resultados en una escala nacional o internacional.

Como alternativas de manejo del estado de contaminación identificado por el ICAM_{PFF}, se propone adoptar medidas de seguimiento e investigación descritas en la Tabla 5, para identificar la causa y la fuente o fuentes del deterioro del agua, de manera que sirva para diseñar las medidas de reducción o mitigación del impacto sobre el ecosistema que esté siendo afectado.

Tabla 5. Opciones de medidas que se pueden adoptar según la valoración del indicador (ICAM). Modificado de Marín *et al.*, 2001.

ESCALA DE CALIDAD	CATEGORÍAS	OPCIONES DE MEDIDAS A ADOPTAR
Óptima	100-90	Continuar con el monitoreo
Adecuada	90-70	Caracterización, diagnostico, verificación
Aceptable	70-50	Monitoreo y evaluación: fisicoquímicos y tóxicos semestral
Inadecuada	50-25	Monitoreo /bioensayos/ medidas de control y vigilancia. Evaluación: fisicoquímicos y tóxicos plan de contingencia trimestral
Pésima	25-0	Monitoreo y seguimiento /bioensayos/ evaluación: fisicoquímicos y tóxicos /plan de contingencia/ aplicación de medidas de choques trimestral



BIODIVERSIDAD MARINA

Es urgente aumentar la conciencia social en la responsabilidad de proteger los arrecifes de coral, los manglares, pastos marinos, litorales rocosos, estuarios y playas para las futuras generaciones, ya que la variedad de vida marino-costera se encuentra a primera vista en un panorama muy preocupante, con tendencias que aún no comprendemos de manera exacta, ante eventos como la extinción y la transformación de ecosistemas, así como los efectos de la contaminación e invasiones biológicas. De acuerdo con el Convenio de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas, el panorama ambiental mundial requiere de acciones y compromisos articulados en el territorio y soportados por información confiable, pese a la dificultad de construir series de tiempo e indicadores robustos que permitan calificar la persistencia o aparición de fenómenos en los ecosistemas (IAvH, 2014).

La gama de elementos naturales de la vida marina en una región se pueden evaluar mediante indicadores de integridad, los cuales sintetizan diversa información biológica numéricamente y representan asociaciones entre la influencia de las actividades humanas y las características de los ecosistemas a lo largo del tiempo (Westra, 2005). La forma de calcular estos indicadores tiene varias aproximaciones, en el contexto general implica la toma de información necesaria que refleje la estructura del ecosistema (midiendo entre sus procesos el cómo, cuántos, cuáles), su función ecológica (entre quienes, cómo, cuándo y dónde entre otros) y el estado en que se encuentren los organismos que lo fundamentan (salud). Con esta visión hasta el momento se han implementado los índices de integridad ecológica para arrecifes de coral (IIE_c) con información de todo el país y el de integridad biológica para manglares exclusivamente de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Para este último, teniendo en cuenta la diversidad de los monitoreos realizados en el país por las distintas instituciones nacionales, el MADS realizó una homogeneización de la metodología con el fin de que los resultados de áreas similares puedan ser comparables. El presente informe muestra así mismo los resultados del índice de integridad biológica del bosque de mangle (IBI_M) de la CGSM para el año 2014.

Por otra parte, desde el 2013 se inició la colecta sistemática y completa de información para pastos marinos en dos áreas del SINAP: Parques Nacional Natural Tayrona y Corales del Rosario y San Bernardo, y actualmente se encuentra en procesamiento para determinar el índice de integridad ecológica para este ecosistema. Los resultados de estas campañas (2013 a 2015) se verán representados en el próximo Informe a publicarse en el 2016.

En cuanto a los arrecifes de coral y en concordancia con el informe de estado de los ambientes y recursos marinos y costeros del año anterior 2014 (INVEMAR, 2014a), se reconoce que la medición de la integridad biológica del ecosistema, requiere personal especializado en la adquisición de alrededor de 11 variables ecológicas, cuya rigurosidad y experiencia para realizar las mediciones garantiza la validez de la información. Gracias al esfuerzo de gran cantidad de personas e instituciones todas con inmensos aportes, el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas propuso una serie de protocolos sencillos para el levantamiento de información de 4 variables ecológicas, los cuales requieren mediciones en



campo mínimas, generando más participación del personal no experto para el cálculo de indicadores de condición tendencia en arrecifes de coral; es decir estadísticos simplificados al ser monitoreados a través del tiempo que representan o resumen aspectos fundamentales del estado del ecosistema. Precisamente, el actual informe explica la forma en que estos resultados son obtenidos a lo largo del año 2014, a partir de la implementación del Indicador de condición tendencia en arrecifes de coral (ICT_{xc}).

El propósito no es apartarse del indicador de integridad ecológica (IIE_c), ya que cuenta con una serie de datos histórica, producto de las actividades del Sistema de Monitoreo de Arrecifes de Coral-SIMAC compilados por más de una década, inclusive para áreas coralinas por fuera de las áreas marina protegidas actualmente reconocidas. Por lo tanto, la visión de país busca cada tres-cuatro años adquirir la información para el cálculo del IIE_c y anualmente implementar el ICT_{AC}. Con esto en mente, no se realizará un desligamiento de la base histórica de información en corales y se incrementará el número de estaciones que aumentaran la representatividad de los resultados en las áreas y que permitirán relacionar acciones de manejo locales para cada una de las AMP donde se encuentra presente este ecosistema

▼ Ecosistemas y habitats

Arrecifes coralinos

Los arrecifes de coral son estructuras tridimensionales marinas formadas principalmente por especies, cuyos diminutos pólipos coralinos secretan su propio esqueleto de carbonato de calcio (Cairns, 1999). Los corales duros o escleractíneos - Phylum Cnidaria- son organismos que forman estructuras arrecifales usualmente en los mares tropicales alrededor de islas, bajos y zonas costeras en aguas someras, hasta incluso profundidades de 6.000 m en los que la luz está ausente (Murray, 2009). Son complejas estructuras biogénicas que pueden crecer en diferentes formas y disponerse en unos pocos metros de dimensión hasta cientos de kilómetros de extensión, creando exuberantes geomorfologías submarinas como atolones, bancos coralinos, parches y tapetes hasta inclusive crear complejos arrecifales con cientos de años de vida (Veron, 2000). Debido a que a su alrededor se pueden encontrar biotopos y hábitats asociados como pastos marinos, fondos sedimentarios y manglares, los arrecifes de coral son altamente dinámicos y constituyen uno de los ecosistemas más biodiversos y bellos del planeta, por lo que podrían ser llamados "selvas del mar", espacios de vida que proporcionan hábitat esencial para cerca del 25% de las especies marinas conocidas, muchas de ellas utilizadas para el sustento de la humanidad (Spalding et al., 2001). A nivel mundial los arrecifes de coral brindan servicios ecosistémicos valorados entre US\$5,5 y 9,6 billones por año, abasteciendo de comida, protección de la línea costera ante la erosión, y favoreciendo alternativas de vida basadas en la pesca, turismo y bioprospección en medicina, entre otras (EPA, 2012).

Localización y distribución

Las áreas coralinas del país comprenden por lo general, además de los arrecifes de coral o formaciones coralinas que le dan su nombre, una serie unidades ecológicas asociadas, usualmente dis-



tribuidas en forma de mosaico, cuya localización y extensión puede ser determinada de acuerdo a la escala espacial de análisis, a partir de la naturaleza física del terreno submarino (geomorfología, sedimentología, etc.) y los componentes bióticos que cubren el fondo del mar (coral, algas, pastos marinos, esponjas, octocorales, etc.). De acuerdo con el mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos a escala 1:500.000 (Díaz et al., 2000; IDEAM et al., 2007) la extensión de las áreas coralinas de Colombia se estima en 2,860 km², de las cuales aproximadamente 15 km² corresponderían al Pacífico y 2,885 km² al Caribe. Al interior de las áreas coralinas colombianas, los fondos con alta cobertura coralina abarcan una extensión cercana 1,090 km² (INVEMAR, 2014a).

Los arrecifes de coral en el Caribe y Pacífico colombiano han sido explorados principalmente en aguas someras hasta <30 m profundidad, en lugares donde al cobertura de coral vivo ha sido relevante durante los últimos 15 años. De esta manera, en inmediaciones del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina así como otras localidades de la reserva de biosfera SEAFLOWER, se encuentran los más extensos y desarrollados arrecifes de coral del país. Estos exclusivos espacios de vida insulares se encuentran alejados del continente. En éste ultimo resaltan en sentido nororiente-suroccidente las formaciones coralinas de La Guajira (bahía Portete), Tayrona cerca de Santa Marta, los archipiélagos del Rosario y San Bernardo, isla fuerte y el área de Capurganá principalmente. Por su parte, en el Pacífico colombiano la ensenada de Utría, punta Tebada, isla Gorgona e isla Malpelo.

Los arrecifes de coral también habitan en aguas profundas del país, para lo cual diferentes actores públicos y privados vienen incursionando en la exploración de ecosistemas de corales de profundidad (>100 m profundidad), por ejemplo con la declaración del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad e inclusive con investigaciones desde la academia, sobre ambientes mesofóticos con presencia de corales duros o escleractíneos (≥30 m profundidad) (Murray, 2009).



INDICADOR DE CONDICIÓN TENDENCIA PARA ARRECIFES DE CORAL - ICT, o

Definición e importancia del indicador

El indicador de condición tendencia de áreas coralinas fue adaptado a partir del indicador de Integridad Ecológica de Corales IIE_C (Batista-Morales y Gomez-Lopez, 2010; Navas *et al.*, 2012). El ICT_{AC} es un indicador de estado que permite establecer de manera inicial la condición del ecosistema y con seriales de datos, las tendencias de la estructura ecológica en áreas coralinas hasta 30 m de profundidad, a partir de cuatro variables: corales, algas, peces arrecifales carnívoros y herbívoros (Rodríguez-Rincón *et al.*, 2014). El resultado del ICT_{AC} es estimado por un promedio aritmético y es específico para el conjunto de estaciones de un área, no se recomienda extrapolarlo a nivel nacional como un solo valor. Cada una de las cuatro variables que conforman el indicador, se clasifican según escalas de referencia del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas para el Caribe y Pacifico colombianos como: deseable, buena, regular, alerta y no deseable. La importancia de este indicador radica en su fácil aplicabilidad como herramienta para el monitoreo estandarizado de arrecifes de coral, permitiendo una comunicación comprensible e inspiradora para aumentar el impacto en la conservación colectiva del ecosistema.

$$ICT_{AC} = \frac{CCV + CMF + BPH + BPC}{4}$$
(Equación 1)

Donde:

CCV = Cobertura de coral duro escleractíneo vivo (Porcentaje)

CMF = Cobertura de macroalgas frondosas y tapetes algales (Porcentaje)

BPH= Biomasa de peces herbívoros para las familias Acanthuridae, Scaridae (gr/100m²)

BPC= Biomasa de peces carnívoros para las familias Lutjanidae, Serranidae (gr/100m²)

Tabla 6. Escala de valoración del indicador de condición-tendencia arrecifes de coral – ICT_{AC} (Rodríguez-Rincón *et al.*, 2014).

CONDICIÓN-TENDENCIA	COLOR	VALOR ICT _{AC}
Deseable	Azul	4,21-5
Bueno	Verde	3,41-4,2
Regular	Amarillo	2,61-3,4
Alerta	Naranja	1,81-2,6
No deseable	Rojo	1-1,18

Fuente de los datos e información

Sistema de información marino de Colombia-SIAM. Monitoreo de los ambientes marinos. ARGOS-Sistema de Soporte Multitemático para el monitoreo ambiental. Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos INVEMAR. http://cinto.invemar.org.co/argos/login.jsp

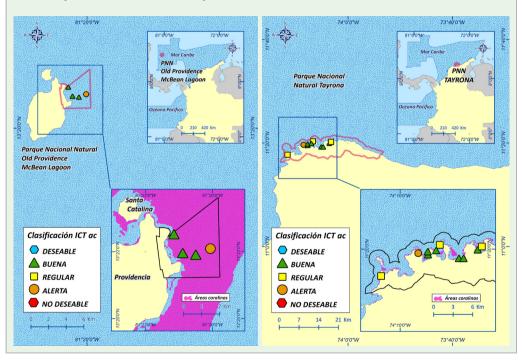


Periodo reportado

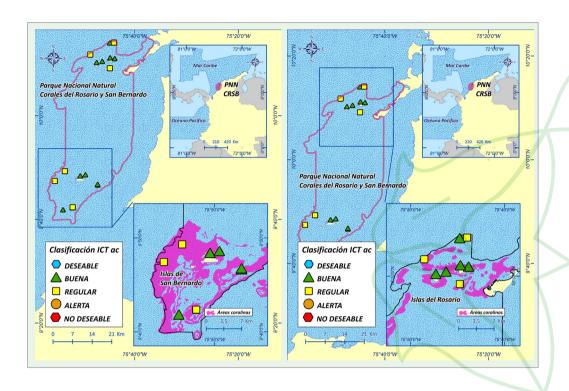
Los resultados que aquí se presentan corresponden a dos monitoreos (uno en cada semestre) realizados durante el año 2014, en cada una de las siguientes áreas del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia: Caribe insular en isla Providencia PNN-Old Providence McBean Lagoon. Caribe continental en PNN Tayrona y PNN Corales del Rosario y San Bernardo. Pacifico insular PNN Gorgona y en el margen continental PNN Utría.

Reporte del indicador

Considerando el año 2014 como el punto de inicio para la medición de las cuatro variables que conforman el ICT_{AC}: corales, algas, peces arrecifales carnívoros y herbívoros, se presenta el porcentaje de estaciones de monitoreo por categoría de condición-tendencia, para cada una de las seis áreas del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia, que cuentan con información disponible.









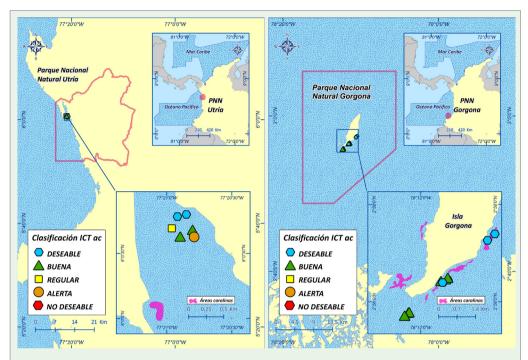


Figura 15. Representación gráfica de la condición tendencia de arrecifes de coral (ICT_{AC}) para dos épocas de muestreo al año 2014 en diferentes AMP del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia. Colores de convención acuerdo con la escala indicativa (Tabla 6).



Interpretación de los resultados

En concordancia con los reportes emitidos en versiones anteriores del Informe de estado del ambiente y los ecosistemas marinos y costeros, el INVEMAR específicamente el programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos, viene organizando cada vez mejor los datos colectados a través de sus actividades crecientes de investigación en arrecifes de coral. Entregamos hoy, los resultados preliminares del indicador condición tendencia de arrecifes coralinos ICT_{AC} año 2014, producto de una apuesta ambiciosa del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia. Aunque este indicador se diferencia en el número de variables y su forma de medición, al de Integridad Ecológica para Corales IIE_{C} que ha venido sido presentado en años pasados, tanto el ICT_{AC} como el IIE_{C} , tienen en común su interpretación general de acuerdo a escalas indicativas entre No Deseable y Deseable; lo cual pone en contexto ambos indicadores como herramientas para informar el estado de este ecosistema estratégico.

Existen varias limitaciones para hacer que la interpretación de indicadores como el ICT_{AC} y el IIE_{C} representen las transformaciones ambientales de los arrecifes de coral y las capacidades de intervenir su degradación. Sin embargo, el objetivo a futuro es llegar a resultados de esa magnitud, para lo cual con la puesta en marcha del ICT_{AC} , el país empieza a evaluar las principales áreas coralinas en los mismos términos de la iniciativa mundial Healthy Reefs (HRI, 2012), lo cual en los próximos años ayudará a traducir el complejo concepto de salud ecosistémica, en cantidades tangibles y rigurosamente definidas por las cuales los cambios en la condición será monitoreada a lo largo del tiempo. Debemos tener en cuenta que los tensores e impactos sobre los ecosistemas de arrecifes de coral son semejantes a nivel mundial (sobrepesca, contaminación, etc.), pero sin dejar de reconocer la realidad de los arrecifes de Colombia y sus particularidades departamentales, con la visión de reflejar una posición de compromiso entre arrecifes clasificados como ideales "prístinos" y lo que podemos esperar conservar de manera realista para el ecosistema, en estos tiempos modernos donde las presiones antropogénicas y la dinámica natural son frecuentes e intensas.

Considerando que la implementación del ICT_{AC} cumple su primer año con información colectada durante el 2014, es imperativo que el lector tenga en cuenta que la continuidad de las mediciones, seguimientos o monitoreos a lo largo del tiempo, son la única forma de hacer del indicador una herramienta robusta y cada vez más confiable. En este sentido, los resultados preliminares del indicador condición tendencia para el Caribe insular en isla Providencia, mostraron que las formaciones coralinas del PNN-Old Providence McBean Lagoon se encontraron en buena condición. Por su parte, para el Caribe continental el PNN Corales del Rosario y San Bernardo presentaron formaciones coralinas en condiciones entre buenas y regulares, mientras que el PNN Tayrona mostro buena condición del ecosistema. En cuanto al Pacifico insular, el PNN Gorgona presento condiciones deseables y en el margen continental la principal formación coralina del PNN Utría mostro buenas condiciones. Es importante aclarar que al interior de las seis Áreas Marinas Protegidas reportadas, existen estaciones de monitoreo donde la condición-tendencia de las formaciones coralinas, se encontraron en escalas alerta y regular.

Como se consignó hasta el año 2013, aunque la situación no es preocupante al no observarse un deterioro del estado de integridad de las formaciones coralinas en general, tampoco es alentadora, pues no se observa una tendencia hacia mejores condiciones; como lo corrobora preliminarmente el ICT_{AC} al año 2014. Por lo tanto, se hace muy importante continuar con las actividades de monitoreo y el estudio de medidas de manejo, que permitan obtener resultados robustos y aseguren el mantenimiento de las áreas entre valores buenos y deseables, y no en el límite aceptable, especialmente con las nuevas fronteras y retos que se abren en ambientes coralinos profundos más allá de los 30 m de profundidad, donde no se conoce el estado del ecosistema y por lo tanto este tipo de indicadores podría llegar a ser de utilidad.



Limitaciones del indicador

El ICT_{AC} reportado para el año 2014 es específico para el conjunto de estaciones de un Área Marina Protegida-AMP y no se recomienda extrapolarlo a nivel nacional como un solo valor, debido a que se encuentra en el inicio de su implementación y requiere continuidad en el tiempo para validar su resultado y comportamiento en cada una de las áreas de interés.

La medición de las variables del ICT_{AC} hace parte de un plan de monitoreo con periodicidad semestral, en cada AMP (mínimo dos veces en el año, preferiblemente en épocas climáticas opuestas), sin embargo, de acuerdo a la financiación disponible, las condiciones climatológicas y la cantidad de personal capacitado para la toma de datos, existen limitaciones a la hora de garantizar el seguimiento a la totalidad de estaciones de monitoreo de arrecifes de coral en cada área de interés. Así mismo, hasta la fecha el ICT_{AC} no ha sido implementado en lugares donde el ecosistema coralino está presente pero por fuera del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Con el tiempo y la progresiva complejización de las redes institucionales del Sistema Nacional Ambiental-SINA, se espera articular con mejor capacidad los resultados de monitoreos ecosistémicos como el del Sistema Nacional de Arrecifes de Coral de Colombia-SIMAC, con el fin de optimizar los cada vez más ajustados presupuestos para el seguimiento del estado de salud de las áreas coralinas en ambas costas del país.

El indicador ICT_{AC} ha sido diseñado y ajustado para que tenga aplicabilidad viable, por lo tanto maneja métodos de monitoreo estandarizados y sostenibles que deben aplicarse según las indicaciones establecidas (Rodríguez-Rincón *et al.*, 2014). De esta manera el indicador se convertirá en una herramienta práctica de comunicación, control y manejo.

No se debe dejar a un lado que al interior de cada AMP los actores comprometidos con el manejo y conservación de estos ecosistemas, deberán tener en cuenta el análisis de otros componentes particulares para el área evaluada, que no estén contemplados dentro del ICT_{AC}, pero que consideren relevantes para el monitoreo, manejo y control de sus áreas de interés.

Manglares

Los manglares son ecosistemas dominados por asociaciones vegetales costeras de zonas litorales tropicales y subtropicales, ubicadas en áreas protegidas del oleaje, playas lodosas, fangosas o cenagosas, que están sujetos a intrusiones de aguas saladas y salobres. Las especies de mangle, poseen adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas, que les permiten establecerse bajo ambientes agrestes como suelos anóxicos, alta influencia salina, inundación semi o permanente (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983; Sánchez-Páez et al., 2000). Entre las adaptaciones más importantes se destacan la presencia de raíces zancudas para colonizar substratos inestables, tolerancia al agua salada o salobre sin ser plantas halófitas obligadas, presencia de estructuras denominadas lenticelas o neumatóforos para la respiración y estrategias reproductivas como la presencia de semillas vivíparas (propágulos) que pueden flotar durante largos periodos (Field, 1997).

Su importancia y función se puede dimensionar desde el punto de vista científico, ecológico, paisajístico, recreacional, social y económico (Day y Yañez-Arancibia, 1982; Guevara-Mancera et al., 1998; Ulloa-



Delgado *et al.*, 1998; Sanjurjo y Welsh, 2005; Carpenter *et al.*, 2009). Dentro de los servicios ofrecidos por estos ecosistemas se pueden mencionar la producción de alimento para consumo y comercio, y de materias primas; la acción de la dinamica de hábitat de diversas especies de mamíferos, aves, reptíles y anfíbios; la regulación del microclima; la protección de la línea de costa contra la dinámica costera; la aculumación de sedimentos (retención y fijación de suelos), almacenamiento y reciclaje de nutrientes y fijación de grandes cantidades de carbono, entre otras (Field, 1997; Ulloa-Delgado *et al.*, 1998; Ewel *et al.*, 1998; Sánchez-Páez *et al.*, 2000). Además de los servicios mencionados anteriormente, los manglares representan fuente importante de recursos para el aprovechamiento forestal, hidrobiológico y para la obtención de productos requeridos en la construcción industrial y doméstica; adicionalmente, le brinda seguridad alimenticia a las comunidades costeras (Guevara-Mancera *et al.*, 1998; Ulloa-Delgado *et al.*, 1998).

A pesar de la variedad y cantidad de bienes y servicios que brindan los ecosistemas de manglar, las zonas donde estos bosques se desarrollan, han sido degradadas por causas de origen antrópico y natural (Field, 1997). En Colombia los tensores antrópicos más destacados son los cambios en el uso del suelo, comprendido desde la expansión de la frontera urbana, turística, agropecuaria e industrial; la demanda de recursos, entendida como la extracción de recursos naturales para el consumo y comercio; exposición a eventos de índole natural asociados con la dinámica costera; y finalmente la exposición a sustancias contaminantes producto de derrames incidentales en las zonas costeras. Estos factores se traducen tácitamente en la degradación de cerca 42% de sectores de manglar del pais, generando para estos sistemas pérdida de biomasa, la desaparición de nichos ecológicos, la disminución de la biodiversidad, la formación de playones salinos, la reducción de la sedimentación de los cuerpos de agua y el incremento de la erosión costera (Sánchez-Páez et al., 2004).

Localización y distribución

En el Caribe, se encuentran cinco de las nueve especies de mangle reportadas para Colombia (Tabla 7), de las cuales, *Avicennia germinans* (L.) Stearn y *Rhizophora mangle* L., son las más abundantes y de mayor aprovechamiento, seguidas por *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F., *Conocarpus erectus* L. y *Pelliciera rhizophorae* Triana y Planchon. De esta última especie, sólo se tienen registros puntuales en la bahía de Cispatá en Córdoba, en el sector occidental de la bahía de Barbacoas en Bolívar, en ciénaga Honda y de Pablo en Sucre, en el golfo de Morrosquillo y en la bahía de Marirrió en el Urabá antioqueño (MMA, 2002) (Figura 16). En el Pacífico colombiano, además de las especies mencionadas para el Caribe, se hallan *Rhizophora harrisonii* Leechman, *Rhizophora racemosa* Meyer y *Mora oleifera* (Triana) Ducke (Gómez-Cubillos *et al.*, 2014) (Figura 17).





Figura 16. Ubicación espacial de los manglares en el Caribe colombiano.



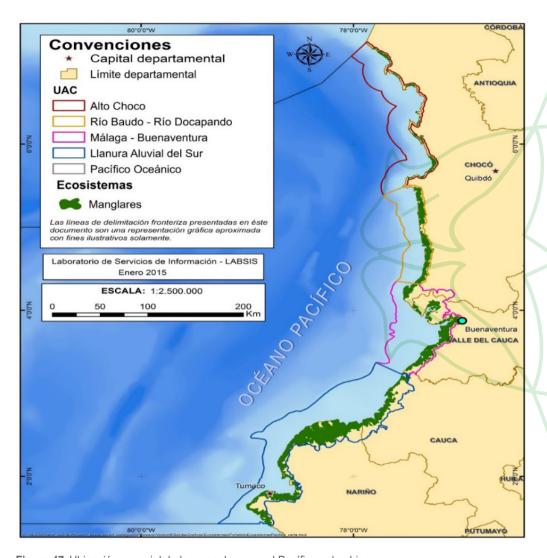


Figura 17. Ubicación espacial de los manglares en el Pacífico colombiano.



Tabla 7. Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y del Pacífico colombianas, agrupadas por UACs y departamentos. Datos tomados de Sánchez-Páez et al., (2004) y Gómez-Cubillos et al. (2014). CAI: Caribe Insular, ATG: Alta Guajira, VNS: Vertiente Norte de la Sierra Nevada, CGSM: río Magdalena y complejo Canal del Dique- Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, RSGM: río Sinú y el golfo de Morrosquillo, DA: El Daríen, PNC: Pacífico Norte Chocoano, BA: El Baudó, MAB: Málaga-Buenaventura y LAS: Llanura Aluvial Sur.

Unidad Ambiental Costera (UAC)	CAI	NNS	CGSM	CGSM	CGSM	CGSM	CGSM	RSGM	CGSM	RSGM	DA	RSGM	PNC	ВА	ВА	MAB	LAS
Dpto.	A. San Andres, Prov. y Santa Catalina	-	ra onajira	Magdalena	Atlántico		Bolívar		Sucre	Córdoba	A city of the city	Annodana	ý	0000	Valle del Cauca	Cauca	Nariño
R. mangle	Χ	Χ	Χ	Χ		Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Х	Χ	Х
R. harrisonii													Х	Χ	Χ	Χ	Χ
R. racemosa																	
L. racemosa	Χ	Χ	Χ	Χ		Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ
C. erectus	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ			Χ	Χ	Χ
A. germinans	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ
P. rhizophorae								Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ
M. oleifera													Χ	Χ		Χ	Χ



INDICADOR DE EXTENSIÓN: CAMBIO EN LA COBERTURA (IE)

Definición e importancia del indicador

Este indicador permite cuantificar en téminos de incremento, estabilidad o pérdida, los cambios en el tiempo de las coberturas de la tierra asociadas al ecosistema de manglar para un sector determinado. Se obtiene a partir de la localización de los bosques por presencia o ausencia y el cálculo de la extensión de las áreas mediante la obtención de límites o contornos de los bosques analizados y su diferencia en el tiempo.

Fuente de los datos e información

Si bien el indicador se encuentra formulado, no se tiene información sistemática de todo el país para poblarlo. Actualmente se trabaja en la implementación de un sistema de monitreo nacional que permita colectar los datos necesarios para determinar la dinámica temporal de las áreas de manglar (Tavera, 2014). Se espera que estos datos sean canalizados a través del Sistema de Información para la Gestión de los Manglares de Colombia (SIGMA), recientemente construido (http:// sigma.invemar.org.co) (Rodríguez-Rodríguez et al., 2014).

No obstante, a pesar de ello en la Tabla 8, se presenta el resumen de la información de extensión de manglares que se tiene para Colombia, la cual proviene del reporte oficial emitido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) que incluye datos tomados de los planes de manejo y cifras emitidas por las CAR costeras del país.

Como ejercicio para calcular el indicador de extensión, se emplearon los datos generados de la interpretación y análisis de imágenes satelitales entre 1956 y el 2013 del proyecto "Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta" (Tabla 9).

Periodo reportado

- A nivel nacional se indican las coberturas de manglar por departamento que actualmente son emitidas por el MADS.
- Para la CGSM el periodo de análisis es de 1956 a 2013.

Reporte o cálculo del indicado:

Tabla 8. Extensión del ecosistema de manglar en Colombia (ha), según reporte del MADS.

DEPARTAMENTO	COBERTURA (HA)
San Andrés Providencia y Santa Catalina	244,71
La Guajira	2.729,53
Magdalena	40.906
Atlántico	613,34
Bolívar	15.055,20
Sucre	12.957
Córdoba	9.077
Antioquía	6.993
Chocó	41.348



DEPARTAMENTO	COBERTURA (HA)						
Valle del Cauca	32.073						
Cauca	18691						
Nariño	102.768						
Total Caribe: 88.575,78 ha. Total Pacífico: 194.880 ha.							
Total Colombia: 283.455,78 ha.							

Tabla 9. Indicador de extensión de los bosques de mangle. Caso "Ciénaga Grande de Santa Marta-CGSM"

AÑO	LÍNEA BASE (HA)	% MANGLAR VIVO (RESPECTO AL PERIODO INICIAL)	IE MANGLAR (HA)
1956	51.150	100	
1968	49.060	95,9	-2.090
1987	30.340	59,3	-18.720
1993	26.440	51,7	-3.900
1995	22.580	44,1	-3.860
1997	23.770	46,5	1.190
1999	25.750	50,3	1.980
2001	29.164	57,0	3.414
2003	26.705	52,2	-2.459
2007	29.576	57,8	2.871
2009	35.630	69,7	6.054
2011	38.544	75,4	2.914
2013	39.569	77,4	1.025

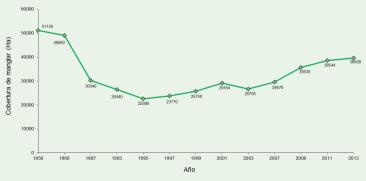


Figura 18. Tendencia de la cobertura de manglar en la Cienaga Grande de Santa Marta (CGSM).



Interpretación de los resultados

De acuerdo a la información presentada en la Figura 18, se estima que la cobertura de manglares en el Caribe colombiano está cerca de las 88.575,78 ha y en el Pacífico de 194.880 ha. Los departamentos de Magdalena y Nariño en la costa Caribe y del Pacífico respectivamente, registran las mayores coberturas; mientras que los departamentos con menor cobertura de manglar son el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (SAI) en el Caribe; y Cauca en el Pacífico. No obstante es muy importante aclarar que dada las múltiples diferencias en los años de captura de la información y las escalas, estas cifras deben tomarse con precaución a la hora de establecer comparaciones con reportes anteriores o reportes de otras fuentes.

Con el IE calculado para la CGSM, se muestra una reducción de la extensión del bosque de mangle hasta 1995, momento a apartir del cual se hace evidente un aumento en la cobertura consistente con las obras hidráulicas en el complejo estuarino que permitieron la entrada de agua dulce al sistema, lo cual se ve reflejado en un mejor desarrollo vegetal. El cálculo de IE manglar, permite establecer que a la fecha en términos de cobertura, el bosque de la CGSM se ha recuperado en cerca de un 78% (Tabla 9, Figura 18).

Limitaciones del indicador

La información presentada en la Tabla 8, proviene de información levantada entre los años 2001 y 2011, con diferentes escalas y procedimientos metodológicos, por lo cual las hectáreas reportadas no corresponden a la cobertura actual (año 2014) de manglar en los diferentes departamentos y por consiguiente del país; sino más bien a un estimado grueso. Actualmente se trabaja en la recopilación de material cartográfico más actualizado, proveniente de diferentes estudios que recientemente han realizado las CAR, afin de tener una visión un poco más aproximada a la cobertura de manglar. No obstante hasta tanto no se realice un levantamiento sistemático de información cartográfica a nivel nacional, que emplee la misma escala de trabajo y que se enmarque en el mismo periodo de tiempo, solo podrá contarse con una aproximación.

La carencia de información sistemática (calidad, resolución y frecuencia adecuadas) de las coberturas de manglar a nivel nacional, limitan la aplicación del IEmanglar a todas las áreas de manglar del país.

Recomendaciones y alternativas de maneio

El país actualmente cuenta con un Protocolo nacional de monitoreo de manglares que actualmente se encuentra en proceso de aprobación por el MADS; teniendo en cuenta que es indispensable contar con información sistemática y comparable; se recomienda tener en consideración las recomendaciones metodológicas sugeridas en este protocolo para la generación de mapas de cobertura para el ecosistema de manglar en términos de atributos, escala minima de producción, escala mínima de interpretación, unidad mínima cartografiable, unidad mínima identificable y periodicidad. Se recomienda reportar los insumos obtenidos en el SIGMA (http://sigma.invemar.org.co), pues esto permitirá generar confiablemente, varios indicadores para todas las áreas de manglar del país, incluidos el IEmanglar.



INDICADOR DE INTEGRIDAD BIOLÓGICA DE MANGLARES (IBI,,)

Definición e importancia del indicador

El IBI_M fue diseñado a partir de los conceptos propuestos por Karr (1991) y Campbell (2000) y pretende reflejar la capacidad que tiene el sistema para mantener sus atributos estructurales, funcionales y de salud, de forma equiparable a como ocurriría si el sistema evaluado se hallara en un estado de referencia, el cual alcanza una condición de máximo valor cuando la red de componentes y procesos este completa y funcionando óptimamente.

El cálculo de éste indicador a través del tiempo y en diferentes sectores de manglar es importante para dar una idea del grado de estabilidad de los bosques, así como para conocer su vulnerabilidad frente a los tensores. Este hecho es crucial a la hora de proponer medidas de manejo y conservación, implementar proyectos de rehabilitación y evaluar el éxito de las medidas implementadas.

Para el cálculo del IBI_M se seleccionaron variables simples que se asocian a alguno de los atributos de integridad (estructura, composición, salud, función), los cuales se integran con ponderaciones definidas de acuerdo a funciones de promedio geométrico ponderado y posterior validación con expertos. La formulación del indicador se describe a continuación:

$$IBI_M = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i^{a_i}\right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}}}$$

$$\begin{split} IBI_{m} &= \left(D_{(sp\,1)}^{-0,2(62,5\%)} \times D_{(sp\,2)}^{-0,2(25\%)} \times D_{(sp\,3)}^{-0,2(12,5\%)} \times AB_{(sp\,1)}^{-0,3(62,5\%)} \right. \\ &\quad \times AB_{(sp\,2)}^{-0,3(25\%)} \times AB_{(sp\,3)}^{-0,3(12,5\%)} \times S^{0,15} \times Pl^{0,0875} \times Pr^{0,0875} \right)^{\frac{1}{\sum pesos}} \end{split}$$

Donde D_{spn} = Subindice de densidad para la especie n; AB_{spn} = Subindice de área basal para la especie n; S= Subindice de Salinidad; Pl= Subíndice de plántulas; Pr= Subíndice de propágulos.

Los valores obtenidos en campo deberán ser cotejados con los rangos de referencia para establecer los subíndices correspondientes (Tabla 10).



Tabla 10. Rangos de referencia para calcular el IBI_M. Los rangos se contruyeron para cada variable teniendo en cuenta reportes de diferentes fuentes bibliográficas para el Caribe colombiano y los datos obtenidos en el proyecto de monitoreo del bosque de mangle de la Cienaga Grande de Santa Marta (Ibarra *et al.*, 2015). S: Subíndice.

TIPO	SALINIDAI	D	DENSIDAD		ÁREA BASA	AL	PLÁNTULA	S	PROPÁGULO	S
FISIOGRÁFICO	Valor						Valor			
	x<30	5	<564	1	x<2,2	1	x<0,865	1	x<3,17	1
	30 <x≤38,4< td=""><td>4</td><td>564<x≤669< td=""><td>3</td><td>2,2<x≤4,2< td=""><td>2</td><td>0,865<x≤2,16< td=""><td>2</td><td>3,17<x≤8,11< td=""><td>2</td></x≤8,11<></td></x≤2,16<></td></x≤4,2<></td></x≤669<></td></x≤38,4<>	4	564 <x≤669< td=""><td>3</td><td>2,2<x≤4,2< td=""><td>2</td><td>0,865<x≤2,16< td=""><td>2</td><td>3,17<x≤8,11< td=""><td>2</td></x≤8,11<></td></x≤2,16<></td></x≤4,2<></td></x≤669<>	3	2,2 <x≤4,2< td=""><td>2</td><td>0,865<x≤2,16< td=""><td>2</td><td>3,17<x≤8,11< td=""><td>2</td></x≤8,11<></td></x≤2,16<></td></x≤4,2<>	2	0,865 <x≤2,16< td=""><td>2</td><td>3,17<x≤8,11< td=""><td>2</td></x≤8,11<></td></x≤2,16<>	2	3,17 <x≤8,11< td=""><td>2</td></x≤8,11<>	2
Cuenca	38,4 <x≤46,7< td=""><td>3</td><td>669<x≤1210< td=""><td>5</td><td>4,2<x≤7,7< td=""><td>3</td><td>2,16<x≤3,4< td=""><td>3</td><td>8,11<x≤16,78< td=""><td>3</td></x≤16,78<></td></x≤3,4<></td></x≤7,7<></td></x≤1210<></td></x≤46,7<>	3	669 <x≤1210< td=""><td>5</td><td>4,2<x≤7,7< td=""><td>3</td><td>2,16<x≤3,4< td=""><td>3</td><td>8,11<x≤16,78< td=""><td>3</td></x≤16,78<></td></x≤3,4<></td></x≤7,7<></td></x≤1210<>	5	4,2 <x≤7,7< td=""><td>3</td><td>2,16<x≤3,4< td=""><td>3</td><td>8,11<x≤16,78< td=""><td>3</td></x≤16,78<></td></x≤3,4<></td></x≤7,7<>	3	2,16 <x≤3,4< td=""><td>3</td><td>8,11<x≤16,78< td=""><td>3</td></x≤16,78<></td></x≤3,4<>	3	8,11 <x≤16,78< td=""><td>3</td></x≤16,78<>	3
	46,7 <x≤55< td=""><td>2</td><td>1210<x≤1812< td=""><td>4</td><td>7,7<x≤15,9< td=""><td>4</td><td>3,4<x≤7,13< td=""><td>4</td><td>16,78<x≤37,19< td=""><td>4</td></x≤37,19<></td></x≤7,13<></td></x≤15,9<></td></x≤1812<></td></x≤55<>	2	1210 <x≤1812< td=""><td>4</td><td>7,7<x≤15,9< td=""><td>4</td><td>3,4<x≤7,13< td=""><td>4</td><td>16,78<x≤37,19< td=""><td>4</td></x≤37,19<></td></x≤7,13<></td></x≤15,9<></td></x≤1812<>	4	7,7 <x≤15,9< td=""><td>4</td><td>3,4<x≤7,13< td=""><td>4</td><td>16,78<x≤37,19< td=""><td>4</td></x≤37,19<></td></x≤7,13<></td></x≤15,9<>	4	3,4 <x≤7,13< td=""><td>4</td><td>16,78<x≤37,19< td=""><td>4</td></x≤37,19<></td></x≤7,13<>	4	16,78 <x≤37,19< td=""><td>4</td></x≤37,19<>	4
	>55	1	>1812	2	>15,9	5	>7,13	5	>37,19	5
	x<10	5	<564	1	x<9	1				
	10 <x≤16,70< td=""><td>4</td><td>564<x≤669< td=""><td>3</td><td>9<x≤17< td=""><td>2</td><td colspan="3" rowspan="2">Por definir*</td><td></td></x≤17<></td></x≤669<></td></x≤16,70<>	4	564 <x≤669< td=""><td>3</td><td>9<x≤17< td=""><td>2</td><td colspan="3" rowspan="2">Por definir*</td><td></td></x≤17<></td></x≤669<>	3	9 <x≤17< td=""><td>2</td><td colspan="3" rowspan="2">Por definir*</td><td></td></x≤17<>	2	Por definir*			
Ribereño	16,7 <x≤23,3< td=""><td>3</td><td>669<x≤1210< td=""><td>5</td><td>17<x≤25< td=""><td>3</td><td></td></x≤25<></td></x≤1210<></td></x≤23,3<>	3	669 <x≤1210< td=""><td>5</td><td>17<x≤25< td=""><td>3</td><td></td></x≤25<></td></x≤1210<>	5	17 <x≤25< td=""><td>3</td><td></td></x≤25<>	3				
	23,3 <x≤30< td=""><td>2</td><td>1210<x≤1812< td=""><td>4</td><td>25<x≤30< td=""><td>4</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></x≤30<></td></x≤1812<></td></x≤30<>	2	1210 <x≤1812< td=""><td>4</td><td>25<x≤30< td=""><td>4</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></x≤30<></td></x≤1812<>	4	25 <x≤30< td=""><td>4</td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></x≤30<>	4				
	>30	1	>1812	2	>30	5				
	x<40	5	<564	1	x<10	1				
	40 <x≤46,67< td=""><td>4</td><td>564<x≤669< td=""><td>3</td><td>10<x≤20< td=""><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></x≤20<></td></x≤669<></td></x≤46,67<>	4	564 <x≤669< td=""><td>3</td><td>10<x≤20< td=""><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></x≤20<></td></x≤669<>	3	10 <x≤20< td=""><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></x≤20<>	2				
Borde	46,6 <x≤53,3< td=""><td>3</td><td>669<x≤1210< td=""><td>5</td><td>20<x≤30< td=""><td>3</td><td colspan="3">Por definir*</td><td></td></x≤30<></td></x≤1210<></td></x≤53,3<>	3	669 <x≤1210< td=""><td>5</td><td>20<x≤30< td=""><td>3</td><td colspan="3">Por definir*</td><td></td></x≤30<></td></x≤1210<>	5	20 <x≤30< td=""><td>3</td><td colspan="3">Por definir*</td><td></td></x≤30<>	3	Por definir*			
	53,3 <x≤60< td=""><td>2</td><td>1210<x≤1812< td=""><td>4</td><td>30<x≤40< td=""><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></x≤40<></td></x≤1812<></td></x≤60<>	2	1210 <x≤1812< td=""><td>4</td><td>30<x≤40< td=""><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></x≤40<></td></x≤1812<>	4	30 <x≤40< td=""><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></x≤40<>	4				
	>60	1	>1812	2	>40	5				

En ausencia de una variable, ésta no se considerada en el cálculo ni sus pesos de ponderación en la ecuación. Se permite la ausencia de solo una variable a excepción de densidad o área basal.

Para la interpretación de los resultados obtenidos en el $\mathrm{IBI}_{\mathrm{M}}$ a partir de la integración de los subindices deberá emplearse la escala mostrada en la Tabla 11.

Tabla 11. Escala de interpretación del IBI_M.

VALOR TOTAL DE IBI _M	INTERPRETACIÓN
< 1,5	No deseable
≥ 1,5 y < 2	Estado de alerta
≥ 2 y < 3	Estado regular
≥ 3 y < 4	Buen estado
≥4	Deseable



Fuente de los datos e información

Para visualizar la aplicación del índice se tomaron los datos de cuatro estaciones monitoreadas en el proyecto "Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta". El tipo fisiográfico de referencia para las estaciones reportadas fue cuenca.

Periodo reportado

• 2001-2014.

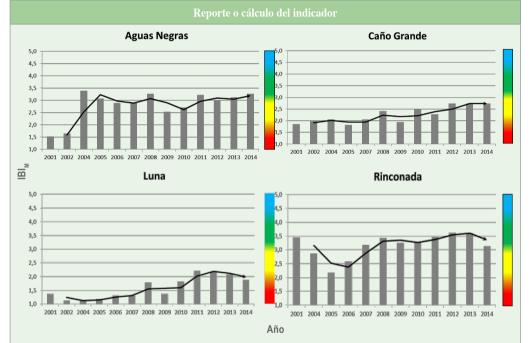


Figura 19. Serie histórica del Indicador de Integridad Biologica de manglares (IBI_M) en cuatro estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

Interpretación de los resultados

El Indice de Integridad Biologica para manglares (IBI_M) aplicado al caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), muestra fluctuaciones a lo largo del tiempo, que evidencian la enorme dinámica del sistema durante el proceso de rehabilitación (Figura 19).

Teniendo en cuenta el periodo reportado, de manera general se muestra un incremento en la integridad de las estaciones Caño Grande, Luna y Rinconada a lo largo del tiempo. Esto ha sido posibile por la mejora en las condiciones fisicoquímicas del suelo, debido al lavado de sales inducido por las obras hidráulicas que se llevaron a cabo entre 1995 y 1998 y la influencia de los eventos climáticos La Niña durante el 2006, 2008 y 2010.



Un estado de Alerta en la estación Aguas Negras fue evidenciado hasta el año 2002 ($\mathrm{IBI}_{\mathrm{M}}\pm2$), momento a partir del cual se reporta un aumento en la densidad de A. germinans y R. mangle. Este hecho ha sido favorecido por el continuo aporte de agua dulce en la estación a través del canal Aguas Negras reabierto en 1998, el cual ha permitido el lavado de las sales en suelos contribuyendo a la recuperación gradual del bosque, a través de la reducción del estrés osmótico en la vegetación. Actualmente el $\mathrm{IBI}_{\mathrm{M}}$ para esta estación oscila entre un estado regular y un buen estado La estación Caño grande, ha mostrado incrementos progresivos en el índice hasta la fecha, alcanzando un estado regular. La recuperación del bosque en esta estación ha sido favorecida por la reforestación con R. mangle, realizada por el proyecto "Manglares de Colombia" en el año 2000, individuos que desde el 2010 aportan a la estructura del sector (densidad y área basal).

Históricamente, la ciénaga de La Luna ha mostrado los $\mathrm{IBI}_{\mathrm{M}}$ más bajos del sistema, estando en categoría No deseable hasta el año 2008, donde una disminución importante de la concentración salina, propició el aumento en la densidad de plántulas y propágulos, así como el aumento de la densidad del bosque, favoreciendo la mejora en las condiciones (Estado de Alerta) desde este año hasta el momento actual. La disminución del $\mathrm{IBI}_{\mathrm{M}}$ en el 2014 respecto al año inmediatamente anterior en la estación Luna, se debe al aumento de la salinidad promedio y a la pérdida de estructura del bosque en términos de área basal de *L. racemosa*.

En contraste, Rinconada muestra el mejor comportamiento de $\mathrm{IBI}_{\mathrm{M}}$ a lo largo del tiempo, manteniéndose en "Buen Estado". Algunas reducciones en el Indicador se observan en los años 2001 y 2005, como consecuencia de déficit hídrico y la reducción del área basal por muerte de árboles, respectivamente. La disminución en el indicador para el año 2014, se relaciona con la pérdida de densidad de $L.\ racemosa$, concomitante con el aumento de su área basal. Este fenómeno es indicativo de un proceso denso dependiente, que en los bosques se denomina autoadelgazamiento y que es reflejo de un estadío maduro del bosque

Limitaciones del indicador

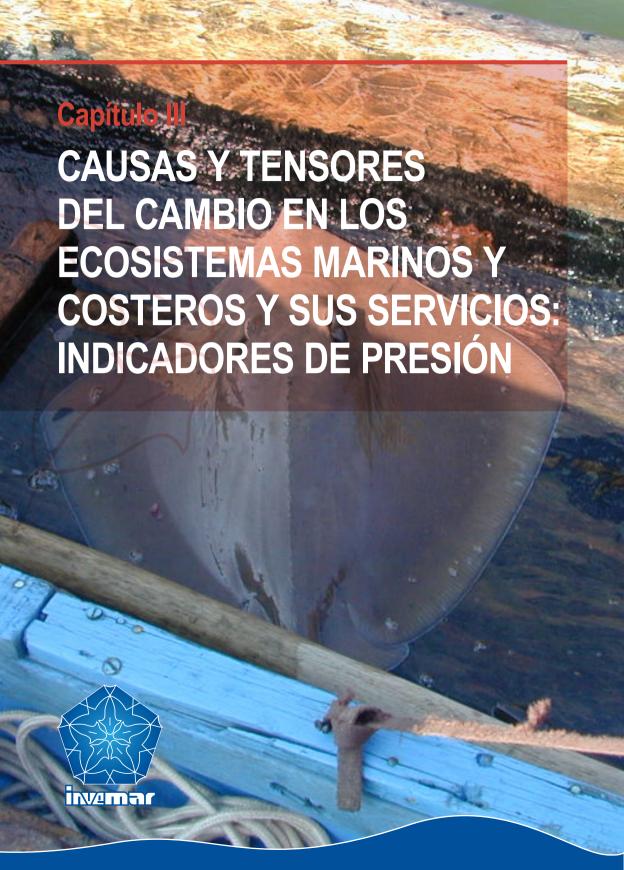
El principal factor limitante de este indicador es la necesidad de contar con datos de referencia para cada variable involucrada en el cálculo en cada una de las regiones de Colombia, por lo que es necesario contar con una base de datos sólida que asegure la inclusión de la variabilidad inherente a los manglares del país. Actualmente para el indicador se contemplan datos provenientes de algunos estudios realizados en la región Caribe, por lo cual no se debe aplicar el IBI_M en la región Pacífica colombiana hasta tanto se establezcan los rangos de evaluación específicos para esta zona del país. Las ponderaciones asignadas para AB y D dependen de la dominancia de cada especie y las características íntrinsecas a cada zona de estudio, por lo que deben ser calibradas para cada sitio con una base de datos sólida y validación con expertos.

Es importante aclarar que el indicador ha sido calibrado según los tipos fisiográficos descritos por Cintrón-Molero and Schaeffer-Novelli (1983); por lo tanto antes de calcular el indicador para un área de interés, es importante identificar el tipo fisiográfico al cual corresponde y atribuir los subíndices de acuerdo a los rangos presentados en la Tabla 11.

Los valores obtenidos en este reporte no deben ser comparados directamente con los reportados en Bastidas-Salamanca *et al.* (2013), pues el indicador presentado en esta versión ha incorporado algunos cambios en su formulación para hacerlo más robusto.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Actualmente el país cuenta con un protocolo Nacional de Monitoreo para manglares diseñado y próximo a ser implementado (Tavera, 2014); adoptar este protocolo, seguir sus lineamientos y alimentar el Sistema de Información para Gestión de los Manglares de Colombia (SIGMA) (http://sigma.invemar.org.co), permitirá consolidar una base de datos sólida a nivel nacional que facilite el cálculo del indicador y su permanente calibración y validación.





INTRODUCCIÓN

Con base en variables indicadoras este capítulo determina la magnitud y tendencia de tensores directos causados por la intervención antrópica sobre servicios ecosistémicos como la provisión de alimento a través de usos como la pesca y la acuicultura marinas. Estos usos generalmente si son realizados de manera no regulada, afectan la estructura y función de ecosistemas marinos donde residen múltiples especies en interacción con diferentes hábitats. En este sentido, para aquellos espacios del país de que se dispone información, se pretende conocer la presión ejercida por el hombre sobre recursos principalmente pesqueros.

CAUSAS Y TENSORES DIRECTOS

▼ Aprovechamiento de recursos pesqueros

La actividad de la pesca en sus tipos artesanal e industrial, ejerce diferentes impactos sobre los recursos y ecosistemas, en la medida en que la actividad no se ejerza de manera racional y controlada. Sin embargo, para poder evidenciar la presión que sobre la biodiversidad y ambientes marinos ejerce la pesca, se requiere de información continua en el tiempo basada idealmente en programas de monitoreos hechos bajo un diseño de muestreo robusto en términos estadísticos. Este insumo permite el cálculo de indicadores que comparados con un punto de referencia límite, permiten identificar valores no deseables de los indicadores denotando problemas como la sobrepesca. A continuación se presentan una serie de indicadores que documentan la presión de la pesca, tanto artesanal como industrial. La información usada es en parte oficial (proveniente de la Autoridad Pesquera) y en otra parte proveniente de proyectos de investigación del INVEMAR.



INDICADOR DE CAPTURA TOTAL Y CAPTURA POR ESPECIE (NACIONAL)

Definición e importancia del indicador

Es una medida de producción o rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser capturado por algún tipo de arte de pesca durante las faenas realizadas en un área determinada. Este indicador contribuye a la formulación de medidas de manejo pesquero.

Fuente de los datos e información

Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) (liquidado), Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural (INCO-DER), Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombia internacional - CCI (MADR- CCI-2007-2008-2009-2010-2011) y Sistema estadístico pesquero colombiano (SEPEC) de la AUNAP.

Periodo reportado

• 1990-2014.

Nota: El convenio Ministerio de Agricultura - CCI no reportó información de pesca industrial y artesanal para 2011, por tanto no se muestra información para ese año. Respecto a 2014, el SEPEC publicó la información con corte a junio.

Reporte o cálculo del indicador

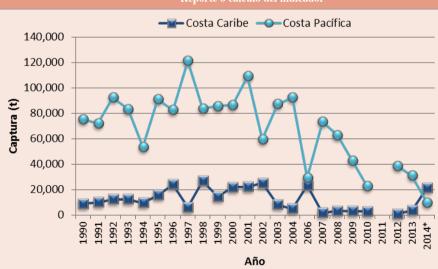


Figura 20. Captura industrial y artesanal desembarcada para el Caribe y Pacífico colombiano. *Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y junio. Para el Caso Caribe, en 2014, el 93% de los desembarcos provinieron de faenas industriales de pesca de atún con cerco en el Pacífico Oriental Tropical (SEPEC, 2014).



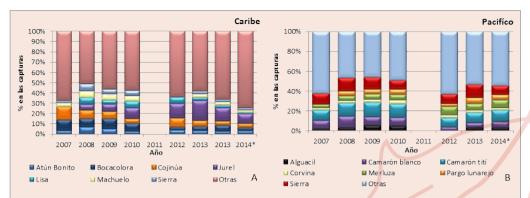


Figura 21. Captura artesanal por especie desembarcada para el Caribe y Pacífico colombianos. *Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y junio.

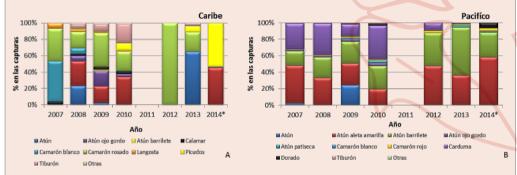


Figura 22. Captura industrial por especie desembarcada para el Caribe y Pacífico colombianos. *Los datos publicados corresponden a los reportados entre enero y junio.

Las capturas totales desembarcadas han mostrado históricamente ser mayores en el Pacífico que en el Caribe, con excepción de 2006, donde las capturas fueron semejantes y del primer semestre de 2014, donde el 93% de los desembarcos del Caribe correspondieron a capturas industriales de atún hechas en el Océano Pacífico Oriental (SEPEC, 2014). No obstante, es clara la disminución vertiginosa de los desembarcos en ambas costas casi desde la última década (Figura 20). El indicador no incluye las capturas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ni de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Las estimaciones para el Caribe del primer semestre de 2014 (21.427,3 t), muestran que en los desembarcos de pesca artesanal los peces son el grupo dominante (81,59%), destacándose los desembarcos de las familias Scombridae (sierrras y bonitos), Carangidae (cojinúas y jureles) y Lutjanidae (pargos) (Figura 21), aunque como en años anteriores, el grupo "otras especies" continúa siendo el más abundante (Figura 21A), reflejando una alta diversidad.



Como se mencionó antes, el grupo más representativo de los desembarcos industriales fueron los atunes (99,8%), seguido de los camarones (0.18%), recurso que es capturado y desembarcado en el Caribe (Figura 22A).

La estimación hasta junio de 2014 de la producción pesquera del Pacífico fue de 9.448,5t, y al igual que en años anteriores, el sector artesanal tuvo una muy baja representatividad (25,7%). Durante el mismo año en las capturas artesanales del Pacífico (Figura 21B), sobresalieron la sierra (218,54t), camarón titi (275,7t), merluza (201,6t), pargo lunarejo (124,1t) y camarón blanco (148,8t). Respecto a la pesca industrial en el Pacífico (Figura 22B), el grupo de mayor aporte fue el de los atunes (5892,8t), seguidos por los camarones (358,3t). Cabe resaltar el descenso de la carduma desde 2012, producto del cierre de la única empresa que capturaba el recurso.

Limitaciones del indicador

Existe un nivel de incertidumbre grande en los desembarcos de los últimos años, no obstante son los datos oficiales colectados con un diseño muestreal que trata de tener la mayor cobertura espacio-temporal. El indicador se limita a mostrar la tendencia de la producción pesquera afectada por niveles de esfuerzo y variables ambientales. En ningún momento debe interpretarse como una medida de abundancia que implique un estado del recurso en las poblaciones naturales. Con la implementación del SEPEC, es posible que en los próximos años, se documenten valores de esfuerzo de pesca asociados a las capturas reportadas, los cuales permitirían la estimación del índice de abundancia relativa llamado captura por unidad de esfuerzo. Se reitera la importancia de tomar con reserva el dato de captura desembarca en el Caribe para 2014, ya que a pesar de haberse desembarcado en ciudades como Cartagena y Barranquilla, los recursos fueron mayormente capturados en aguas del Pacífico.

Recomendaciones v alternativas de maneio

Este indicador permitió identificar un descenso importante de los desembarcos, los cuales no necesariamente implican un descenso del tamaño de las poblaciones. Es necesario contar con información del esfuerzo de pesca para obtener una valoración del estado del recurso. La disminución de capturas podría ser causa de fuerzas de mercado que afectan el esfuerzo, o simplemente reflejar un efecto del ambiente, contaminación y/o fallas en la toma de información.



INDICADOR DE CAPTURA TOTAL Y CAPTURA POR ESPECIE PARA LA PESCA ARTESANAL EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA -CGSM

Definición e importancia del indicador

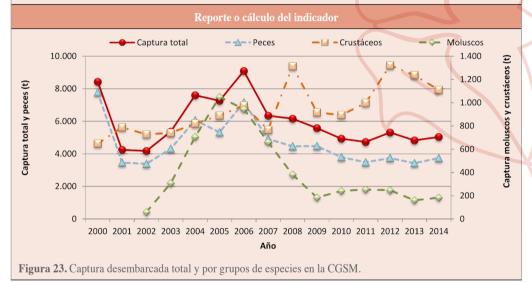
Es una medida de producción o rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser capturado por algún tipo de arte de pesca durante faenas ejercidas en un área determinada. Este indicador contribuye a completar medidas de manejo pesquero.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

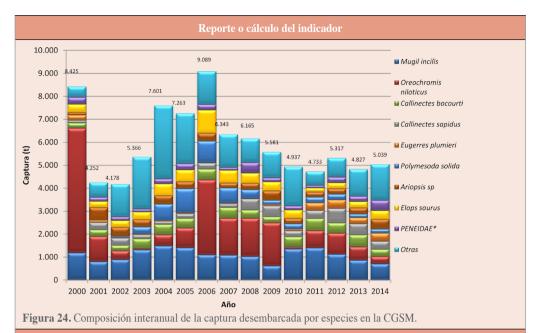
Periodo reportado

• 2000-2014 (último período anual: enero – noviembre de 2014).



Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia • 2014





En 2014 la captura total entre enero y noviembre se estimó en 5.039,2t (Figura 23), manteniéndose en niveles relativamente constantes desde 2010, precedido de un descenso sucesivo, posterior al mayor valor, presentado en 2006. La mayor representación fue del grupo de los peces con 3.744,7t (74,3%), seguidos por los crustáceos con 1.110,7t (22%) y los moluscos con 183,9t (3,6%). En cuanto a peces destaca entre las especies más capturadas la lisa (*Mugil incilis*; 19%), la mojarra lora (*Oreochromis niloticus*; 9%), el chivo cabezón (*Ariopsis sp*; 11%), el macabi (*Elops smithi*; 10%) y la mojarra rayada (*Eugerres plumieri*; 9%) (Figura 24). Con respecto a los crustáceos, en los 11 meses evaluados en 2014, comparativamente descendieron desde 2013 en un 10,2%. Las jaibas (*Callinectes bocourti* y *C. sapidus*) se constituyen en el principal recurso de este grupo, el cual menguó en este año en un 34%, en lo relativo a 2013, siendo más evidente el declive en *C. bocourti*, estimado en un 40%. Los moluscos representados por la almeja (*Polymesoda solida*), aumentaron su producción moderadamente en un 15%.

Limitaciones del indicador

El indicador posee una certidumbre esperada, basada en un enfoque muestral aplicado por el INVEMAR para las estadísticas de pesca. Sin embargo, la captura no debe ser tomada como un indicador de abundancia del recurso, sino como medida de producción.

Recomendaciones v alternativas de manejo

Su relación con datos de esfuerzo, permite calcular la abundancia relativa, la cual puede ser usada como indicador de estado, y para determinar la incidencia de pesca sobre el recurso, además de direccionar medidas de manejo a un arte de pesca determinado y sus capturas por tallas. Esta información es base para la estimación de cuotas de pesca y esfuerzo óptimo.



INDICADOR DE ABUNDANCIA RELATIVA DE LA PESCA ARTESANAL EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA -CGSM

Definición e importancia del indicador

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es un índice de la abundancia relativa de un recurso aprovechado por pesca en un área geográfica dada y usando una tecnología de pesca específica. Representa el peso capturado por especie (o multiespecífico) en función del esfuerzo invertido en la extracción y es la única medida de este tipo estimable a partir de estadísticas de pesca que puede medir el estado de una población aprovechada por pesca.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR - SIPEIN.

Periodo reportado

• 2000-2014 (último período anual: enero – noviembre de 2014).

Reporte o cálculo del indicador

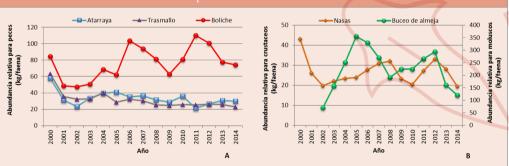


Figura 25. Abundancia relativa de peces (A) e invertebrados (B) por arte de pesca en la CGSM.

Interpretación de los resultados

La abundancia reflejada por tres artes de pesca selectivos para peces, tiende a mostrar un patrón consistente entre artes durante el periodo analizado (Figura 25A); no obstante, es claro que el boliche es mucho más eficiente, debido a su mayor poder de pesca. Para 2014, tanto el boliche como el trasmallo presentaron un leve descenso en la abundancia de peces, mientras que para la atarraya la abundancia fue similar a los años previos. En general la abundancia de peces en la CGSM tiende al descenso. Las nasas, mostraron un descenso con relación a 2013, determinándose en 2014, la menor abundancia de jaibas de la serie de tiempo evaluada (19,4 kg/faena). En el caso del buceo, dedicado a la extracción de almejas, la abundancia presentó una caída considerable, llegando a niveles inferiores a los de los últimos 11 años de seguimiento, luego de un abrupto descenso entre 2005 y 2008 (Figura 25B).

Limitaciones del indicador

El indicador ha sido estimado con buen grado de certidumbre. Debido al carácter multiespecífico de la pesquería, deben tomarse con precaución los datos de este indicador para una misma especie con diferentes artes de pesca.



Recomendaciones v alternativas de manejo

A partir de las capturas y su relación con el esfuerzo pesquero es posible determinar el rendimiento máximo sostenible (RMS) como una alternativa de punto de referencia límite para estimar cuotas de pesca y esfuerzos óptimos. Tales puntos de referencia se obtienen producto de la modelación bajo un enfoque precautorio. Para 2014 con datos de 2013, se sugirió una cuota global anual límite de 5.049t, para los peces y 872t para las jaibas. Los valores de esfuerzos óptimos sugeridos para 2014 estuvieron alrededor de 117.156 faenas de atarraya, 42.295 de trasmallo, 33.026 de boliche y 31.794 con nasas; para el buceo no se propuso cuota, ni esfuerzo óptimo, debido a que este recurso se explota en áreas protegidas, en donde Parques Nacionales Naturales ejerce el control respectivo.



INDICADOR DE TALLA MEDIA DE CAPTURA PARA LA PESCA ARTESANAL EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA -CGSM-

Definición e importancia del indicador

La talla media de captura (TMC) es el tamaño promedio expresado en longitud de los individuos de una población extraída por pesca con un arte y en un área de pesca dada. La TMC comparada con un punto de referencia como la talla media de madurez (TMM) de la especie, se asume como un indicador del estado de la pesquería en términos de sobrepesca por crecimiento o efecto sobre la estructura de la población de una especie dada. La TMC permite detectar presión sobre el recurso, debido a cambios en la tecnología de pesca y esfuerzo de pesca.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR - SIPEIN.

Periodo reportado

• 2000-2014 (último período anual: enero – noviembre de 2014).

Jaiba Roja (Callinectes bocourti) Almeja (Polymesoda solida) Jaiba Azul (Callinectes sapidus) 6 13 -TMM = 10.6 cm TMM = 10 cm 12 ongitud (cm) <u>E</u> 10 8 2010 2012 2009 2005 2007 2008 2011 Δñc Mojarra Rayada (Eugurres plumieri) Lisa (Mugil incilis) Mojarra Lora (Oreochromis niloticus) 30 36 33 27 ongitud (cm) 30 27 24 21 18 15 15 15 -TMM = 24 cm -TMM = 20 cm ■TMM = 21.3 cm 12 2011 2012 2013 2014 2011 2012 2013 2014

Figura 26. Variación interanual de las tallas media de captura (TMC) para las principales especies en la CGSM y su ubicación con respecto a la talla media de madurez sexual (TMM).



La lisa se encuentra fuertemente explotada por debajo de la TMM (Figura 26), aunque en entre 2011 y 2013, se evidenció un ligero aumento de la TMC. Las jaibas están igualmente en riesgo, teniendo en cuenta que la mayoría de los años la TMC para ambas especies se registró por debajo de la TMM. Por el contrario, especies como la mojarra rayada y mojarra lora, al igual que la almeja, generalmente han sido extraídas por encima de su TMM, lo cual representa un riesgo bajo de sobrepesca en crecimiento.

Limitaciones del indicador

En el caso de la CGSM, al igual que en la mayor parte de las pesquerías artesanales, los recursos se extraen con diversidad de artes de pesca, cada una de las cuales selecciona un espectro de tallas determinadas afectando la TMC. Tal complejidad plantea un cuidadoso seguimiento en monitoreo al desempeño de diferentes artes de pesca.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda el uso de la TMM como talla mínima de captura para las especies: lisa (*M. incilis*) = 24cm Lt; mojarra rayada (*E. plumieri*) = 20cm Lt; mojarra lora (*O. niloticus*) = 21cm Lt y almeja (*P. solida*) = 3 cm. Para las jaibas (*C. bocourti* y *C. sapidus*), se recomienda una TMC de 9,0 cm de ancho estándar del caparazón de acuerdo a la reglamentación oficial (Resolución 623 de 2004, INCODER).



INDICADOR DE PROPORCIÓN DE PESCA INCIDENTAL Y DESCARTES PARA LA PESCA ARTESANAL EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA -CGSM

Definición e importancia del indicador

La cantidad de captura desembarcada es generalmente dividida en captura objetivo (aquella objeto de pesca a través de un arte específico), captura incidental que corresponde a la fracción no objetivo de pesca, pero que tiene valor comercial, y el descarte, el cual hace referencia a la fracción de la captura total que no es usada por el pescador y termina siendo devuelta al medio por su nulo interés comercial. Este indicador permite determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina y demás efectos sobre las redes tróficas e interacciones comunitarias.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR - SIPEIN.

Periodo reportado

• 2014 (enero – noviembre de 2014).

Reporte o cálculo del indicador

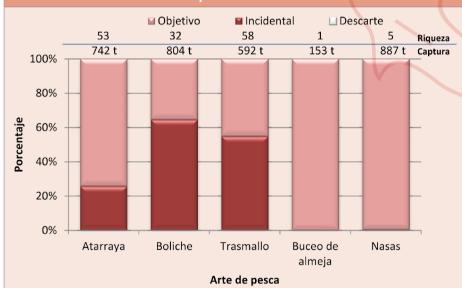


Figura 27. Composición porcentual de las capturas por arte de pesca para 2014, discriminando las capturas objetivo, incidental y descartes en la CGSM.



La pesca artesanal de la CGSM es un ejemplo de una pesquería multiespecífica, donde realmente no existen descartes, pues todo es aprovechado por el pescador (p. e. especies pequeñas para alimento en zoocriaderos e incluso para alimento humano). Lo anterior es indicador de un fuerte impacto sobre la biodiversidad de dicho ecosistema aunque dicha biodiversidad contribuya a proporcionar alimento e ingresos a los pescadores. El único arte totalmente selectivo es el buceo para almejas; mientras que el boliche, atarraya y red fija (trasmallo), son los artes menos selectivos (la atarraya capturó 53 especies, siendo el objetivo principal la lisa; en el boliche la captura objetivo fue lisa y mojarra rayada con 30 especies más capturadas; mientras el trasmallo fue el de mayor número de especies capturadas (58) (Figura 27). En cuanto a nasas la captura objetivo lo conforman las jaibas azul y roja respectivamente (*C. sapidus* y *C. bocourti*).

Limitaciones del indicador

El indicador es fuertemente dependiente de la información suministrada por el pescador; no obstante si el muestreo es representativo en puerto, el indicador es muy útil.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se sugiere mejorar la selectividad de los artes de pesca trasmallo, atarraya y boliche a fin de incentivar el escape de especies pequeñas (p. e. juveniles). Esto plantea un fuerte compromiso con los pescadores y esfuerzos de control y vigilancia por parte de la autoridad pesquera.



INDICADOR DE FRACCIÓN DESOVANTE/JUVENIL DE LAS CAPTURAS PARA LA PESCA ARTESANAL EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA -CGSM

Definición e importancia del indicador

Corresponde a la fracción juvenil y desovante medida sobre la frecuencia de las capturas desembarcadas por tallas para las diferentes especies. Para la división de la fracción desovante y/o juvenil de las capturas, se toma en forma simplificada la TMM. La mayor o menor fracción desovante o juvenil, indicará la presión de pesca ejercida sobre uno u otro componente poblacional.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR - SIPEIN.

Periodo reportado

• 2014 (enero – noviembre de 2014).

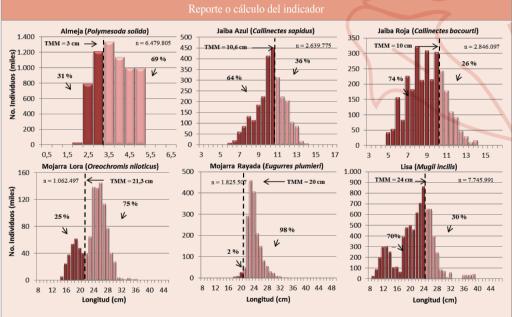


Figura 28. Fracción desovante y juvenil de los principales recursos pesqueros en la CGSM durante 2014.



La fracción explotada por debajo de la TMM para lisa (70%), jaiba azul (64%) y jaiba roja (74%) (Figura 28), es alta, lo cual indica que buena parte de los desembarcos se componen de juveniles o subadultos, disminuyendo la capacidad reproductiva de las poblaciones pesqueras. Especies como la mojarra rayada y mojarra lora, no muestran ser afectadas por las tallas capturadas, ya que su extracción está basada en tamaños grandes y por tanto tienen mayor probabilidad de reproducirse.

Limitaciones del indicador

En el caso de la CGSM, al igual que en la mayor parte de las pesquerías artesanales, los recursos se extraen con diversas artes de pesca, cada una de las cuales selecciona un espectro de tallas determinado. Tal complejidad plantea un cuidadoso seguimiento al desempeño de diferentes artes de pesca. Otras limitantes pueden ser la ausencia de estimaciones actualizadas de las TMM o desconocimiento del potencial reproductivo de las especies.

Recomendaciones y alternativas de maneio

Se recomienda fijar las tallas mínimas de captura igual o mayor a la TMM, lo anterior controlando la selectividad de los artes de pesca (p.e. regulaciones de tamaños de malla, tamaños de anzuelos).



INDICADOR DE RENTA ECONÓMICA DE LA PESCA ARTESANAL EN LA CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA -CGSM

Definición e importancia del indicador

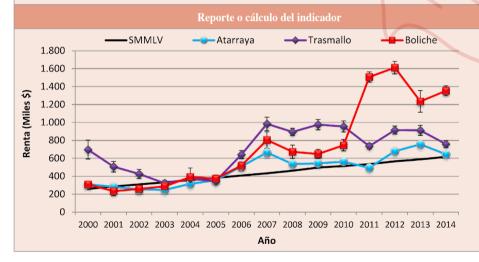
Son las ganancias generadas por unidad de pesca una vez del ingreso bruto producto de la pesca se han descontado los costos de operación o variables. Contribuye a determinar el desempeño económico de una pesquería, que combinado con otras variables de desempeño de la pesca, permite analizar su incidencia para efectos de planificación e implementación de proyectos de fomento, desarrollo tecnológico, control, ordenamiento y en general de administración de la pesquería. Este indicador, se puede determinar por unidad de pesca y/o pescador, como se presenta en esta oportunidad, de esta manera se puede comparar con un punto de referencia como el salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV). El uso de variables económicas en pesca junto con aquellas ecológicas y biológicas, es muy importante para alcanzar el aprovechamiento racional de los recursos bajo varias perspectivas y para conocer el comportamiento del pescador ante niveles de renta en periodos previos.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN.

Periodo reportado

• 2000-2014 (último período anual: enero – noviembre de 2014).





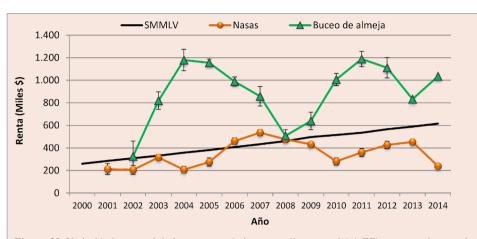


Figura 29. Variación interanual de la renta económica promedio mensual (+/- EE) por pescador para los principales artes de pesca en la CGSM y su ubicación con respecto a una renta umbral del SMMLV para cada año (en el 2014: SMMLV = \$ 616.000).

En 2014 la renta de los pescadores que utilizaron boliche, trasmallo, atarraya y buceo, superaron el umbral de referencia, sin embargo, con disminuciones en las ganancias de los pescadores de trasmallo y más evidente en atarraya, que estuvieron próximas al SMMLV, contrario a los de boliche y buceo, en la que este indicador se incrementó con respecto a 2013. Las nasas, que no alcanzaron el umbral fijado, disminuyeron en un 47% con relación al año anterior (Figura 29).

Limitaciones del indicador

La calidad de la información de costos y precios es dependiente de la voluntad de los pescadores entrevistados y por ende hay un efecto en la estimación final, contabilizado para el caso de la CGSM. Fuerzas como oferta y demanda, pueden afectar la estimación de indicadores económicos, sin tener esto que ver en algunos casos con la disponibilidad de los recursos.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se sugiere analizar la incidencia de este indicador para efectos de planificación e implementación de proyectos de fomento, desarrollo tecnológico, control, ordenamiento y en general de administración de la pesquería, pues las cuotas de pesca bien pueden fijarse con un máximo rendimiento económico y no con un máximo rendimiento biológico.



INDICADOR DE CAPTURA TOTAL Y CAPTURA POR ESPECIE: PESCA NACIONAL INDUSTRIAL DE CAMARÓN

Definición e importancia del indicador

Es una medida de producción o rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser extraído de la población natural por unidad de esfuerzo de algún tipo de arte de pesca, en este caso la red de arrastre de fondo industrial. Se presenta el indicador para la captura objetivo en cada costa constituida por varias especies de camarón de aguas someras (CAS) y aguas profundas (CAP).

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

Periodo reportado

- 2008 a diciembre de 2014 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2014 para el Caribe.

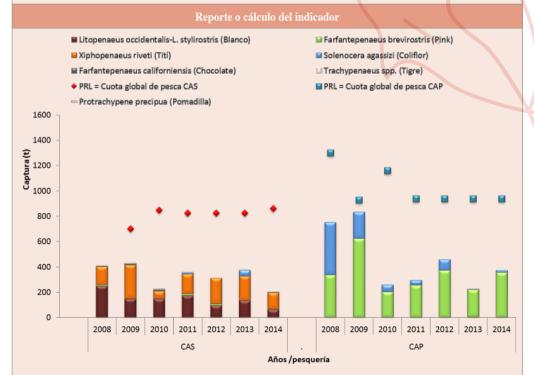


Figura 30. Variación interanual de la captura objetivo en las pesquerías de camarón del Pacífico (CAS y CAP) y su relación con la cuota global de pesca anual (punto de referencia límite).



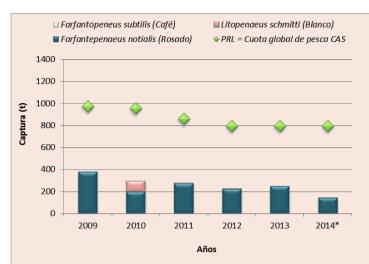


Figura 31. Variación interanual de la captura objetivo en la pesquería de camarón del Caribe colombiano y su relación con la cuota global de pesca (punto de referencia límite). *Información estimada únicamente a partir de los desembarcos en el Puerto de Tolú.

En el 2014, la pesquería de CAS en el Pacífico colombiano presentó un desembarco de 201,7 t de captura objetivo (CO), valor 53,9% menor que la captura en 2013 y correspondiente al 23,4% de la cuota global de pesca (PRL= 860 t; Figura 30). El camarón tití fue el principal producto de la CO (*X, riveti*; 65,5%), el camarón blanco (*L. occidentalis*) representó el 31,0%, seguido del chocolate (*F. californiensis*; 1,9%) y el pink (*F. brevirostris*; 1,3%); además se capturaron en menor porcentaje tigre (*Trachypenaeus* spp; 0,2%) y coliflor (*S. agassizi*; 0,1%). La captura de CAP fue de 372,8 t y correspondió al 39,6% de la cuota global de pesca asignada para 2014. Para esta pesquería la composición de la captura ha cambiado gradualmente en los últimos 7 años, y actualmente es casi monoespecífica ya que el pink (*F. brevirostris*) representa el 95,2% mientras que el coliflor (*S. agassizi*) solo el 4,8% (Figura 30). Como ha ocurrido en los últimos seis años, las capturas estuvieron por debajo del PRL, lo que minimiza el riesgo de sobreexplotación por pesca; no obstante, debido a los estados de sobreexplotación del CAS y plena explotación del CAP podría considerarse la posibilidad de fijar cuotas globales más conservadoras, (INVEMAR, 2012).

En el Caribe la captura del CAS en 2014 de las embarcaciones que desembarcan en Tolú fue 146,4 t (Figura 31), y representó el 18,5% de la cuota de pesca establecida en 2014 (PRL= 790t). La especie más representativa fue el camarón rosado (*Farfantepenaeus notialis*), recurso que aún no presenta señales consistentes de recuperación, luego de alcanzar un estado de colapso (Páramo *et al.*, 2006; Manjarrés *et al.*, 2008; Páramo y Saint-Paul, 2010) por lo que se sugiere que las cuotas sean aún más conservadoras.



Limitaciones del indicador

La calidad de la estimación de la captura depende de la información suministrada por las empresas pesqueras sobre los desembarcos industriales, los cuales en este caso son parte de los compromisos del sector pesquero industrial ante la autoridad pesquera. Para el año 2014, de las empresas que desembarcan en la costa Caribe, solo PESTOLÚ atendió a la solicitud de información, por lo que el valor de captura está subestimado.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda analizar este indicador junto con otros para fines de manejo pesquero (establecimiento de cuotas y niveles de esfuerzo óptimos). Por sí solo muestra que la producción pesquera industrial tuvo una disminución en 2014 para la pesquería del CAS principalmente; mientras que la pesca del CAP incrementó.



INDICADOR DE ABUNDANCIA RELATIVA DEL CAMARÓN: PESCA INDUSTRIAL NACIONAL

Definición e importancia del indicador

Representa la cantidad de recurso o captura en función del esfuerzo invertido en la extracción (CPUE). Es específico a un arte que posee un poder de pesca propio y se asume que es directamente proporcional a la biomasa disponible de un recurso en su medio natural. Permite inferir la situación del recurso, la eficiencia de arte de pesca y las épocas más productivas. En este caso se reporta el indicador para el CAS y CAP.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

Periodo reportado

- 2008 a diciembre de 2014 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2014 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador



Figura 32. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) estimada en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y Caribe (B) colombiano.

Interpretación de los resultados

La CPUE del CAS en el Pacífico durante 2014 (4,1 kg/h) disminuyó considerablemente respecto al año anterior (6,0 kg/h; Figura 32A), lo cual podría indicar una disminución del recurso, aún más si se tiene en cuenta que la abundancia actual es menor del 20% de la abundancia máxima de la década de los años 60, lo que reitera la sobreexplotación del recurso. Cabe resaltar que en esta pesquería, sobre el camarón blanco se ejerce esfuerzo artesanal e industrial simultáneamente, lo cual puede ser la causa principal de su estado de explotación. El CAP del Pacífico por su parte, mostró la menor abundancia de los últimos diez años (Figura 19A), lo que sitúa al recurso en moderada a plena explotación. En el Caribe la CPUE del CAS para el puerto de Tolú (5,36 kg/h) ha venido en descenso desde el 2012 (Figura 32B), sugiriendo que el camarón rosado aún no se recupera del colapso.



Limitaciones del indicador

La calidad de la estimación de la CPUE es altamente dependiente de la información que las empresas pesqueras suministran tanto de captura como de esfuerzo de pesca, por tanto, la negativa de algunos industriales para suministrar información, impide una evaluación real del recurso, ejemplo de ello es el vacío de información que se tiene para 2014 del recurso camarón desembarcado en Cartagena.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Las poblaciones de camarones objeto de pesca industrial en Colombia, requieren mayor control de las medidas que permitan su recuperación, principalmente la del CAS. Dichas medidas se han enfocado al establecimiento de cuotas de pesca, las cuales solo aplican a la flota industrial y además deberían verificarse a través de un control del esfuerzo de pesca permisible; así mismo debe controlarse la selectividad de los artes y las vedas espacio-temporales. Para el caso del CAS en el Pacífico, urge control sobre el esfuerzo y selectividad de la pesca artesanal. Para el CAP, las medidas de manejo deben dirigirse a mantener niveles de esfuerzo por debajo del rendimiento máximo sostenible y aumentar la talla media de captura TMC.



INDICADOR DE TALLA MEDIA DE CAPTURA (TMC): PESCA INDUSTRIAL NACIONAL DE CAMARÓN

Definición e importancia del indicador

La talla media de captura es la longitud promedio de los individuos de una población extraída con un arte de pesca específico y en un área de pesca dada. La información de TMC permite detectar la presión causada por la pesca sobre la estructura de la población. Al compararla con la talla media de madurez (TMM), se pueden recomendar medidas de manejo dirigidas a la reglamentación de artes de pesca en términos de selectividad o incluso el de vedar algún arte de pesca por su impacto sobre las poblaciones explotadas.

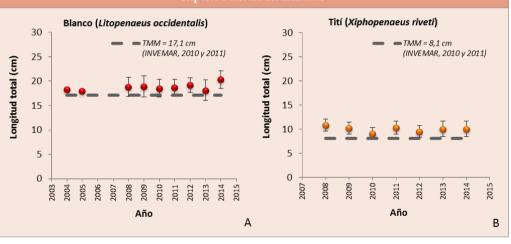
Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

Periodo reportado

- 2004 a diciembre de 2013 para el Pacífico.
- 2010 a diciembre de 2014 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador





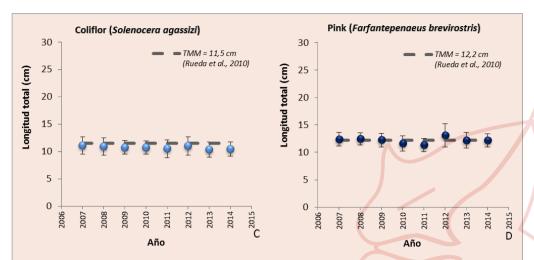


Figura 33. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).

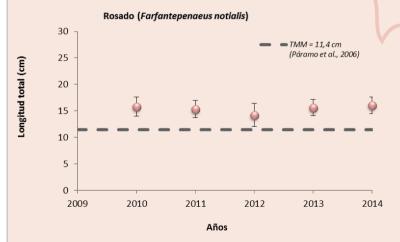


Figura 34. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de F. notialis, principal especie en la pesquería de CAS del Caribe colombiano con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).



De las cinco especies de camarón evaluadas en el país (Figura 33 y Figura 34), *S. agassizi* (coliflor) presentó un riesgo alto de sobrepesca por reclutamiento ya que la TMC calculada (10,5cm) sigue siendo inferior al PRL (11,5cm; Figura 33C). El camarón pink podría estar bajo la misma condición si se considera que la TMC es igual a la TMM (12,2cm) y que sus capturas representan el 95% del CAP del Pacífico. Las demás especies *F. notialis* para el Caribe y *L. occidentalis* y *X. riveti* para el Pacífico colombiano (Figura 20A, B, D y Figura 34, respectivamente) presentaron valores de TMC por encima de la TMM, condición favorable en la explotación del recurso, ya que garantiza la renovación natural de la población permitiendo el desove de al menos un 50% de las hembras de la especie en cuestión (García y Le Reste, 1986).

Limitaciones del indicador

La TMC fue calculada sólo para la fracción de pesca objetivo, así pues si la proporción de alguna de las especies es alta dentro del descarte, deberá recalcularse ya que puede cambiar la información que aporta el indicador. Dado que el PRL usado es la TMM, la calidad de esta estimación incide directamente en la interpretación de la TMC. Este indicador se calcula por monitoreos a bordo (lo que implica el apoyo incondicional de la industria pesquera), por lo que la calidad de la estimación depende de que el diseño de muestreo sea lo suficientemente representativo para extrapolarlo al total de las faenas monitoreadas.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Para disminuir el riesgo de sobrepesca por crecimiento del camarón coliflor y del camarón pink, se sugiere evaluar la selectividad del arte (Millar y Fryer, 1999) y regular los tamaños de malla en algunas secciones de la red de arrastre de modo que la TMC sea mayor que la TMM.



INDICADOR DE PROPORCIÓN DE PESCA INCIDENTAL Y DESCARTES: PESCA INDUSTRIAL NACIONAL DE CAMARÓN

Definición e importancia del indicador

La fauna acompañante de una pesquería está compuesta por los recursos que no son el objetivo de la actividad, pero que aun así son capturados. Estos recursos pueden clasificarse en captura incidental (CI) (pesca no objetivo que tiene valor comercial) y descartes (especies sin valor comercial y que son devueltas al mar generalmente sin vida). Conocer los porcentajes de fauna acompañante y la relación que tiene con la captura objetivo (FA/ CO), permite determinar el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

Periodo reportado

- 2005 2014 para el Pacífico.
- 2010 2014 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador

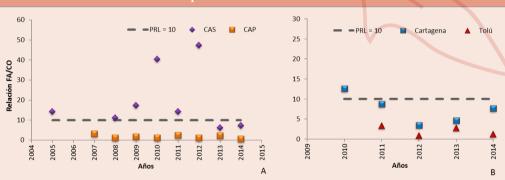


Figura 35. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y del Caribe colombianos (B).



En la pesquería del CAS en el Pacífico colombiano la relación FA:CO para el 2014 fue de 7,4:1 (Figura 35). Si bien es un valor por debajo del PRL, aumentó respecto al 2013 reflejando mayor impacto sobre la biodiversidad en especial para la fauna acompañante de CAS, la cual se ha convertido en un renglón importante para cubrir los costos de operación de la flota. El 68% de los organismos descartados fueron especies de peces de valor comercial que en estado adulto son aprovechados por otras pesquerías (e. g. Lenguado: *Cyclopsetta querna*, 19,4%), lo que genera una externalidad incidental hacia otras pesquerías (Seijo *et al.*, 1998), comprometiendo la seguridad alimentaria para las poblaciones del litoral costero. En la pesca del CAP, la relación FA:CO fue de 0,5:1, la más baja reportado en esta región desde que se tiene registro, mostrando cada vez más el bajo impacto sobre la biodiversidad asociada con respecto a la de CAS, aunque en esta pesquería de CAP, el 58% de las especies descartadas esta compuestas por especies que tiene valor comercial en su etapa adulta.

En el Caribe, la relación FA/CO del CAS fue 7,7:1 para la flota con puerto base en Cartagena y de 1,3:1 para los barcos con puerto en Tolú (Figura 35B), ambos valores por debajo del PRL. La flota de Cartagena, ejerce actividades de pesca eventualmente en la zona de La Guajira; no obstante, las faenas monitoreadas se concentraron en el sur del Caribe, desde frente del Golfo de Morrosquillo hasta Triganá (Chocó). La relación de la flota que desembarca en Tolú disminuyó respecto a 2013 (2,8:1); sin embargo, la relación se encuentra muy cercana a la obtenida en los monitoreos realizados en 2012 (0,9:1; (Santacruz-Buitrago, 1989); (Herazo-C. et al., 2006).

Limitaciones del indicador

Este indicador depende de la representatividad del muestreo a bordo y de las áreas geográficas donde se concentre el monitoreo a bordo, dada la variabilidad espacial de la biodiversidad marina. No existe un punto de referencia límite de FA/CO, aunque lo deseable es reducirlo al máximo. Se usa en este caso un valor arbitrario.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Para todas las flotas de pesca industrial por arrastre en Colombia, se recomienda implementar el uso obligatorio de dispositivos reductores de fauna acompañante para peces y tortugas (Rueda *et al.*, 2006; Girón *et al.*, 2010)" Lo anterior como medida para reducir el impacto sobre la biodiversidad, promoviendo una pesca responsable para el CAS y el CAP.



INDICADOR DE FRACCIÓN DESOVANTE/JUVENIL DE LAS CAPTURAS: PESCA INDUSTRIAL NACIONAL DE CAMARÓN

Definición e importancia del indicador

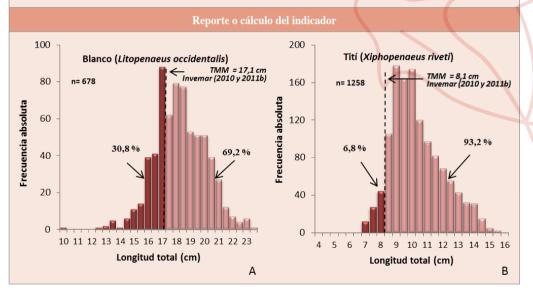
Los juveniles de una población son individuos que aunque están completamente formados, no han alcanzado la madurez sexual y por tanto no tienen la capacidad para reproducirse. Si las capturas por pesca impactan una proporción de juveniles mayor que la de los adultos, se ponen en riesgo los procesos reproductivos y de crecimiento de la población. Así mismo, una reducción de la población desovante afecta los niveles de reclutamiento y por tanto la sostenibilidad del recurso en el tiempo.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

Periodo reportado

• 2014.





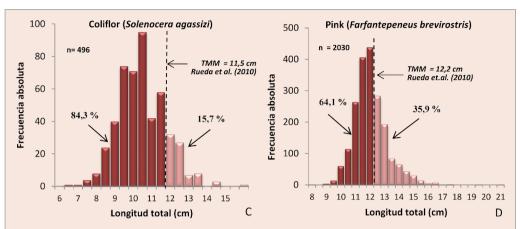


Figura 36. Estructura de tallas para las hembras de las principales especies objetivo en las pesquerías de CAS (A y B) y de CAP (C y D) del Pacífico colombiano durante 2014, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).

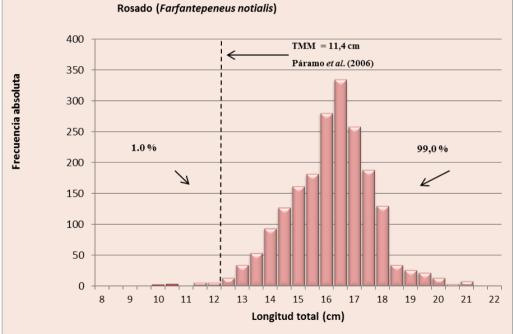


Figura 37. Estructura de tallas para las hembras de la principal especie objetivo en la pesquería del Caribe colombiano durante 2014, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).



Las hembras muestreadas del CAS en el Pacífico y en el Caribe, fueron en su mayoría maduras con un 69,2% para el camarón blanco, 93,2% camarón tití en el Pacífico colombiano y 99,0% para el camarón rosado en el Caribe de Colombia; Figura 36A, B y Figura 37), indicando poca presión de pesca sobre la estructura poblacional de estos recursos. Por otro lado, la proporción de hembras maduras de CAP fue baja (15,7% para coliflor y 35,9% en el caso de camarón pink; Figura 36C, D) y la TMC estuvo muy cerca de la TMM, demostrando una alta presión de pesca sobre la población juvenil de esta pesquería que implica riesgo de sobrepesca por reclutamiento.

Limitaciones del indicador

Este indicador es calculado a partir de monitoreos a bordo de la flota, por lo que la calidad de la evaluación depende de la representatividad de dicho muestreo, que a su vez se logra con apoyo de las flotas industriales, permitiendo el embarque de investigadores. Así mismo, es muy determinante la precisión de la estimación de la TMM que se usa como PRI...

Recomendaciones y alternativas de manejo

Además de lo sugerido en el indicador TMC, debe considerarse el diseño de vedas espaciales para el recurso CAP en el Pacífico, sin eliminar las vedas temporales en los periodos de desove y reclutamiento. Continuar con un seguimiento investigativo del ciclo reproductivo de las especies objetivo de explotación, permitiría tener datos consistentes y continuos para soportar la toma de decisiones.



INDICADOR DE RENTABILIDAD ECONÓMICA: PESCA INDUSTRIAL NACIONAL DE CAMARÓN

Definición e importancia del indicador

Son las ganancias generadas por unidad de pesca una vez del ingreso bruto producto de la pesca, se ha descontado los costos totales (fijos, variables o de oportunidad). El uso de variables económicas en pesca junto con las bioecológicas, es clave para alcanzar el aprovechamiento racional de los recursos bajo varias perspectivas como el comportamiento del pescador a las fuerzas del mercado.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN, alimentado con apoyo de las empresas pesqueras que desembarcan en Buenaventura, Cartagena y Tolú.

Periodo reportado

- 2007 a 2014 para el Pacífico.
- 2009 a 2014 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador

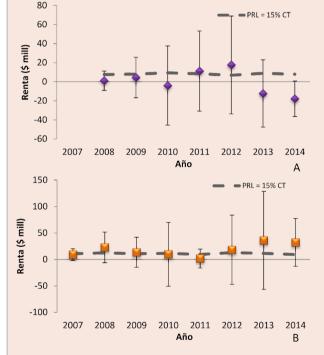


Figura 38. Variación interanual de la renta promedio por faena (±DE) en las pesquerías de CAS (A) y CAP (B) en el Pacífico colombiano. CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).



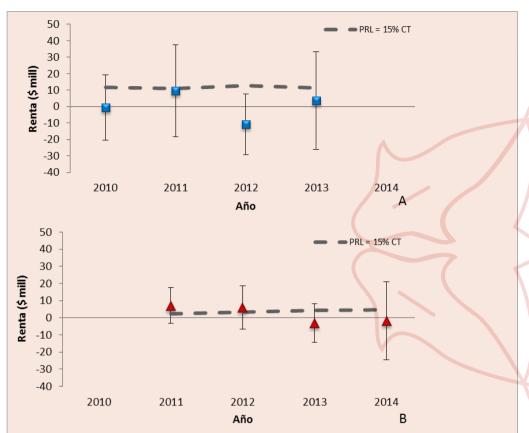


Figura 39. Variación interanual de la renta promedio por faena (±DE) en las pesquerías de CAS del Caribe colombiano, con puerto de desembarco Cartagena (A) y Tolú (B). CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).

Se estableció arbitrariamente como PRL que la renta correspondiera al 15% de los costos totales promedio de una faena. Para la pesquería del CAS en el Pacífico, la renta promedio fue de (-\$17,8 millones ± DE 18,6 millones; Figura 38A), mostrando que en algunos casos se superó el PRL (\$7,8 millones) pero que en general se presentó un escenario de perdida histórico de la actividad. Como en años anteriores, el 49% de los ingresos de esta pesquería fueron aportados por la CI por lo que la dedicación del esfuerzo de pesca hacia la captura de especies acompañantes para alcanzar un margen de utilidad sigue siendo muy importante, generando un impacto negativo sobre la biodiversidad marina asociada. Para la pesquería del CAP la renta económica (\$32,1 ± DE 45,5 millones; Figura 38B), está muy por encima del PRL (\$9,2 millones), indicando constancia en la recuperación económica desde hace 4 años. Para esta flota los ingresos provienen en su mayoría de la CO (\$101,1±76,8 millones) por lo que el aumento en la renta es reflejo del incremento en la captura y CPUE del camarón. Para la flota de CAS con puerto base en el municipio de Tolú (Caribe), la renta promedio (\$-1,75 millones ± 11,3 millones DE; Figura 39B), estuvo por debajo del PRL (\$4,7 millones), y en general se presentó un escenario de pérdidas en la actividad de este año.



Limitaciones del indicador

La calidad de la estimación de la renta depende de que las empresas pesqueras suministren información suficiente, certera y confiable respecto a sus costos y precios. La oferta y demanda del mercado pueden afectar la estimación de indicadores económicos, sin tener relación directa con la disponibilidad de los recursos.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Es necesario evaluar la sostenibilidad económica de la actividad a la luz del costo ambiental que genera, por lo que para las pesquerías de CAS tanto en Pacífico como en Caribe, se reitera la urgencia de establecer alternativas de diversificación pesquera (e.g. redes demersales) que permitan que las capturas de especies con alto valor comercial (CI) aumenten y en consecuencia los ingresos se eleven, pero sin comprometer la salud del ecosistema.

▼ Desarrollo de acuicultura marina

El cultivo de camarón ha sido una de las principales actividades acuícolas de Colombia. Desde sus inicios a finales de la década de 1980, su producción se orientó hacia la exportación y logró un importante posicionamiento en mercados como el español, el francés y el británico. Desafortunadamente, en los últimos seis años, el sector ha enfrentado dificultades relacionadas con la caída de los precios internacionales, la tasa de cambio del dólar, el costo del alimento balanceado y los atributos de calidad e inocuidad del producto, que han hecho del mercado una actividad más compleja e incierta.

A pesar de esto, la principal actividad de cultivo en nuestro país sigue siendo el camarón; ya que la cobia que incursionó en el 2009 y que tenía muy buena aceptación, proyección y se vislumbraba como una especie promisoria por su alto valor y rendimiento; paso reportar 240 t producidas en el 2012 a cero en el 2013, sin embargo se desconocen los motivos que llevaron al cese de actividades.

Las perspectivas de la acuicultura son grandes basadas en investigaciones con especies nativas de importancia económica, las cuales aún se encuentran en experimentación.



INDICADOR DE ESFUERZO DE LA ACUICULTURA MARINA

Definición e importancia del indicador

Relación en términos de área instalada y activa para la obtención de una determinada producción de organismos marinos cultivados, en este caso el camarón *Penaeus vannamei*.

Fuente de los datos e información

Información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, ACUANAL y AGROCA-DENAS CAMARÓN.

Periodo reportado

• 1995 a 2014 (Ene-Jun)

Nota: Ceniacua y Acuanal solo reportaron información para la producción a 2014; mientras que para el área instalada y activa se mantiene la información oficial presentada hasta 2011.

Reporte o cálculo del indicador

Tabla 12. Área instalada, área activa y producción para el cultivo de camarón P. vannamei por departamento.

COSTA		CARIBE			PACÍFICA	TOTAL	
Departamento	Atlántico	Bolívar	Córdoba	La Guajira	Sucre	Nariño	TOTAL
Año							
2009	168,0	1.682,0	432,0	100,0	793,0	*	3.175,0
2010	163,0	1.532,0	405,0	100,0	793,0	*	2.993,0
2011	163,0	1.532,0	405,0	100,0	793,0	1.545,0	4.538,0
2012	*	*	*	*	*	*	*
2013	*	*	*	*	*	*	*
2014 (Ene-Jun)	*	*	*	*	*	*	*
TOTAL	494,0	4.746,0	1.242,0	300,0	2.379,0	1.545,0	10.706,0
Año		Área activa (ha)					
2009	127,0	1.264,0	45,0	11,0	793,0	*	2.240,0
2010	126,0	1.052,0	0,0	0,7	793,0	*	1.971,7
2011	126,0	1.052,0	0,0	0,5	793,0	271,0	2.242,5
2012	*	*	*	*	*	*	*
2013	*	*	*	*	*	*	*
2014 (Ene-Jun)	*	*	*	*	*	*	*
TOTAL	379,0	3.368,0	45,0	12,2	2.379,0	271,0	6.454,2



COSTA	CARIBE				PACÍFICA	TOTAL	
Departamento	Atlántico	Bolívar	Córdoba	La Guajira	Sucre	Nariño	TOTAL
Año		Producción (t/año)					
2009	114,0	4.843,0	302,0	274,0	11.591,0	260,0	17.384,0
2010	30,0	5.500,0	63,0	87,0	6.655,0	241,0	12.576,0
2011	41,0	2.522,0	0,0	0,0	5.564,0	346,0	8.473,0
2012 (Ene-Jun)	*	*	*	*	*	4.705,0	4.705,0
2013	79,0	2.511,0	*	*	460,0	190,0	3.240,0
2014 (Ene-Jun)	68,0	1.075,0	*	*	*	120,0	1.263,0
TOTAL	332,0	16.451,0	365,0	361,0	24.270,0	5.862,0	47.641,0

^{*}No se tiene registro; ha: hectárea; t: tonelada.

Variación anual por departamento de área instalada y activa (h) y eficiencia del cultivo por área activa (t/h)

Interpretación de los resultados

Entre 2009 y junio del 2014, la producción de camarón de cultivo ha disminuido de 17.384 a 1.263 t que corresponde a una tasa de reducción de un 92%. Las principales razones que siguen incidiendo en este comportamiento se relacionan los costos elevados de producción y la caída de los precios internacionales y exceso de oferta debido a que los productores asiáticos a partir del año 2000 incursionaron en el cultivo de la especie *P. vannamei*. También una constante revaluación del peso colombiano frente al dólar, y el aumento del costo del alimento balanceado han contribuido a esta caída del sector camaronicultor.

Entre 2009 (año de mayor producción) y junio de 2014, la producción de camarón de cultivo ha disminuido de 22.407 a 1.263 t que corresponde a una tasa de reducción del 94% (Tabla 12).

Limitaciones del indicador

La incertidumbre implícita en los datos obtenidos de la fuente.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Ajustes para reducir los costos de producción, que las empresas adopten directrices corporativas y sistemas de prueba y control para garantizar altos estándares de responsabilidad social en todos las etapas de la cadena de valor. Implementación de medidas de uso sostenible de recursos para disminuir el uso de energía, agua y otros materiales para producir camarón con características como por ejemplo producción de camarón orgánico.



INDICADOR ANUAL DE LA ACUICULTURA MARINA NACIONAL

Producción anual (toneladas) de organismos marinos cultivados confinados en sistemas de cultivo.

Fuente de los datos e información

Información suministrada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR, ACUANAL y AGROCA-DENAS CAMARÓN.

Periodo reportado

Reporte o cálculo del indicador

• Camarón de cultivo: 1995-2014 (corte a junio de 2014). Nota: Con relación al cultivo de cobia (Rachycentron canadum) la actividad cerró por motivos que se desconocen.

24.000 22,500 21.000 19.500

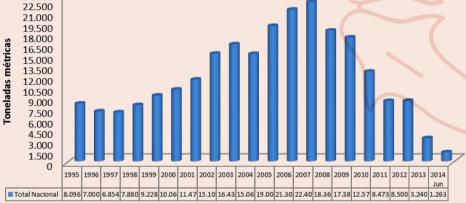


Figura 40. Producción anual de cultivo del camarón P. vannamei en Colombia (hasta junio de 2014). *Registro para las dos costas.

Entre 2007 (año de mayor producción) y junio de 2014, la producción de camarón de cultivo ha disminuido de 22.407 a 1.263 t que corresponde a una tasa de reducción del 94% (Figura 40).

Limitaciones del indicador

La incertidumbre implícita en los datos obtenidos de la fuente.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Ajustes para reducir los costos de producción, que las empresas adopten directrices corporativas y sistemas de prueba y control para garantizar altos estándares de responsabilidad social en todos las etapas de la cadena de valor. Implementación de medidas de uso sostenible de recursos para disminuir el uso de energía, agua y otros materiales para producir camarón con características como por ejemplo producción de camarón orgánico.



▼ Fuentes terrestres de contaminación al mar.

El deterioro de la calidad del agua marina en Colombia se relaciona con el aumento de la población, debido a que las sustancias contaminantes son generadas por las diferentes actividades socioeconómicas que se desarrollan en los municipios costeros del país, y su grado de impacto sobre la salud de los ecosistemas marinos y costeros dependen del control de los vertimientos y el manejo adecuado de otros residuos (Garay et al., 2001).

En la zona costera se han identificado importantes fuentes terrestres de contaminación que llegan al mar, como las aguas residuales y residuos sólidos urbanos, los vertimientos industriales, las actividades agropecuarias, las actividades portuarias, el transporte, carga y descarga de carbón, las actividades turísticas, la minería que se realiza en la cuenca alta y genera impactos en el litoral, los aportes por escorrentías agrícolas y urbanas, entre otras (Figura 41); actividades que en menor o mayor medida generan o transportan sustancias como grasas y aceites, nutrientes, hidrocarburos, agroquímicos, detergentes o microorganismos que deterioran la calidad del agua y restringen sus múltiples usos (Escobar, 2002; Garay y Vélez, 2004).

En el caso de los residuos domésticos (sólidos y líquidos), su impacto en la salud de los ecosistemas depende en gran medida del manejo de estos residuos en las ciudades costeras de Colombia (Vivas—Aguas, Sánchez, et al., 2014) teniendo en consideración que en varios municipios costeros aún no cuentan con una completa cobertura de saneamiento básico o es deficiente, ni tienen sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales; por lo cual utilizan alternativas de disposición como el vertimiento directo sobre cuerpos de agua o canales de desagüe construidos sin mayor especificaciones técnicas, afectando la calidad del recurso hídrico (Tabla 13 SSPD, 2009; DIRPEN, 2011; Vivas—Aguas et al., 2014). En cuanto a los residuos sólidos algunos municipios disponen en rellenos sanitarios, en basureros a cielo abierto u otro tipo inadecuado de forma de disposición final como enterramiento y quema.

Las actividades agropecuarias son fuentes de sustancias contaminantes debido a que utilizan plaguicidas, pesticidas, y fertilizantes en los cultivos de banano, arroz, pastos, palma de aceite, entre otros (Bonilla *et al.*, 2000; Garay *et al.*, 2001), que por escorrentías son arrastrados hacia los cuerpos de aguas provocando procesos de eutrofización y proliferaciones algales (Mazzeo *et al.*, 2002). Los ríos, no son una fuente propiamente dicha, pero son una vía importante de transporte de los contaminantes que generan las actividades humanas en el continente y que por manejos inadecuados o por procesos de escurrimiento llegan a las zonas costeras (Escobar, 2002). Otra actividad que ha cobrado gran importancia en los últimos años es la explotación, cargue y transporte marítimo de carbón, el cual ha generado diversas preguntas de investigación sobre su impacto, especialmente, en el corredor Ciénaga - Santa Marta donde confluyen varios puertos o terminales de carbón. Adicionalmente, ésta actividad extractiva está alternada con actividades tan incompatibles como el turismo y el propio urbanismo, debido a que se desarrollan muy cerca de la población.



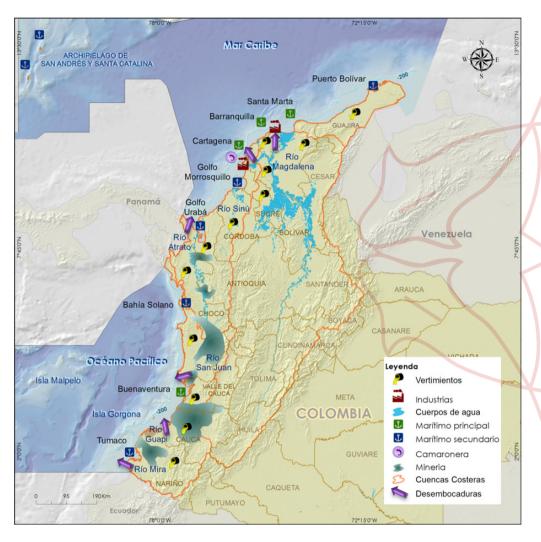


Figura 41. Principales fuentes terrestres de contaminación que llegan a las aguas marino-costeras de Colombia. Fuente:(IGAC, 2002; Supertransporte, 2008; DANE, 2011)



Tabla 13. Saneamiento básico, producción, disposición y sistemas de tratamiento de residuos en los municipios costeros del Caribe y Pacífico colombianos.

MUNICIPIO	PRODUCCIÓN RESIDUOS SÓLIDOS (T/MES)	COBERTURA DE ASEO %	COBERTURA ACUEDUCTO %	COBERTURA DE ALCANTA- RILLADO %	DISPOSICIÓN Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Providencia	-	-	45,6	5,2	Emisario Submarino
San Andrés	-	-	73,1	12,5	PTAR
Dibulla	-	-	54,6	14,6	Laguna de Retención
Manaure	÷	-	10,6	13,5	Laguna de Oxidación
Riohacha	176	60,4	72,1	57,6	PTAR
Uribia	·	-	3,5	5,2	Laguna de Oxidación
Ciénaga	1800	93	77,2	53	Laguna de Oxidación
Pueblo Viejo	159	40	52,1	0,6	poza séptica
Santa Marta	11.482	99	77,7	74	Emisario Submarino
Sitio Nuevo	91	0	50,8	0,6	poza séptica
Barranquilla	1184	100	96,5	98	Laguna de Oxidación
Juan de Acosta	4,7	95	75,4	0,4	No tiene
Puerto Colombia	16,23	99	85,3,	90	Laguna de Estabilización
Tubará	4,39	95	65,9	1,8	No tiene
Soledad	5910	100	82,2	84,5	No tiene
Cartagena	*21900	100	89,4	76,7	Emisario Submarino
Santa Catalina	*60	0	56,2	4,5	No tiene
Coveñas	186,6	90	43,6	55	Laguna de Estabilización
San Onofre	480	89	56,8	11,3	Laguna de Estabilización
Santiago de Tolú	750	89	76,2	75	Laguna de Estabilización
Los Córdobas	9,3	-	21,8	45	Laguna de Oxidación
Moñitos	6,3	-	32,6	0,3	No tiene
Puerto Escondido	5,1	-	24,2	0,2	No tiene



MUNICIPIO	PRODUCCIÓN RESIDUOS SÓLIDOS (T/MES)	COBERTURA DE ASEO %	COBERTURA ACUEDUCTO %	COBERTURA DE ALCANTA- RILLADO %	DISPOSICIÓN Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
San Antero	32,4	-	61,8	31,3	Laguna de Oxidación
San Bernardo del Viento	16,2	-	31,1	20	Laguna de Oxidación
Arboletes	243	45	52,4	33,8	Laguna de Oxidación
Necoclí	348	80	38,4	18,9	Laguna de Oxidación
San Juan de Urabá	-	95	39	24,1	Reactor UASB
Turbo	1646	50	44,3	30,9	Laguna de Oxidación
Acandí	-	-	69,0	29,3	-
Unguía	-	-	48,5	21,7	
Bahía Solano	-	-	83,4	32,1	-
Bajo Baudó	-	-	28,6	10,6	-
El Litoral del San Juan	-	-	27,3	16,7	
Juradó	-	-	20,6	2,5	-
Nuquí	-	-	74,1	45	-
Buenaventura	-	-	76,1	59,9	-
Guapi	-	-	17,2	16,1	-
López	-	-	30,4	29,5	-
Timbiquí	-	-	25,4	15,7	-
El Charco	-	-	5,1	1,2	No tiene
Francisco Pizarro		-	41	1	No tiene
La Tola	-	-	3,3	0,4	No tiene
Mosquera	-	-	4,7	1,1	No tiene
Olaya Herrera	-	-	23,8	5,1	No tiene



MUNICIPIO	PRODUCCIÓN RESIDUOS SÓLIDOS (T/MES)	COBERTURA DE ASEO %	COBERTURA ACUEDUCTO %	COBERTURA DE ALCANTA- RILLADO %	DISPOSICIÓN Y SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
San Andrés de Tumaco	-	-	29,2	5,1	No tiene
Santa Bárbara	-	-	1,2	0,4	No tiene

Fuente: (CRA y OMAU, 2006; Consejo Municipal de Los Córdobas, 2008; Consejo Municipal de Puerto Escondido, 2008; Vivas-Aguas et al., 2010; INVEMAR y MADS, 2011; Consejo Municipal de Canalete, 2012; Consejo Municipal de San Antero, 2012; SUI, 2012; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABÁ. 2012; CORPOMAG. 2012; CARSUCRE. 2012; CVS. 2012)

Aguas residuales domésticas

En Colombia, la descarga directa de aguas residuales domesticas (ARD) en las zonas marino costeras representa una fuente importante de contaminación, debido a que contienen sólidos fijos, disueltos y en suspensión, materia orgánica, detergentes y microorganismos de origen fecal que aumentan la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y disminuyen la disponibilidad de oxígeno deteriorando la calidad del recurso hídrico para los ecosistemas y recursos naturales asociados, así como para otros diferentes usos (IDEAM, 2010a; INVEMAR y MADS, 2011).

Según la proyección para el 2014 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2013) en los municipios de las zonas costeras colombianas albergaron alrededor de 5,5 millones de habitantes distribuidos en 47 municipios, que están representados en 85 % en el Caribe y 15% del Pacífico colombianos. La producción de aguas residuales domésticas (ARD) de esta población costera tributaria fue en total de 828.121 m³/día, de acuerdo a la metodología UNEP-RCU/CEP (2010), siendo la costa Caribe la de mayor producción (705.819 m³/día de ARD), coherente con la cantidad población. De este volumen de ARD, se estima que el 36 % es vertido de forma directa y sin ningún tipo de tratamiento a los cuerpos de aguas superficiales, porque en muchos municipios se carece de sistemas de tratamiento de agua residual (STAR) y la cobertura de alcantarillado es baja (Figura 42;Tabla 13), lo cual genera, un factor de riesgo alto para los recursos marino-costeros del país.

La carga proveniente de los municipios costeros estimada para el 2014 fue de 36.987 t/año de materia orgánica representada en DBO₅ y 73.973 t/año de DQO; 8.877 t/año de Nitrógeno Inorgánico Disuelto (NID); 592 t/año de Fósforo Inorgánico Disuelto (PO₄); 36.987 t/año de sólidos suspendidos totales (SST); y 1,5E+20 NMP/año de coliformes totales (CTT); de la cual la costa Caribe aportó el 72 % y el Pacífico el 28 %. Entre las ciudades del Caribe se destacó Cartagena por aportar la mayor carga con 4.210 t/año de DBO₅; 8.421 t/año de DQO; 1.101 t/año de NID; 67 t/año de PO₄; 4.210 t/año de SST y 1,7E+19 NMP/año de CTT; en orden descendente Uribia, Santa Marta, Riohacha y Turbo fueron las de mayor carga doméstica; no obstante, Barranquilla (98 %), Soledad (84,5 %), Cartagena (76,7 %), Santiago de Tolú (75 %) y Santa Marta (74 %) tienen la mayor cobertura de saneamiento (Tabla 13). En el Pacífico sobresalieron los



municipios de Túmaco y Buenaventura con aportes respectivos de 3.363 y 2.869 t/año de DBO $_5$; 6.726 y 5.738 t/año de DQO; 807 y 688 t/año de NID; 54 y 46 t/año de PO $_4$; 3.363 y 2.869 t/año de SST y de 1,3E+19 y 1,1E+19 NMP/año de CTT; región donde es más baja la cobertura de saneamiento.

En Colombia, las lagunas de oxidación y estabilización son el tipo de STAR más empleado (Tabla 13sin embargo, generan altos costos de inversión, operación y mantenimiento, lo cual representa un serio obstáculo para su implementación en muchos municipios costeros del país. La extensión de la cobertura de saneamiento en los sistemas de alcantarillado comprende la ampliación de infraestructura, redes e instalaciones de tratamiento, porque debido al progresivo aumento poblacional muchas ciudades poseen redes de alcantarillados obsoletas e incapaces de enfrentar el volumen creciente de aguas residuales domésticas; con trabajos de ampliación y rehabilitación de los sistemas de alcantarillado, que están condicionados a la disponibilidad de recursos financieros y de una capacidad operativa para su planificación y ejecución (SSPD, 2009; UNEP-RCU/CEP, 2010).

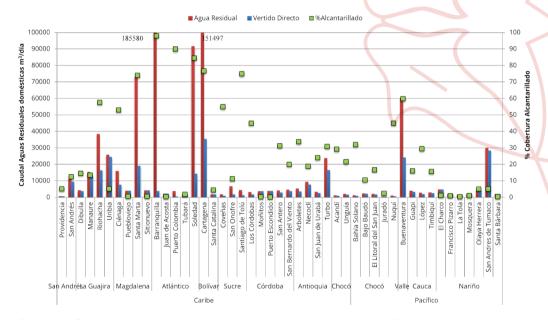


Figura 42. Caudal estimado de vertido de aguas residuales domésticas – ARD y cobertura de alcantarillado en los municipios costeros del Caribe y Pacífico colombianos. Es de resaltar los picos en grandes centros urbanos. Fuente caudal: cálculo Invemar,(UNEP-RCU/CEP, 2010). Población y cobertura alcantarillado: (DANE, 2011; SSPD, 2009; CORPOGUAJIRA, 2012; CORPOURABÁ, 2012; CORPAMAG, 2012).



Descarga de ríos

Los ríos son considerados como la principal interfase entre la tierra y el océano, conectando cerca del 87% de la superficie de la tierra con la zona costera (Ludwig y Probst, 1998), además tienen la particularidad de arrastrar contaminantes que captan en las cuencas y transportarlos hacia las zonas costeras donde convergen ecosistemas altamente sensibles como estuarios, humedales, manglares, arrecifes coralinos y lagunas costeras, entre otros (Kraemer et al., 2001). La modificación de los cauces de los ríos, la alteración del flujo de agua por la reducción y/o incremento de nutrientes, sedimentos y contaminantes, y el aumento poblacional en las costas o cerca de ellas, influyen sobre las características físicas, químicas y biológicas del paisaje marino-costero, afectando funciones ecológicas, biodiversidad, hábitats acuáticos, y contaminando los cauces bajos. En Colombia, los contaminantes tienen acceso directo a las zonas costeras debido a que las ciudades más pobladas se encuentran próximas a la ribera de los principales ríos donde vierten sus desechos directa o indirectamente (Garay y Vélez, 2004).

El flujo de carga para el año 2013 que aportaron 40 de los principales ríos que drenan a la zona costera fue de 360.784 t/año de NID, 22.170 t/año de PO₄, 837.697 t/año de DBO₅, 57.791.174 t/año de SST, 309,1 t/año de hidrocarburos del petróleo (HAT) y 1.74 x 10²² t/año de CTE (Tabla 14). De estas corrientes, el río Magdalena es considerado uno de los mayores aportantes de contaminación al mar Caribe (Restrepo *et al.*, 2005); sólo ésta corriente vertió al mar 139.873 t/año de NID, 14.272 t/año de PO₄, 636.974 t/año DBO₅, 30.202.354 t/año de SST, 158 t/año de HAT y 1.37 x 1022 t/año de CTE. Con respecto a los nutrientes, los ríos Atrato y San Juan aportaron las mayores cargas de 170.580 t/año y 28.317 t/año, respectivamente, asociadas al vertimiento de aguas residuales y al uso de fertilizantes en los cultivos de sus cuencas, los cuales se convierten en la fuente principal de nitrógeno (Restrepo, 2006). La mayor carga de fosfatos se presentó en el río Atrato (4.390 t/año) similar al año 2012.

Las mayores cargas de SST fueron aportadas por los ríos San Juan (9.570.000 t/año), Sinú (3.831.813 t/año), Magdalena a la altura del Canal del Dique (3.296.431 t/año) y Atrato (3.086.404 t/año), los cuales recogen múltiples tributarios en el área de drenaje de sus cuenca promoviendo la acumulación de sedimentos al llegar a la zona costera (Restrepo et al., 2005; CORMAGDALENA, 2007). La descarga de sedimentos directamente a la zona costera, puede causar efectos negativos en formaciones coralinas y pastos marinos, pues disminuyen la actividad fotosintética y las tasas de crecimiento y conducen a condiciones de hipoxia (Ellison, 1998; Touchette y Burkholder, 2000; Carricart-Ganivet y Merino, 2001).

En relación a los hidrocarburos, los mayores aportes se presentaron en los ríos Mira (67,4 t/año) en el departamento de Nariño, Sinú (23.2 t/año) en Córdoba y Timbiquí (22.4 t/año) en el Cauca; residuos que provienen probablemente del transporte de embarcaciones con motores, expendios de combustible y lavaderos cerca a estos ríos. De igual manera pueden estar relacionadas con escorrentías y vertimientos de aguas residuales domésticas (Vivas-Aguas *et al.*, 2014). Por lo tanto, es necesario hacer seguimiento porque la presencia de estas sustancias en el medio puede generar mutaciones y mortandad de organismos (Ellison y Farnsworth, 1996).



La carga microbiana representada en coliformes fue mayor en los ríos Guadualito (2,21 x 10²¹ t/año), San Juan (3,52 x 10²⁰ t/año), León (2,60 x 10²⁰ t/año), Sinú (2,25 x 10²⁰ t/año) y en el Canal del Dique (2,01 x 10²⁰ t/año). Esta contaminación está relacionada con vertimientos de aguas residuales domésticas, que pueden producir enfermedades gastrointestinales como el cólera y hepatitis por contacto directo o ingestión de alimentos contaminados. En los ecosistemas, las coliformes pueden afectar comunidades de esponjas y corales produciendo enfermedades que necrosan sus tejidos (Gochfeld *et al.*, 2007).

Tabla 14. Caudal promedio histórico y carga anual estimada de contaminantes aportados por los principales tributarios que desembocan en el litoral Caribe y Pacífico colombiano. NID (Nitrógeno Inorgánico Disuelto), PO_4 (Fósforo inorgánico disuelto), PO_5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno), SST (Sólidos Suspendidos Totales), HAT (Hidrocarburos del petróleo), CTE (Microorganismos de contaminación fecal), NMP (Número más Probable). Fuente Caudal: serie de tiempo 1959- 2010 (IDEAM, 2012); (Restrepo, 2006); (Garay-Tinoco *et al.*, 2006) Fuente concentraciones: Base de datos REDCAM (INVEMAR, 2014b).

DEPTO.	CORRIENTE	CAUDAL m³/seg	NID t/año	PO₄ t/año	DBO₅ t/año	SST t/año	HAT t/año	CTE NMP/año
	Cañas	12	44,5	9,47		2,27E+04	0,27	1,14E+19
LA GUAJIRA	Jerez	15	113,43	11,84			0,27	1,91E+18
LA GUAJIKA	Palomino	25,37	63,17	20,02		1,63E+04	0,37	3,20E+18
	Ranchería	8,22	12,39	6,49		7,55E+04	6,52	2,06E+18
	Buritaca	89,84	276,52	70,9		3,57E+04	0,52	1,83E+17
	Don Diego	10	26,35	7,89		2,34E+04	0,16	8,04E+17
	Córdoba	38,62	71,98	30,48		1,39E+04	0,6	3,96E+16
MAGDALENA	Gaira	2,74	13,31	2,16		1,05E+03	0,08	1,04E+18
WAGDALENA	Guachaca	15,85	39,19	12,51		4,47E+04	0,12	3,90E+16
	Manzanares	1,89	40,28	1,49	134,11	6,94E+02	0,1	7,16E+18
	Piedras	4,56	8,22	3,6		4,53E+02	0,07	1,26E+17
	Toribio	10	28,32	7,89		3,86E+04	0,12	5,83E+17
ATLÁNTICO	Clarín	23	217,05	27,67	1.356,36	2,03E+05	0,3	1,92E+17
AILANTICO	Magdalena	7.200,83	139.873,24	14.272,32	636.974,48	3,02E+07	158,96	1,37E+22
	Caño Correa	128,34	38,85	0,16	4.472,30	3,52E+05		8,09E+15
BOLÍVAR	Canal del Dique	427,26	5.956,21	337,19	32.000,92	3,30E+06		2,01E+20
SUCRE	Pechelín	0,93	1,52	0,73		6,41E+02	0,01	



DEPTO.	CORRIENTE	CAUDAL m³/seg	NID t/año	PO ₄ t/año	DBO₅ t/año	SST t/año	HAT t/año	CTE NMP/año
CÓRDOBA	Sinú	394,5	1.964,43	311,33		3,83E+06	23,2	2,25E+20
	Atrato	1.874,89	170.580,04	4.390,14	53.213,88	3,09E+06	5,91	5,91E+19
	Guadualito	2	0	3,7	88,3	2,72E+04		2,21E+21
	Mulatos	4,69	36,24	17,33	325,39	1,94E+04	0,03	7,40E+17
ANTIOQUIA	Necoclí	3	2,84	9,56	175,02	6,56E+03		8,18E+16
	Currulao	6,74	8,4	72,27	510,13	2,07E+04		7,33E+17
	León	75,05	449,69	371,7	1.656,74	9,92E+05		2,60E+20
	Turbo	3,57	21,05	21,09	427,82	2,06E+04	0,02	2,36E+18
TOTAL CARIB	E	10.378,9	319.887,2	20.019,9	731.335,4	4,23E+07	197,6	1,67E+22
СНОСО́	San Juan	2.593,70	28.317,40		94.064,16	9,57E+06		3,52E+20
	Anchicayá	74	3.718,23		5.040,71	2,09E+05		2,72E+19
VALLE DEL	Dagua	125,89	1.426,05		5.081,69	1,75E+05		2,30E+19
CAUCA	Potedo	60	672,72		2.175,98	3,03E+04		6,24E+17
	Raposo	70	917,47			1,03E+05		7,28E+18
	Guapi	357,05	318,94	281,78		5,70E+05	3,66	3,21E+19
CAUCA	Micay	274,41	293,28	216,56		6,99E+05	4,28	2,46E+19
OAOOA	Saija	165,84	159,02	130,88		1,54E+05	1,18	2,69E+19
	Timbiquí	147,13	182	116,11		4,37E+05	22,43	1,38E+20
	Brazo Patía	374,83	225,83	295,81		1,11E+06	3,25	1,54E+18
	Chagui	133,5	823,42	105,36		4,74E+05	1,24	2,06E+18
NARIÑO	Iscuandé	212,77	292,15	167,92		1,63E+05	2,28	2,42E+19
NAKINO	Mejicano	45	177,28	35,51		8,48E+04	0,38	1,32E+17
	Mira	868,08	2.759,61	685,08		1,07E+06	67,48	3,01E+19
	Rosario	146	613,77	115,22		6,09E+05	5,27	2,26E+18
TOTAL PACÍFI	СО	5.648,20	40.897,16	2.150,23	106.362,55	1,55E+07	111,46	6,92E+20
TOTAL NACIO	NAL	16.027,1	360.784,4	22.170,2	837.698,0	5,78E+07	309,1	1,74E+22



Aquas de lastre

El agua de lastre se define como "el agua, con las materias en suspensión que contenga, cargada a bordo de un buque para controlar el asiento, la escora, el calado, la estabilidad y los esfuerzos del buque" (OMI (Organización Marítima Internacional), 2004). Si bien, esta agua es útil para las embarcaciones, se considera como uno de los mayores vectores de especies exóticas a escala global, incluyendo plantas, animales y bacterias (Ahrens et al., 2011) La introducción de estos organismos puede generar consecuencias negativas, tanto para el nuevo ambiente que colonizan, como para la economía y la salud humana (Gracia et al., 2011)

Con el propósito de establecer un control frente a esta problemática, la Organización Marítima Internacional (OMI) que actua como la entidad responsable a nivel mundial, desarrolló e implementó los sistemas de control y gestión de aguas de lastre, mediante la Resolución A.868(20) de 1997 (OMI, 1997) y el Convenio sobre la gestión del agua de lastre (OMI, 2004). Colombia, a través del Ministerio de Defensa Nacional y la Dirección General Marítima (DIMAR) implementó la Resolución 0477 de 2012, en la cual se establecen procedimientos y medidas para controla la gestión del agua de lastre y sedimento a bordo de embarcaciones nacionales y extranjeras, en aguas jurisdiccionales colombiana, siguiendo un esquema estructural similar al Convenio de la OMI (DIMAR, 2012).

La DIMAR junto con Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), han llevado a cabo la mayoría de estudios relacionados con los organismos (principalmente organismos fitoplanctónicos) presentes en las aguas de lastre y su posible impacto, enfocándos principalmente en Cartagena de Indias y Puerto Bolívar (Rondón et al., 2003; Cañón et al., 2005; Gavilán et al., 2005; Cañón et al., 2007; DIMAR-CIOH, 2009; Cañón et al., 2010; DIMAR-CIOH, 2011). Por su parte, El INVEMAR, en convenio con la Sociedad Portuaria de Santa Marta, realizó el proyecto "Levantamiento de las especies de fitoplancton y calidad sanitaria de las aquas de lastre en buques carboneros y su impacto en la bahía de Santa Marta", entre noviembre de 2012 y octubre de 2013, monitoreando las aguas de lastre de buques carboneros que ingresan a este puerto. Los resultados indicaron que, aunque las embarcaciones presentan reportes de una eficiente gestión del agua de lastre al realizar los recambios necesarios en mar abierto, se evidencio la presencia de organismos fitoplanctónicos (incluyendo algunas especies potencialmente nocivas), así como bacterias indicadoras de contaminación fecal en algunas embarcaciones, las cuales superaron los niveles máximos establecidos por la OMI; convirtiéndose en una fuente adicional de contaminación, lo cual puede afectar, a largo plazo, la calidad de las aguas en las bahías donde son descargadas.



CAUSAS Y DETERIORO DE LOS ECOSISTEMAS DE MANGLAR

Historicamente, los ecosistemas de manglar han estado altamente relacionados con las comunidades costeras, dependido directamente en muchos casos, de la calidad y cantidad de bienes y servicios que el ecosistema provee. Esta estrecha relación ha convertido a los manglares en blancos de extracción de sus bienes maderables y no maderables, lo que ha repercutido en el deterioro general de estos bosques. Al respecto, Duke *et al.* (2007) reportan que la tasa de pérdida anual del ecosistema oscila entre el 1 y el 2%, lo cual genera una alarma a nivel mundial.

El deterioro de los manglares en el mundo esta principalmente asociado a actividades de origen antrópico, como la expansión de la frontera urbanística y agropecuaria, y la extracción de recursos, entre otros (FAO, 2005); sin embargo las amenazas naturales como eventos meteorológicos y la dinámica costera, entre otros, son factores que aunque en menor grado también aportan al deterioro de dichos sistemas.

A pesar de la exuberancia de los ecosistemas de manglar en Colombia, principalmente en la Costa pacífica, la riqueza y el estado en general de estos bosques en el país, ha ido decayendo en la última década debido a problemáticas de índole antrópico principalmente (Gómez-Cubillos *et al.*, 2014) ocasionado la perdida de cerca de 23% de cobertura de manglar en la costa Pacifica y Caribe según resportes del MADS y la FAO - Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación 2005. Según información recopilada por Gomez *et al.*, 2014; los departamento de Nariño (29%), Chocó (15%) y Valle del Cauca (11%) son los que a nivel nacional presentan la mayor cantidad de problemáticas y amenazas en los bosques de manglar (Figura 43).

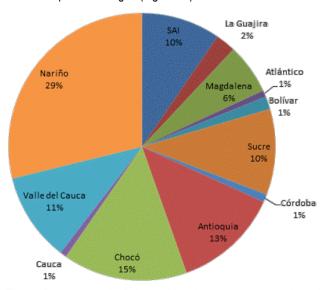


Figura 43. Importancia de las problemáticas y amenazas de los bosques de manglar en los departamentos de Colombia.



En el marco del proyecto "áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración" realizado por INVEMAR (Gómez-Cubillos *et al.*, 2014), con base en criterios de paisaje, se establecieron un total de 10 sectores de manglar para Valle del cauca, 28 para Nariño, 17 para Sucre, 23 para Antioquía, 32 para Chocó, 15 para Magdalena, 29 para San Andrés; 12 para Córdoba, 40 para La Guajira, 13 para Cauca, 13 para Atlántico y 46 para el departamento de Bolívar.

La evaluación de los factores de deterioro en estos sectores permitió establecer que las problemáticas que en mayor grado afectan los manglares en Colombia son el cambio en el uso del suelo y la extracción de recursos para los departamentos de La Guajira, Sucre, Córdoba, Antioquia, Chocó, Cauca, Valle del Cauca y Nariño. Este hecho junto con el crecimiento demográfico, el aumento exponencial de la expansión urbanística, industrial y agropecuaria, hacen suponer que las causas de deterioro en los bosques de manglar aumenten con el pasar del tiempo. Causas "accidentales" tales como derrames de hidrocarburos, presentan una baja representación, mientras que los fenómenos naturales tienden a tener una fuerte acción en departamentos como San Andrés, La Guajira, Bolívar, Chocó y Nariño (Figura 44).

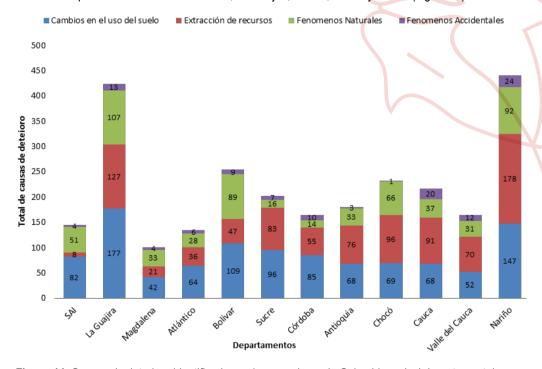


Figura 44. Causas de deterioro identificadas en los manglares de Colombia a nivel departamental.

De acuerdo a la clasificación propuesta por (Gómez-Cubillos *et al.*, 2014), los sectores del Magdalena, Sucre, Antioquia, Chocó, Valle del Cauca y Nariño presentan en promedio entre 71 y 187 problemáticas (Figura 45).

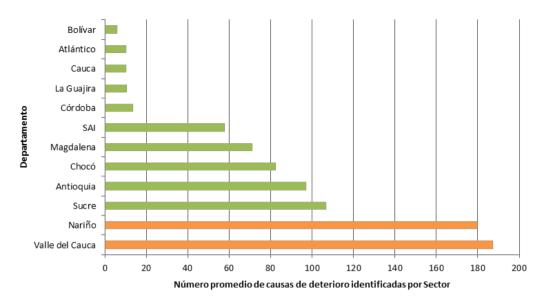
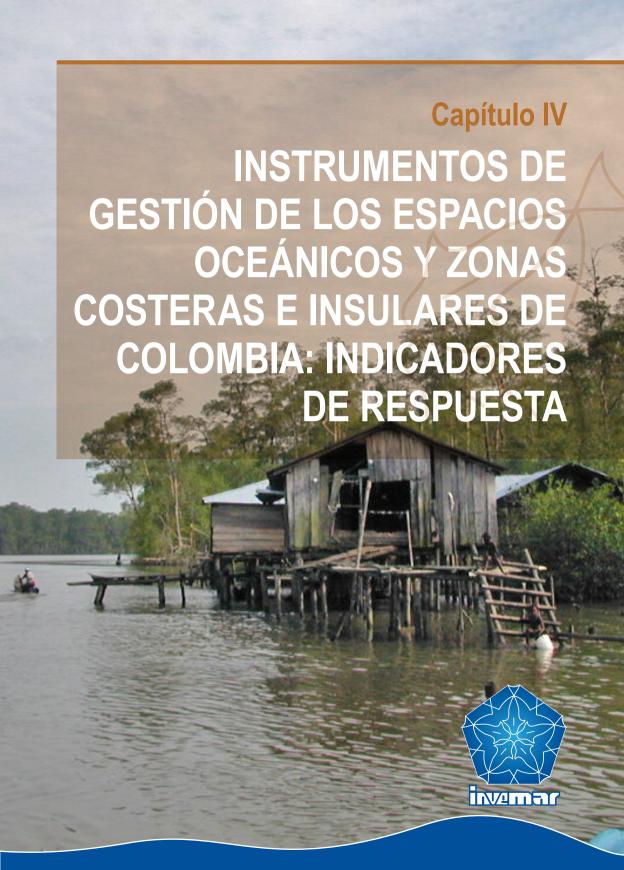


Figura 45. Promedio del número de causas de deterioro que afectan los sectores de manglar en Colombia.

Los resultados del estudio llevan a concluir la necesidad de monitorear con mayor resolución estas causas de deterioro a fin de direccionar acciones concretas encaminadas a la mitigación y prevención de estas causas que garanticen la gestión integrada de las zonas costeras y la recuperación de dichos ecosistemas.





INTRODUCCIÓN

La zona costera (ZC) es un espacio complejo donde se generan importantes procesos ecológicos, económicos e institucionales que requieren una planificación y manejo enfocado a conciliar el uso del espacio y de los recursos naturales. Es así como el conocimiento de la dinámica de los problemas de las ZC y su tratamiento particular, participativo y dinámico mediante el Manejo Integrado de Zonas Costera (MIZC) (Steer et al., 1997), se asume como eje central y organizativo para la toma de decisiones enfocada a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica marina y costera, siendo una meta internacional promovida desde la Convención de RAMSAR (1971), la "Cumbre de la Tierra" (Río de Janeiro, 1992) y adoptada en los planes de acción de la "Agenda 21" del Convenio sobre la diversidad biológica (CDB, 1992).

Bajo este contexto Colombia ha fortalecido su compromiso con al CDB y el Mandato Jakarta (1995) a través de varios procesos de planificación para la conservación y el ordenamiento ambiental del territorio (OAT) tanto en el Caribe como en el Pacífico colombiano, los cuales han sido orientados bajo el marco internacional MIZC y la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia" PNAOCI (MMA, 2001), los cuales sustentan y apoyan, bajo estrategias completarías, la Sostenibilidad de la Base Natural y el OAT. Los procesos MIZC desarrollados entre Institutos de Investigación en Ciencias del Mar, Corporaciones Autónomas Regionales, actores locales y otros agentes gubernamentales y no gubernamentales han permitido analizar las implicaciones del desarrollo, los conflictos de uso, guiar el fortalecimiento de las instituciones, las políticas y la participación local a la toma de decisiones; y al mismo tiempo han apoyado la sostenibilidad ambiental sectorial, mediante lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en la ZC. Estos procesos en algunos casos, ya se han compatibilizado con los planes de OAT y por otro lado han estado en concordancia con ejercicios de planificación para identificación de áreas prioritarias de conservación, donde estos últimos, apoyan el establecimiento de regiones integrales de planificación y OAT con responsabilidades claramente definidas (MMA, 2001), en donde por ejemplo, mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), permite dar un sustento técnico-científico y mayor responsabilidad a los gobiernos regionales y locales para asumir metas de conservación (Figura 46).

Es así como la Sostenibilidad ambiental y el OAT constituyen la base para el MIZC, y complementariamente permiten definir las prioridades de manejo y pautas ambientales para áreas específicas, aportando a los planes de desarrollo, ordenamiento territorial, gestión ambiental, en el orden departamental y municipal, así como a los planes de manejo de los consejos comunitarios y los planes de vida de la comunidades indígenas.



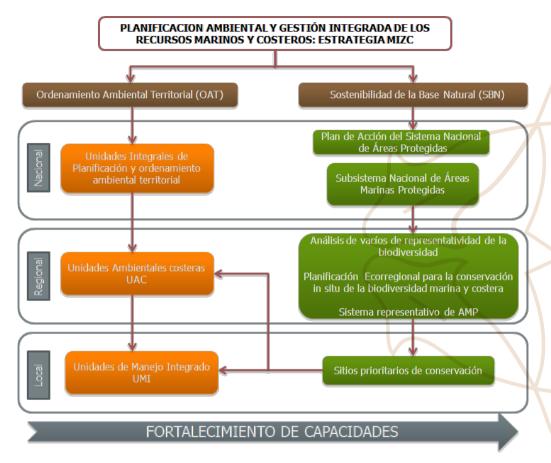


Figura 46. Esquema de las acciones desarrolladas para la planificación ambiental y la gestión integrada de los ambientes marinos y costeros en Colombia.

La estrategia que permite incluir al MIZC como orientador de los esfuerzos públicos y privados para la planificación integral del desarrollo es el OAT, cuyo objetivo es conocer y valorar los recursos naturales a fin de reglamentar las prioridades y los usos sostenibles del territorio, así mismo establece las instancias claras para su desarrollo dentro del proceso de administración (MMA, 2001).

La PNAOCI define claramente cuatro Unidades Integrales de Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial: Región Pacífico, Región Caribe Insular y Caribe Continental y Oceánica, las cuales integran y estructuran las políticas y las acciones públicas y privadas encaminadas al desarrollo sostenible de las áreas marinas y costeras. Cada unidad alberga Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas (UACO), en donde la planificación se lleva a cabo, bajo un enfoque y manejo integral, para desarrollar eficientemente procesos de zonificación, lineamientos y pautas de manejo específicas a las problemáticas de cada unidad.



La metodología propuesta para llevar a cabo la adopción del MIZC en Colombia y la formulación de los planes de manejo integrado en cualquier unidad de manejo se denomina metodología COLMIZC. Esta consta de un período de preparación, y cuatro etapas que incluyen caracterización y diagnóstico, formulación y adopción, implementación y evaluación (Figura 47).

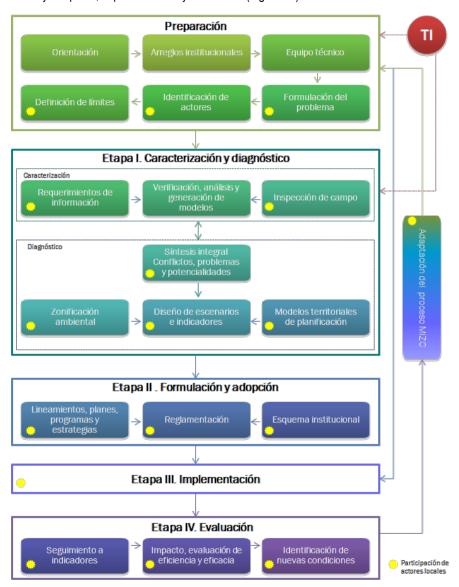


Figura 47. Metodología COLMIZC (tomado de Rojas-Giraldo et al., 2010).



Manejo Integrado de Zonas Costeras

En las zonas costeras se generan importantes procesos ecológicos, económicos, culturales e institucionales que requieren una planificación y manejo orientado a armonizar el uso del espacio y de los recursos naturales. Es así como el conocimiento de la dinámica de los problemas y su tratamiento particular, participativo y dinámico mediante el Manejo Integrado de Zonas Costera (MIZC) (Steer et al., 1997) se asume como eje central y organizativo para la toma de decisiones enfocada a la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica marina y costera (CDB, 1992).

La implementación del MIZC como herramienta para el desarrollo sostenible de las zonas marinas y costeras y como fundamento de planificación ambiental territorial, es una estrategia reconocida a nivel mundial desde la convención de Río de Janeiro (1992), el mandato de Jakarta de la convención de Diversidad Biológica (1995) y más recientemente en la convención de Johannesburgo (2002).

Por lo cual frente a los compromisos adquiridos por Colombia ante estos convenios y los actuales conflictos de uso y manejo desordenado de los recursos marino costeros, se ha avanzado en la adopción del MIZC, como marco articulador de la gestión sostenible y desarrollo e investigación marina, con la adopción de la "Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras e Insulares de Colombia" (PNAOCI), la cual responde a la necesidad de articular el desarrollo institucional, territorial, económico y sociocultural del ambiente oceánico y costero y del país frente a los retos futuro de una forma integral. De igual manera el país en busca de una economía que garantice un mayor nivel de bienestar, planteo como estrategia el "Aprovechar el Territorio marino-costero en forma eficiente y sostenible" (documento 2019, Visión Colombia II Centenario), el cual plantea las metas y acciones requeridas para proteger y aprovechar los sistemas naturales, sus bienes y servicios como sustento para el desarrollo.

Los procesos MIZC desarrollados entre Institutos de Investigación en Ciencias del Mar, Corporaciones Autónomas Regionales, actores locales y otros agentes gubernamentales y no gubernamentales han permitido analizar las implicaciones del desarrollo, los conflictos de uso, guiar el fortalecimiento de las instituciones, las políticas y la participación local a la toma de decisiones; y al mismo tiempo han apoyado la sostenibilidad ambiental sectorial, mediante lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en la zona costera. Estos procesos en algunos casos, ya se han compatibilizado con los planes de Ordenamiento Ambiental Territorial (OAT) y por otro lado han estado en concordancia con ejercicios de planificación para identificación de áreas prioritarias de conservación, donde estos últimos, apoyan el establecimiento de regiones integrales de planificación y OAT con responsabilidades claramente definidas (MMA, 2001), en donde por ejemplo, mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), permite dar un sustento técnico-científico y mayor responsabilidad a los gobiernos regionales y locales para asumir metas de conservación.

Es así como la Sostenibilidad ambiental y el OAT constituyen la base para el MIZC, y complementariamente permiten definir las prioridades de manejo y pautas ambientales para áreas específicas, aportando a los planes de desarrollo, ordenamiento territorial, gestión ambiental, en el orden departamental y municipal, así como a los planes de manejo de los consejos comunitarios y los planes de vida de la comunidades indígenas.



AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN PARA ZONAS MARINAS Y COSTERAS

Definición e importancia del indicador

Este indicador representa la existencia y estado de avance en la implementación de instrumentos de planificación para el manejo integrado en las Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas (UACO). Se mide a través del número de UACO que cuentan con avances en el MIZC, especificando la etapa en la que se encuentra de acuerdo a la metodología COLMIZC y relacionando el número total de UACO existentes en la zona costera. Su unidad de medida es porcentaje. El cálculo se realiza a través de la expresión:

UACO con avances en la etapa N de la metodología COLMIZC

total de UACO en la zona costera

Donde N se refiere a:

- 1. Preparación o aprestamiento
- 2.1 Caracterización
- 2.2 Diagnóstico
- 3. Prospectiva y Zonificación ambiental
- 4.1 Lineamientos
- 4.2 Formulación
- 4.3 Adopción
- 5. Implementación o ejecución
- 6. Seguimiento y evaluación

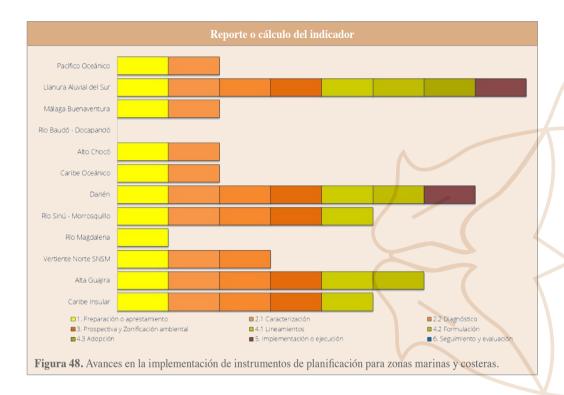
Fuente de los datos e información

- INVEMAR, Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera GEZ.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.

Periodo reportado

Los resultados que aquí se presenta son de estudios publicados entre 1999 y 2014.







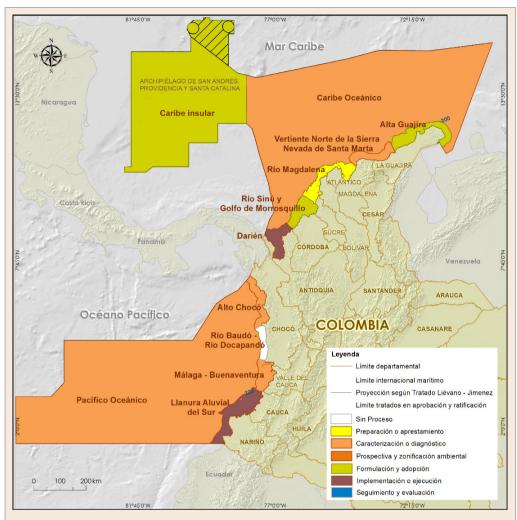


Figura 49. Distribución geográfica de los avances en la implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras.



Interpretación de los resultados

El esfuerzo conjunto y continuo de las entidades del SINA, la academia, ONG's, y consejos comunitarios entre otros ha permitido abarcar y avanzar en la planeación marino-costera e incorporar los lineamentos del MIZC al OAT, los cuales se enmarcan en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos", específicamente en el capítulo 6 "Soportes Transversales de la Prosperidad Democrática" en el ítem "Gestión ambiental y del riesgo del desastre" (DNP, 2011).

De igual manera, responde a los principios y objetivos de la "Visión Colombia II Centenario: 2019", y su estrategia de aprovechamiento sostenible de los recursos marino-costeros para el desarrollo integral del territorio (DNP, 2007). Igualmente, parte de las acciones que entran a fortalecer los procesos de MIZC en las UACO, son los avances en la planificación de AMP, y el desarrollo de planes de manejo en ecosistemas estratégicos caso manglares. Ambos se constituyen en herramientas de soporte para el MIZC, al aportar elementos en sus diferentes etapas: 1) Aportan con información de línea base para la caracterización y diagnóstico, 2) Contribuyen a la zonificación ambiental de las UACO, pues permiten la identificación de áreas de protección, y para el caso de los ecosistemas áreas para uso sostenible; 3) Aportan en la identificación de estrategias de manejo específicas a las AMP y los ecosistemas estratégicos Por otra parte, la PNAOCI establece entre sus objetivos, la necesidad de incluir los ecosistemas marinos y costeros dentro del ordenamiento territorial de la nación, reconociéndolos como parte integral y estratégica del territorio, para armonizar sus usos y las actividades que allí se realicen. En este sentido, los procesos de planificación que se realicen orientados a los ecosistemas estratégicos marinos y costeros aportan elementos importantes para cumplir con este objetivo en el marco de los procesos de MIZC.

Caso particular lo tienen los ecosistemas de manglar, los cuales debido a su importancia ecológica y social han sido objeto desde hace 15 años de un marco regulatorio particular orientado a su conservación y uso sostenible, a través de las resoluciones 1602/95 y 020/96, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Con la Ley 1450 de 2011 (Plan de desarrollo 2010-2014) artículo 208, se le confiere a las CARS y CDS costeras jurisdicción en las zonas marinas y le da un impulso adicional a la implementación de la PNAOCI; adicionalmente este tema se reglamentó mediante el decreto 1120 de 2013 emitido por el MADS.

En este decreto se listan los pasos que se deben seguir para la formulación de los planes de manejo de las UACs, y el indicador se ajustó teniendo en cuenta estas fases: preparación o aprestamiento, caracterización o diagnóstico, prospectiva y zonificación ambiental, formulación y adopción, implementación o ejecución, seguimiento y evaluación.

Para algunas, los procesos de formulación de los planes de manejo han sido por departamento, así que en su mayoría no tienen los procesos en el mismo nivel, por ejemplo, para la UAC Vertiente Norte Sierra Nevada de Santa Marta VNSNSM (Figura 49) el plan de manejo solo está hasta el sector del departamento de La Guajira, entonces, el proceso para esta unidad quedaría en el mismo nivel que para el departamento del Magdalena; adicional a esto, puede que se hayan hecho avances pero no se han completado las etapas completamente. Así mismo para el proceso que se desarrolló en la UAC Magdalena en el año 2014 se avanzaron hasta lineamientos de manejo únicamente para el sector que hace parte el departamento de Bolívar, es decir que ese avance es parcial y no se contabiliza como una evolución.

Limitaciones del in	

No aplican.

Recomendaciones v alternativas de manejo

No aplican.



NÚMERO DE PERSONAS CAPACITADAS: FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES EN MANEJO INTEGRADO COSTERO

Definición e importancia del indicador

En el ámbito nacional, sub-nacional y local, el entrenamiento en temas MIZC y AMP, de profesionales y funcionarios públicos es una prioridad, para el entendimiento e incorporación de los temas marinos y costeros en la planeación, ordenamiento territorial, gestión de áreas protegidas y la academia. Estos cursos se han realizado con el objetivo de fortalecer la capacidad técnica de las instituciones del SINA incluidos los entes territoriales con injerencia costera y consolidar un grupo interdisciplinario de profesionales que contribuyan al MIZC y AMP en el país, mediante el entrenamiento en conceptos, contexto internacional y nacional del tema, métodos y aplicación mediante casos de estudio, que contribuyan en la toma de decisiones para el manejo de las zonas marinas y costeras en Colombia. Este indicador comprende dos elementos que se consideran importantes en el proceso de planificación y manejo de las zonas costeras. Se relaciona con el fortalecimiento de capacidades a los entes locales, regionales y/o nacionales, entendido como un instrumento para la planificación en las zonas marinas y costeras.

Este parámetro muestra el número de personas capacitadas en cursos de capacitación no formal en los temas de MIZC, Áreas Marinas Protegidas (AMP) y tecnologías de la información (TI) Su unidad de medida es número de personas.

Fuente de los datos e información

- INVEMAR, Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera GEZ.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.

Periodo reportado

• 1999 - 2014.



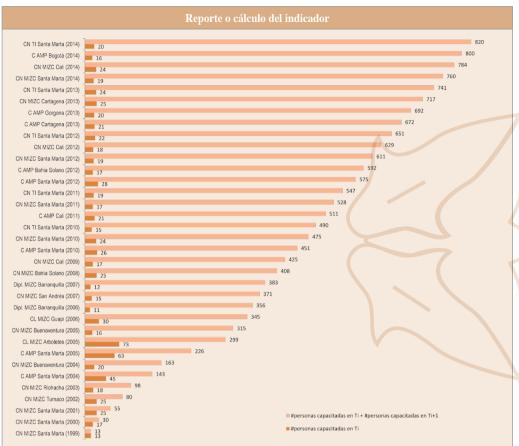


Figura 50. Número de personas capacitadas: Fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero.

Interpretación de los resultados

En total se han capacitado **820** personas (Figura 50) entre estudiantes, comunidad local, representantes de Corporaciones Autónomas Regionales, PNN, MAVDT, entre otros. Para el desarrollo de los cursos se han invitado a más de 30 expositores nacionales e internacionales de Brasil, Chile, Estados Unidos, Ecuador y España, entre otros: John Clark (Q.E.P.D), Juan Manuel Barragán, Michael Marshall, José Ramón Delgado, Georges Vernette y Marinez Scherer. En el año 2014 el curso MIZC tuvo como eje principal el tema de Planificación Espacial Marina - PEM y se contó con la presencia Alejandro Iglesias Campos, quién hace parte del IOC-UNESCO.

	Limitaciones del indicador
R	Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican.

No aplican.



▼ Subsistema de áreas costeras y marinas protegidas

Colombia está entre los cinco países con más biodiversidad del planeta. Es hogar de gran cantidad de hábitats y ecosistemas marinos tales como lagunas costeras y humedales, arrecifes de corales, algas marinas, manglares, playas rocosas y arenosas, zonas de afloramiento costero y varios tipos de fondos marinos. Las aguas marinas y de estuarios colombianas son el hogar de 306 especies de esponjas, 124 especies de corales, 15 corales de aguas profundas, 1.250 especies de moluscos, 246 especies de gusanos anélidos, 560 especies de crustáceos decápodos, 296 especies de equinodermos, 990 de peces, 18 de mamíferos marinos y 565 especies de algas marinas entre otras especies. Al presente Colombia tiene 26 Áreas Marinas Protegidas (AMPs) que cubren cerca del 8% de sus zonas marinas y costeras. La biodiversidad costera y marina de Colombia es actualmente sujeto de varias formas de presión directa y degradación (por ejemplo, sobreexplotación de los recursos pesqueros, alteración del hábitat, polución, presencia de especies extrañas invasoras y del cambio climático) tanto dentro como fuera de las AMPs existentes. La solución a largo plazo a las muchas amenazas de la biodiversidad marina de Colombia, depende de la existencia de un Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) contribuyendo a través de sus componentes al aumento en la representatividad de los ecosistemas marinos y costeros en las AMP.

En el marco de las acciones que en Colombia se han desarrollado para el fortalecimiento del Sistema de Áreas Protegidas en Colombia – SINAP, desde hace 11 años, el país se ha dado a la tarea de desarrollar y posicionar el tema de las áreas marinas protegidas y avanzar en el "Diseño e implementación del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas de Colombia –SAMP". Este proceso ha sido liderado por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costera – INVEMAR, en conjunto con entidades nacionales e internacionales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Parques Nacionales Naturales, PNUD, Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible costeras y Organizaciones No Gubernamentales como Conservación Internacional, WWF, TNC y MARVIVA.

El desarrollo de este proceso se enmarca en los compromisos internacionales adquiridos por Colombia en el Convenio sobre Diversidad Biológica, entre los cuales se estableció como meta para el 2012 contar con sistemas representativos, efectivos y completos de áreas marinas protegidas a nivel regional y nacional, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos, para lo cual en el ámbito nacional entre las directrices planteadas en la "Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia", se estableció como meta la consolidación del SAMP.

De manera general, a la fecha se ha avanzado en la identificación de sitios prioritarios de conservación y el diseño de redes de áreas marinas protegidas con el fin de contribuir a la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera, aportando insumos importantes para la consolidación del SAMP. La identificación de dichos sitios ha sido posible mediante la metodología de planificación ecorregional donde fueron seleccionados objetos de conservación, identificadas amenazas que podían incidir en su conservación y definidas metas para cada uno de ellos. Estos sitios prioritarios de conservación identificados incluyen sitios de agregación de peces, moluscos y crustáceos, sitios de anidamiento, reproduc-



ción y alimentación de especies y sitios con presencia de especies amenazadas, además de ecosistemas importantes que albergan una gran diversidad (Alonso et al., 2008); (INVEMAR et al., 2009).

La propuesta para la consolidación del SAMP en Colombia, se desarrolla para el periodo 2011-2015, definiendo como objetivo "Promover la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina y costera en las regiones Caribe y Pacifico a través del diseño e implementación de SAMP, financieramente sostenible y bien manejado", para lo cual se avanza en el desarrollo de los siguientes componentes:

- Desarrollo de un marco legal, institucional y operacional con el fin de facilitar la eficacia y la eficiencia de los objetivos de manejo de las AMP nacionales y regionales,
- Definición de un marco financiero que garantiza la sostenibilidad del SAMP, a través del fortalecimiento de las fuentes actuales de financiación y la inclusión de nuevas opciones financieras,
- Aumento de la capacidad institucional e individual para el manejo del SAMP gestión (formación y monitoreo),
- Aumento en la proporción de la población colombiana y la comunidad internacional, que están sensibilizadas y conscientes de la importancia de la conservación de la biodiversidad marina y costera y acerca de la existencia y papel del SAMP en Colombia.

Las áreas marinas protegidas que inicialmente integran el SAMP, son áreas de orden nacional y regional, ubicadas a lo largo de la zona marino costera, tanto en el Caribe como en la costa del Pacífico colombiano. Como punto de partida para el año 2010 se contaba con 24 áreas, incluyéndose en 2011 dos áreas más: Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga y Parque Natural Regional del río León y Suriquí. En 2012 se realizará la actualización del listado de acuerdo a las categorías definidas en el Decreto 2372 de 2010 y a los respectivos procesos de homologación llevados a cabo por cada una de las entidades responsables de las áreas. Al terminar el año en el 2013 se declaró una nueva área en el Caribe colombiano: Santuario de Fauna Acandí-Playón-Playona. Ya para el año 2014 se declararon dos nuevas áreas DRMI Golfo de Tribugá - Cabo Corrientes en el Chocó y el PNN Bahía Portete – Kaurrele en el departamento de La Guajira.

Tabla 15. Listado de áreas marinas protegidas del SAMP.

REGIÓN	N°	ÁREA MARINA PROTEGIDA	ORDEN	AUTORIDAD RESPONSABLE	TIPO
	1	SFF Los Flamencos	Nacional	PNN	Costero
	2	PNN Sierra Nevada de Santa Marta	Nacional	PNN	Costero
Caribe continental	3	PNN Tayrona	Nacional	PNN	Marino Costero
	4	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta	Nacional	PNN	Costero
	5	VP Isla de Salamanca	Nacional	PNN	Marino Costero



REGIÓN	N°	ÁREA MARINA PROTEGIDA	ORDEN	AUTORIDAD RESPONSABLE	TIPO
	6	PNN Corales del Rosario y San Bernardo	Nacional	PNN	Submarino
	7	SFF Corchal Mono Hernández	Nacional	PNN	Marino Costero
	8	PNN Corales de Profundidad	Nacional	PNN	Submarino
	9	SF Acandí, Playón y Playona	Nacional	PNN	Marino Costero
	10	PNN Bahía Portete - Kaurrele	Nacional	PNN	Marino Costero
	11	DMI Bahía Cispatá , La Balsa, Tinajones y sectores vecinos al delta río Sinú	Regional	CVS	Costero
Caribe	12	PNR Boca de Guacamayas	Regional	Carsucre	Costero
continental	13	DMI Ciénaga de la Caimanera	Regional	Carsucre	Costero
	14	DRMI Musichi	Regional	Corpoguajira	Costero
	15	DMI Ensenada Río Negro, los bajos aledaños, la Ciénaga de la Marimonda y Salado	Regional	Corpouraba	Costero
	16	PNR Humedales del Río León y Suriquí	Regional	Corpouraba	Costero
	17	DRMI La Playona - Loma de la Caleta	Regional	Codechoco	Costero
	18	AMP Archipiélago del Rosario y SanBernardo	Nacional	MADS	Marino Costero
	19	DRMI Lago Azul-los Manatíes	Regional	Codechoco	Costero
	20	PNN Old Providence McBean Lagoon	Nacional	PNN	Marino Costero
Caribe	21	PNR Manglar Old Point	Regional	Coralina	Marino Costero
insular	22	PNR Johnny Cay	Regional	Coralina	Marino Costero
	23	DMI Área Marina Protegida de la Reserva de Biósfera Seaflower	Nacional	MADS	Marino
	24	PNN Utría	Nacional	PNN	Marino Costero
	25	PNN Sanquianga	Nacional	PNN	Costero
	26	PNN Uramba Bahía Málaga	Nacional	PNN	Marino
Desifies	27	PNN Gorgona	Nacional	PNN	Marino
Pacífico	28	SFF Malpelo	Nacional	PNN	Marino
	29	PNR La Sierpe	Regional	CVC	Costero
	30	DMI La Plata	Regional	CVC	Costero
	31 DRMI Golfo de Tribugá - Cabo Corrientes		Regional	Codechoco	Marino Costero



% DE ÁREAS PROTEGIDAS CON PLAN DE MANEJO VS TOTAL DE ÁREAS PROTEGIDAS

Definición e importancia del indicador

El plan de manejo es el instrumento que orienta las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área, con visión a corto, mediano y largo plazo, convirtiéndose en una herramienta esencial para utilizar efectivamente los recursos financieros, físicos y humanos disponibles.

El indicador de porcentaje de áreas marinas protegidas con plan de manejo vs el total de las áreas marinas protegidas, da una idea del grado de planeación de las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área, y en su conjunto de los objetivos del SAMP.

Fuente de los datos e información

Consulta a las entidades responsables de la generación del plan de manejo de cada una de las áreas marinas protegidas que conforman el SAMP: Sistema de Parques Nacionales Naturales (áreas nacionales) y Corporaciones Autónomas Regionales (áreas regionales)

Periodo reportado

Los resultados que aquí se presentan son de los avances a diciembre de 2010 a diciembre de 2014.

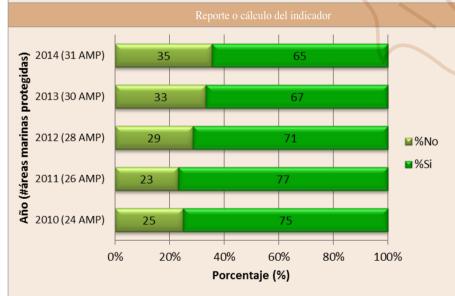


Figura 51. Número de áreas marinas protegidas con/sin plan de manejo.

Interpretación de los resultados

El porcentaje de las áreas marinas protegidas con plan de manejo en 2014 disminuye con respecto al año 2013 debido a la inclusión de 2 nuevas áreas y la reclasificación de una ya existente.



Limitaciones del indicador

El plan de manejo es un instrumento flexible y dinámico que debe ser actualizado de acuerdo a las necesidades de cada área y al proceso de seguimiento del mismo. El presente indicador tiene en cuenta la existencia de los planes de manejo incluyendo que este se encuentre vigente o en proceso de actualización. No se referencian los planes que están en proceso de elaboración o aprobación.

Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplica.



REPRESENTATIVIDAD (%) DE UN ECOSISTEMA NATURAL DENTRO DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS

Definición e importancia del indicador

El indicador da una medida de la representatividad ecosistémica en un área determinada, se expresa como el porcentaje (%) de un ecosistema en un área de interés o área de análisis (MMA *et al.*, 2002). Para su estimación se requieren como insumos el cálculo de los índices de extensión total de las áreas de protección que incluyen áreas marinas del país.

El análisis de representatividad ecosistémica, es la principal herramienta para el establecimiento de prioridades en la planificación de áreas protegidas, ya que permite identificar el grado en el que comunidades naturales (ecosistemas) están representadas dentro de un sistema de áreas de conservación. Aquellas comunidades naturales no adecuadamente representadas constituyen vacíos en los esfuerzos de conservación (Pliscoff y Fuentes, 2008).

Este indicador evidencia en términos porcentuales, cuanto de la distribución de: Bosques de manglar, Playas, Acantilados rocosos, Arrecifes de coral, Pastos Marinos y Corales de profundidad a escala nacional, está dentro de las áreas marinas protegidas que conforman el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP).

Actualización del indicador

La representación de la distribución de manglares, playas, acantilados rocosos, arrecifes de coral, pastos marinos y corales de profundidad para el territorio nacional es la más actualizada compilada en el Sistema de Información Ambiental Marino –SIAM a diciembre de 2014.

Límites oficiales de las áreas marinas protegidas que conforman el SAMP, provenientes de Sistema de Parques Nacionales Naturales (áreas nacionales) y Corporaciones Autónomas Regionales (áreas regionales).

Fuente de los datos e información

La obtención de información actualizada sobre las coberturas que existen y su variación a través del tiempo a partir de la utilización de técnicas de procesamiento de imágenes de satélite y su cruce con los límites de las áreas marinas protegidas existentes.

Periodo reportado

• Línea base a 2010 con reporte del indicador a 2014.



Reporte o cálculo del indicador

Tabla 16. Línea Base (año 2010) y Cálculo (año 2014), se muestra la diferencia respecto al año anterior.

	% REPRI	ESENTATIVI		
ECOSISTEMA	2010	2013	2014	DIFERENCIA*
Corales de aguas profundas	1,4%	64,3%	64,3%	> 0,0%
Manglar	32,9%	33,5%	33,9%	△ 0,4%
Praderas de pastos marinos	25,9%	26%	29,2%	▲ 3,2%
Arrecife coralino	96,5%	96,5%	96,1%	▼ -0,3%
Playa	11,6%	16,6%	23,3%	▲ 6,7%
Acantilado costero	25,5%	29,2%	33,1%	▲ 3,9%

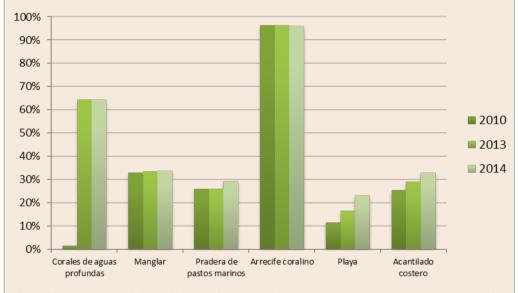


Figura 52. Representatividad (%) de los ecosistemas marino costeros dentro de las áreas marinas protegidas, reportes año 2010 (línea base) y año 2014 (Fuente: Datos proyecto GEF-SAMP).



Interpretación de los resultados

Se reporta un cambio en el porcentaje de representatividad de los ecosistemas de manglar, playa, acantilado y corales de profundidad. Para cada ecosistema, los cambios se deben a:

- Manglares, aumentan debido a la inclusión del PNN Tribugá Cabo Corrientes
- Playas, aumentan debido a la inclusión del PNN Tribugá Cabo Corrientes y al monitoreo ecosistemas estrategicos en 7 AMP en 2013, principalmente lo reportado por PNN Portete
- Acantilados, aumentan debido al resultado del monitoreo ecosistemas estratégicos en 7 AMP en 2013 (Gorgona, PNN CRSB, Málaga) y a la inclusión del PNN Tribugá Cabo Corrientes
- Arrecifes de coral, disminuyen un poco debido a que en el monitoreo ecosistemas estratégicos en 7 AMP de 2013 el área coralina aumentó en 1627 lo que también se sumó al total del país.
- Pastos marinos, Se incluyó el PNN Bahía Bahía Portete, lo que ha sumado al total; así mismo la extensión total de la pradera disminuyó debido al resultado del monitoreo 7AMP 2013 en PNN CRSB

Limitaciones del indicador

La representación espacial de la distribución a nivel nacional de los diferentes ecosistemas naturales utilizada para calcular el presente indicador, es información proveniente de diversas fuentes generada a diversas escalas cartográficas; por lo tanto cuenta con limitaciones de la representación del paisaje en un sistema de información geográfica – SIG.

Por consiguiente el dato porcentual presentado por éste indicador, debe asumirse siempre como un dato aproximado, respaldado en la precisión de los procesos cartográficos realizados por las entidades proveedoras de información.

Recomendaciones y alternativas de manejo

El interés por evaluar la representatividad ecosistémica, surge de la identificación de vacíos de protección y en el desbalance geográfico en la cobertura de las áreas naturales protegidas dentro del sistema objeto de análisis.

El análisis de representatividad permite identificar cuáles son los ecosistemas que presentan baja o nula protección (subrepresentados) y a su vez los que se encuentran en gran parte o la totalidad de su superficie dentro de un sistema de protección (sobrerepresentados). La identificación de los ecosistemas subrepresentados permite definir de mejor forma los criterios para la adición, definición y/o delimitación de nuevas áreas protegidas (Pliscoff y Fuentes, 2008).

Estimar la representatividad ecosistémica, se convierte en la principal herramienta en la planificación de áreas protegidas (Margules y Pressey, 2000), su análisis puede ser entendido como un "método científico" para identificar el grado en el que especies nativas de fauna y flora, así como comunidades naturales (ecosistemas) están representados dentro de un sistema de áreas de conservación, aquellas especies y/o comunidades no adecuadamente representadas constituyen vacíos en los esfuerzos de conservación (Pliscoff y Fuentes, 2008).



RESTAURACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE ECOSISTEMAS

Del total de la población costera del mundo, el 71% vive próximo a zonas de manglares y arrecifes de coral, degradando y transformando los hábitats marinos y costeros. Estos hechos, junto con la sobrepesca, los métodos de pesca destructiva, la acuacultura, la introducción de especies invasoras, la eutroficación, el cambio climático y el turismo, han conducido a una pérdida a nivel mundial de más del 35% de los manglares, destrucción o amenaza del más 70% de los arrecifes de coral para el año 2004, playas y dunas completamente perdidas o en degradación en muchos lugares y praderas de pastos marinos en acelerada degradación para varias zonas del mundo incluidas el Caribe (UNEP, 2006)

Ante este panorama es claro que las medidas de conservación por si solas no serán suficientes para proteger las funciones ecosistémicas, los servicios y el hábitat para un gran número de especies en el futuro (Hilderbrand et al., 2005) la restauración ecológica surge como alternativa para ayudar al reestablecimeinto de áreas con altos niveles de degradación, permitiendo la recuperación total o parcial de la estructura y/o las funciones deseadas; en situaciones intermedias de perturbación, la aplicación de medidas concretas de restauración podrían redirigir las rutas de desarrollo del ecosistema o trayectorias, hacia estados más deseables y de mayor nivel de homeostasis (SER - Society for Ecological Restoration), 2004; Hobbs y Norton, 1996); por lo que las metas que se alcancen con estas acciones dependen de varios factores, incluidos el nivel de perturbación del sitio que se busca restaurar (Lindig-Cisneros y Zedler, 2000)

En Colombia, la mayoría de los ecosistemas naturales han sido transformados y degradados, principalmente por la explotación desmedida de sus recursos y cambios en el uso de las tierras, lo que ha ocasionado alteración en la homeostasis de los sistemas ecológicos. Frente a esta situación, en el marco del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) el país adquirió el compromiso de rehabilitar y restaurar ecosistemas degradados y promover la recuperación de especies amenazadas, para lo cual formuló entre otros el Plan Nacional de Restauración (PNR) dentro del que se considera priorizar áreas perturbadas para fines de restauración a nivel nacional, regional y local (MADS, 2013). Para dar cumplimiento a este objetivo el INVEMAR construyó el portafolio de áreas con potencial de restauración en Colombia para los ecosistemas Marinos y Costeros (Gómez-Cubillos et al., 2014), hecho que constituye un paso importante para el avance del PNR, pues posibilita la toma de desiciones a la hora de planear acciones e invertir recursos en áreas donde podría ser más viable, apremiante o necesario un proceso de restauración o rehabilitación.

Teniendo en cuenta el estado actual de las 613 unidades de análisis establecidas para la evaluación de los ecosistemas marino-costeros (área coralina, pradera, playa y sector de manglar), en términos de estado, problemáticas y demanda de servicios ecosistemicos, se identifican 278 áreas con potencial para restauración en Colombia de las cuales 7 son arrecifes de coral, 7 praderas de pastos, 99 playas de arena y 165 sectores de manglar. Del total de unidades priorizadas a nivel nacional para restaurar, se destaca la prioridad "Muy alta" para el 4% de las playas y el 6% de los sectores de manglar; y "Alta" para el 29% y 28% de las área coralinas y pastos marinos priorizados respectivamente (Figura 53).



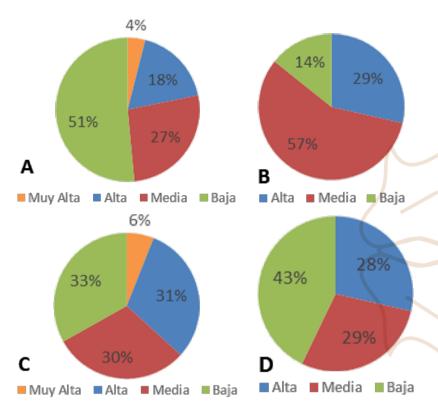


Figura 53. Grados de priorización de las unidades de análisis para restaurar en Colombia para A. Playas de Arena, B. Areas Coralinas, C. Sectores de Manglar, D. Praderas de Pastos.

Teniendo en cuenta que actualmente, uno de los mayores desafíos de los proyectos de restauración ecológica radica en mantener la conectividad en espacio y tiempo entre ecosistemas adyacentes (Halme et al., 2013), como parte de la estrategia utilizada en la evaluación de las unidades ecosistemicas, se consideraron como prioritarias aquellas áreas cuyas evaluaciones arrojaran más de un ecosistema con potencial para ser restaurado, constituyendo un mosaico (Gómez-Cubillos et al., 2014). Los mosaicos priorizados para restaurar por departamento y el tipo de ecosistemas que éstos involucran se muestran en la Figura 53 y en la Figura 54 respectivamente.

Se destacan los mosaicos de Cocoplum Bay en San Andrés Isla; Tukakas y Portete en la Guajira; Cinto, Neguanje y Gairaca en el Parque Nacional Natural Tayrona en el Magdalena, y la Isla Rosario e Isla Palma en Bolivar, por poseer los 4 ecosistemas. Los mosaicos restantes incluyen entre tres y dos de los ecosistemas evaluados, siendo los mosaicos con playas de arena y manglares los más recurrentes en los departamentos del Pacífico, Atlantico, Córdoba, Sucre y en Antioquia (Gómez-Cubillos et al., 2014).



Tabla 17. Áreas con potencial de restauración en la zona marino-costera de Colombia.

DEPARTAMENTO	AREAS CON POTENCIAL DE RESTAURACIÓN PRIORIZADAS (MOSAICOS)	NOMBRE MOSAICO
San Andrés Providencia y Santa Catalina (SAI).	7	McBean Lagoon,Manchinnel Bay,South West Bay,Spratt Bight,Cocoplum Bay,Sound Bay, El cove
La Guajira	13	Cocinetas, Tukakas, Punta Estrella, Hondita, Portete, Auyama, Musichi, Pájaro, Mayapo, Buenavista, Ranchería, Camarones y Dibulla
Magdalena	9	Arrecifes, Cinto, Neguanje, Gairaca, Concha, Santa Marta, Pozos Colorados, CGSM y VIPIS
Atlántico	6	Salgar, Balboa, Puerto Velero, Santa Verónica, Salinas del rey y Astilleros
Bolívar	11	Galerazamba, Tesca, Marbella, Manzanillo, Tierrabomba, Playa Blanca, Isla Grande, Isla Rosario, Isla Múcura, Isla Palma e Isla Ceycén
Córdoba	2	Morrosquillo y Mestizos
Sucre	4	El Rincón, Berrugas, El Francés y Caimanera
Antioquia	4	Arboletes, Damaquiel, Turbo y Cocogrande
Chocó	5	Acandí, Cupica, Mecana, Virudó y Abaquía
Valle del Cauca	5	Málaga, Buenaventura, Anchicayá, Cajambre y Yurumanguí
Cauca	2	Timbiquí, Obregones
Nariño	4	La Tola, Tumaco, Bocagrande y Bocanueva
Total de Mosaicos Priorizados para Restaurar en Colombia	72	



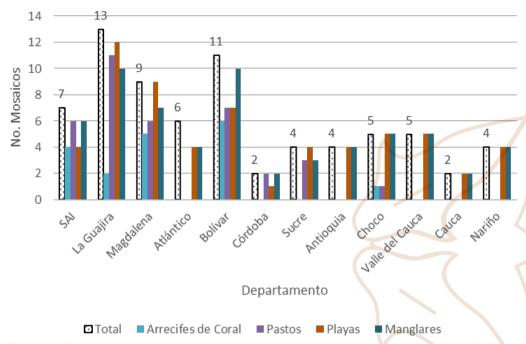


Figura 54. Ecosistemas presentes en los mosaicos de ecosistemas marino-costeros con prioridad para ser restaurados en Colombia.



INDICADOR DE PROPORCIÓN DE ÁREA DE MANGLAR DESTINADA A CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y USO SOSTENIBLE

Definición e importancia del indicador

De acuerdo con INVEMAR and CRA 2005, la zonificación o diferenciación espacial es una herramienta de manejo que permite dividir el territorio en unidades relativamente homogéneas de paisaje, teniendo en cuenta características físicas, biológicas y socioeconómicas. Además, provee las bases técnicas necesarias para la formulación de lineamientos de manejo tendientes a la conservación, protección y uso sostenible de los recursos naturales, en la medida en que permite identificar el estado del recurso, su uso potencial y las prácticas de manejo recomendadas (Alonso *et al.*, 2003).

Debido a la complejidad de los ecosistema de manglar, en donde se integran componentes biológicos, ecológicos, físico-químicos, sociales y económico, su manejo debe estar orientado a la conservación de su estructura y función, por lo cual, se hace necesario dividir las áreas más o menos homogéneas o que compartan condiciones similares (Gil-Torres y Ulloa-Delgado, 2001). De acuerdo a la resolución 0924 de 1997 y 0721 de 2002, las categorías consideradas para el manejo de ecosistemas de manglar son:

Zonas de Preservación: áreas de manglar que por su importancia ecológica, alta productividad biótica, ubicación estratégica, función relevante e insustituible y en general estar en buen estado de conservación, deberán ser protegidas y sostenidas sin alteración, para la investigación científica, la educación y el mantenimiento de las especies y comunidades en procura del beneficio común y permanente de las poblaciones humanas locales (Sánchez-Páez *et al.*, 2004), en estas áreas se deberá prohibir totalmente el aprovechamiento de mangle, así como otros recursos bióticos y abióticos de uso masivo o comercial.

Zonas de Uso Sostenible: áreas que contienen ecosistemas naturales que deben conservarse, pero con una oferta de recursos naturales alta, que permitan ser aprovechados sosteniblemente, sirviendo así a las necesidades humanas de manera continua, mientras contribuye a la conservación de la diversidad biológica. Estas zonas deberán mantener el buen estado de conservación del ecosistema, la vida, las comunidades y los hábitat en general (Sánchez-Páez *et al.*, 2004).

Zonas de Recuperación: abarca todas las zonas que se encuentran en mal estado o en proceso de degradación, que no están cumpliendo con sus funciones y pueden haberse perdido sus atributos naturales, o algunos de ellos están siendo severamente afectados. Igualmente comprende áreas que aunque no evidencian daños severos, mantienen actividades potenciales que pueden destruir el manglar o desarrollaron actividades que en el pasado ya lo afectaron significativamente. Incluyen también áreas en donde los procesos naturales han afectado el estado del manglar o de aquellas que por su formación, ubicación o condición pueden ser aptas y básicas para el desarrollo de estos ecosistemas (Gil-Torres y Ulloa-Delgado, 2001; Sánchez-Páez *et al.*, 2004).

Fuente de los datos e información

Estudio de zonificación elaborados por las CAR en convenio con INVEMAR y otras entidades e información recolectada en el marco del proyecto Sistema de Información para la Gestión de los manglares de Colombia (SIGMA).

Periodo reportado

2014.





Figura 55. Zonificación de los manglares de Colombia. Incluye estudios aprobados, no aprobados o en proceso de aprobación por el MADS.



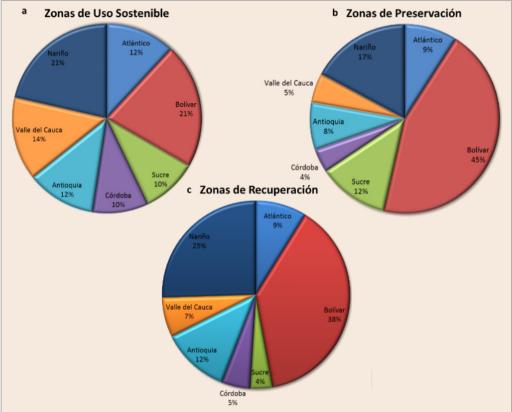


Figura 56. Aporte departamental en términos de sectores a las Zonas de uso sostenible (a), Zonas de preservación (b) y Zonas de recuperación (c) de acuerdo a los estudios aprobados por el MADS en Colombia.

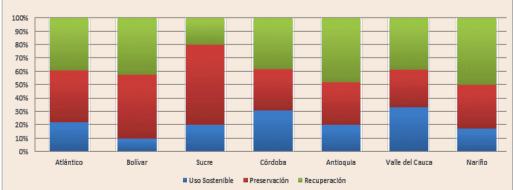


Figura 57. Sectores de manglar a nivel departamental zonificados: zonas de recuperación, zonas de preservación y zonas de uso Sostenible; con zonificación aprobada por el MADS.



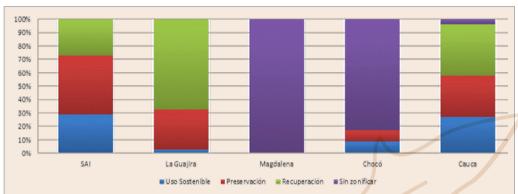


Figura 58. Sectores de manglar a nivel departamental sin zonificación aprobada por el MADS.

Interpretación de los resultados

Teniendo encuenta la división por sectores propuesta por Gómez-Cubillos *et al.* 2014 actualmente la mayoría de sectores de manglar a nivel nacional (36%), se encuentran bajo la categoría de Recuperación, mientras que tan solo el 16% estan en la categoría de uso sostenible y el 13% permanecen sin categoría de manejo (Figura 55). De estas cifras, debe destacarse que solo el 57% de los sectores reportados poseen zonificación aprobada por el MADS, mientras que el restante 43% aun no cuentan con una zonificación aprobada o se encuentran en proceso de aprobación o de consulta previa con las comunidades.

De acuerdo a la Figura 56, los departamentos del Caribe continental colombiano (Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba y Antioquia) son los que aportan mayor número sectores de manglar al 57% de la zonificación aprobada por el MADS; siendo el departamento de Bolívar el que más sectores de manglar tiene zonificados bajo las categorías de preservación (45%) y recuperación (38%) a nivel nacional. Cabe resaltar, que esto obedece a la gran cantidad de sectores que tiene dicho deparmento debido a la fragmentación geográfica que es ocasionada por el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario y San Bernado.

Teniendo en cuenta los estudios de zonificación aprobados por el MADS (Figura 57), las zonas de recuperación y preservación tienen mayor representatividad respecto a las de Uso Sostenible. La mayor proporción de sectores destinados al Uso sostenible se encuentran en el Valle del Cauca (33%), seguido de Córdoba (31%) y Atlántico (22%); adicionalmente la mayor cantidad de sectores destinados a la persevación, se encuentran en el departamento de Sucre (60%), y para el caso de los destinados a recuperación, en el departamento de Nariño (50%).

Por otro lado, respecto a los departamentos que aún no cuentan con zonificación aprobada, San Andres (SAI) presentan mayor proporción de sectores destinados a la Preservación, seguido de La Guajira y Cauca, no obstante la mayor proporción de sectores en La Guajira pertenecen a la categoría de Recuperación. Finalmente, el departamento del Magdalena se destaca por no contar con zonificación en nigún sector de manglar, mientras que Chocó, ha iniciado algunos estudios para zonificar sus sectores (Figura 58).



Limitaciones del indicador

Información desactualizada referente a la actual zonificación en cada uno de los departamentos, así como incongruencia en los parámetros de zonificación utilizados en los planes de manejo revisados.

Debe tenerser preacución con las cifras que incluyen datos con estudios no aprobados, pues éstos aún deben surtir procedimientos antes el MADS para considerarse oficiales.

Recomendaciones y alternativas de maneio

La implementación de planes de manejo y zonificaciones actualizadas y congruentes con lo estipulado por el MADS es vital para la conservación, uso sostenible y preservación de los manglares del país. No obstante, no se debe dejar de lado el monitoreo del ecosistema y la inclusión de las comunidades en estos procesos. Por un lado, el monitoreo no solo permite el seguimiento al desarrollo del bosque y sus variables reguladoras, sino que cuantifica el éxito de las medidas de manejo aplicadas sobre el área, de acuerdo a la categoría asignada. Por su parte, el componente social permite mantener exitosamente las medidas de manejo derivadas del proceso de zonificación, pues son estas mismas las encargadas de implementarlas en su cotidianidad.



VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La valoración económica se refiere a la asignación de valor monetario a un bien o servicio, donde los valores monetarios tienen un significado particular y preciso. Existen tres formas de estimar el valor económico: 1) mediante preferencias reveladas, 2) usando transferencia de beneficios o 3) a través de preferencias declaradas. Este último ha sido el enfoque de más amplio uso para valorar servicios ecosistémicos marinos costeros, dado que muchos de ellos no tienen un mercado asociado u obedecen en su mayoría a valores de uso indirecto, de opción y de existencia.

Durante 2014, se reportaron dos medidas de bienestar realizadas bajo el enfoque de preferencias declaradas: 1) la valoración económica del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad y 2) la estimación del impacto económico de cambios en la calidad ambiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta- CGSM. El primero de ellos aplicó el método de valoración contingente, estimando una disponibilidad a pagar de \$18.523 hogar/bimensual (pesos de 2014) durante 5 años para el mantenimiento del esquema de protección del Parque, donde incrementos en el ingreso aumentan la probabilidad de contribuir con el proyecto, mientras que el aumento en la edad la disminuye. Esta medida de bienestar considera principalmente valores de opción y de existencia, implicando así una disponibilidad a pagar agregada de aproximadamente \$179 mil millones de pesos (Maldonado y Cuervo-Sánchez, 2014).

Con respecto al impacto de cambios en la calidad ambiental de la CGSM, se realizó a través del método de experimentos de elección medido por la valoración económica de tres de sus atributos: i) calidad del agua, medida con el indicador de ICAM (indicador de calidad de agua marina para la CGSM); ii) cobertura de manglar, medida por el número de hectáreas con vegetación de manglar; y iii) el estado de la pesca artesanal, medida por el promedio de la captura por unidad de esfuerzo con el arte de atarraya. Los resultados mostraron que los hogares de Santa Marta y Barranquilla estarían dispuestos a pagar \$6.531 hogar/mes por el mejoramiento en la calidad ambiental de la CGSM dada por los tres atributos mencionados. El atributo con mayor valor correspondió al mejoramiento en las condiciones de calidad del agua (\$4.124 hogar/mes), seguido de incrementos en la captura de pesca artesanal (\$2.399 hogar/mes) y el incremento en las hectáreas de manglar (\$8 hogar/mes) (Herrera y Vargas-Morales, 2014).



INDICADOR DE VALOR DE ESTIMACIONES DE MEDIDAS DE BIENESTAR ASOCIADAS A SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Definición e importancia del indicador

La disponibilidad a pagar (DAP) es la máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a ofrecer para obtener un incremento en un bien o servicio ecosistémico, o evitar un impacto indeseable. La DAP corresponde a una medida de valor basada en el supuesto de sustituibilidad de preferencias, por ejemplo entre un monto de dinero, restringido por el nivel de ingreso del individuo, y un cambio en la calidad o cantidad de un bien o servicio ambiental (Myrick Freeman III, 2003). La DAP se define a partir de: $u(m - DAP, Q_1, S, \varepsilon) \ge u(m, Q_0, S, \varepsilon)$, donde u(.) es la función de utilidad del consumidor, m es el nivel de ingreso, $Q_0 y Q_1$ son los niveles iniciales y finales de la variable ambiental, S es el vector de características no monetarias del consumidor (nivel de educación, sexo, edad, etc.) y ε es el componente estocástico del consumidor que no es observable al investigador. La media de la DAP estimada mediante la aplicación de métodos de valoración económica, es un indicador de utilidad en el diseño de políticas públicas, teniendo en cuenta que el contexto de decisión usualmente involucra disyuntivas donde los beneficios y costos ambientales constituyen información de relevancia.

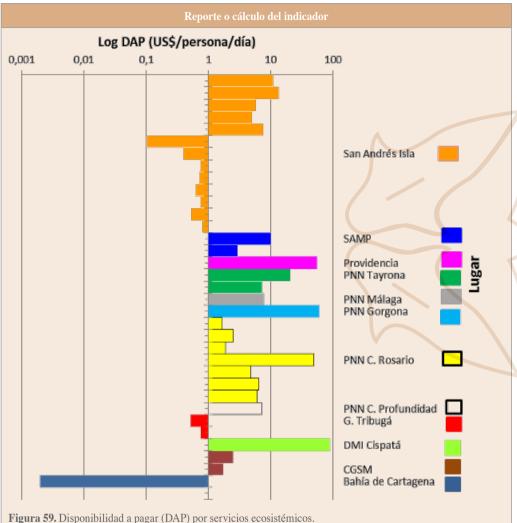
Fuente de los datos e información

Medidas de bienestar tomadas de la literatura (para datos de 2014 se consultaron las siguientes investigaciones: (Vargas *et al.*, 2014); (Maldonado y Cuervo-Sánchez, 2014); (Herrera y Vargas-Morales, 2014). Citas de estudios anteriores consultarlas en informes anteriores.

Periodo reportado

• El período de los datos primarios corresponde a 1997 - 2014. Los metadatos se expresaron en US\$ de 2000.





La Figura 59 muestra la DAP en dólares internacionales de 2000 (usando la tasa de cambio ajustada por el factor de conversión de paridad de poder de compra, luego del ajuste inicial de datos a pesos colombianos constantes de 2000). Se observa que la mayoría de valores de DAP, obtenidos de diversos estudios, han sido realizados para servicios ecosistémicos de la Isla de san Andrés y el PNN Corales del Rosario. Así mismo, que la cantidad de dólares que un agente individual (usuario directo o indirecto) está dispuesto a sacrificar por un incremento o mejora en servicios ecosistémicos brindados por un área con cierta extensión, es variable. La interpretación puede ser más específica, atendiendo a los objetivos, metodologías y servicios valorados en cada estudio.



Limitaciones del indicador

La información procede de datos heterogéneos y no de muestras en procesos sistemáticos de encuestas bajo la misma metodología. Lo anterior, debido a que la valoración económica generalmente responde a demandas específicas de estimaciones monetarias sobre servicios ecosistémicos que son objeto potencial de políticas, en sitios específicos. En este sentido, cada observación reportada obedece a particularidades en los objetivos y técnicas que deben ser revisadas con anterioridad al uso de la información, mediante la consulta de las fuentes originales. Este informe ha procurado la presentación de metadatos mediante la expresión de las medidas en la misma unidad monetaria, sin reflejar aún metadatos homogéneos desde el punto de vista de la consistencia del bien o servicio ecosistémico y de la medida de bienestar (hicksiana o marshaliana).

Recomendaciones y alternativas de manejo

Las versiones posteriores de este indicador deben ampliar la base de estimaciones y sitios a reportar. En lo posible reportar el indicador por unidad de área.

Capítulo V

ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN





INTRODUCCIÓN

El conocimiento del potencial de la biodiversidad de los ecosistemas marino-costeros del País es fundamental para la conservación, aprovechamiento y uso sostenible, por esta razón y en base a información bibliográfica consultada, el siguiente capítulo presenta la importancia del ecosistema del manglar y los vacíos de información existente a tener en cuenta para aumentar dicho conocimiento sobre el estado actual de este importante ecosistema. También se presenta las investigaciones relacionadas con la búsqueda de compuestos con bioactividad provenientes de organismos marinos, profundizando en la búsqueda de nueva actividad, en la elucidación química y en la ampliación de los ensayos. Por último el INVEMAR con el apoyo financiero de varias instituciones, continúa trabajando para la zona costera e insular en la generación de estudios y estrategias encaminadas a levantar información para mejorar la capacidad de decisión en cualquiera de los temas de mitigación, vulnerabilidad y adaptación al cambio climáticos en el país.

ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS EN EL AMBIENTE MARINO Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

▼ Manglares

Dado que la información bibliográfica consultada para evaluar el estado de los ecosistemas de manglar del país es escasa, desactualizada o en algunos casos no existe, y considerando la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio donde se recomienda emprender acciones concretas para disminuir el desconocimiento de los ecosistemas tales como el establecimiento de líneas base y evaluaciones periódicas relacionadas con las características estructurales, funcionales y de calidad de los ecosistemas (MEA - Millennium Ecosystem Assessment, 2005), es fundamental que se implemente una red de monitoreo para evaluar la calidad de las aguas, los atributos estructurales y la regeneración natural de los bosques de manglar a nivel departamental, según los lineamientos del protocolo nacional de monitoreo de manglares; además de realizar estudios multitemporales y de comparación con datos preexistentes a escala 1:25.000 para cuantificar cambios por pérdidas o ganancias de las coberturas de manglar a nivel departamental.

Asimismo, es importante realizar estudios complementarios orientados a:

- Calcular tasas de sedimentación en áreas con alteración de flujos hídricos por colmatación de cuerpos de agua;
- Estimar tasas de productividad (biomasa aérea subterránea y caída de hojarasca);
- Estimar volúmenes y patrones de consumo foliar;
- Caracterizar fitosanitariamente los bosques, a partir de la identificación de vectores y descripción de daños;



- Identificar y evaluar las fuentes de contaminación que afectan los ecosistemas de manglar
- · Inventariar las especies de fauna asociada, con énfasis en la identificación de los diferentes niveles tróficos
- Inventariar las especies de flora asociada y su relación con los cambios en las variables fisicoquímicas de las aguas y los suelos de manglar;
- Realizar análisis históricos que permitan comprender en una línea de tiempo la dinámica, efectos y consecuencias de las problemáticas y amenazas que generan el deterioro o pérdida de los ecosistemas de manglar, tales como cambios en el uso de los suelos, construcción de obras de infraestructura, extracción de recursos, fuentes de contaminación, eventos climáticos y evolución de la geomorfología costera.
- Establecer indicadores y un sistema de monitoreo que permita conocer la dinámica de la oferta y la demanda de los principales servicios que proveen los ecosistemas de manglar, y su relación con la integridad ecológica de los mismos.

Finalmente, es prioritario fortalecer el Sistema de Información para la Gestion de los Manglares – SIGMA, con el fin de salvaguardar, procesar e integrar la información derivada de la red de monitoreo de los manglares del país, y así evitar falencias en la calidad de la información consultada y posibles errores en las estimaciones y cálculos de los indicadores considerados para inferir sobre el estado de los manglares en Colombia.

▼ Bioprospección marina

En la búsqueda de potenciales aplicaciones de productos derivados de la biodiversidad, se han realizado interesantes avances al evaluar y caracterizar químicamente las sustancias obtenidas de diversos grupos de organismos marinos. En Colombia dicho interés han venido disminuyendo, debido al sin número de ensayos que se requieren, así como a los altos costos del trabajo tanto en el mar como en la parte química y biológica de laboratorio.

En este informe se evidencia que las investigaciones relacionadas con la búsqueda de compuestos con bioactividad continúan; profundizando en la búsqueda de nueva actividad, en la elucidación química y en la ampliación de los ensayos. A fecha, se relacionan cuatro publicaciones disminuyendo en siete con respecto al informe de 2013 (INVEMAR, 2014a). Los avances se centraron en la evaluación del potencial de compuestos guímicos obtenidos de la esponja del Caribe colombiano Ectyoplasia ferox (Colorado-Ríos et al., 2013); en la caracterización química del alga Dictyota pfaffii (Alonso Pardo-Vargas et al., 2014); en actividad in vitro antiHIV-1 de diterpenos obtenidos del alga parda Dictyota spp. (A. Pardo-Vargas et al., 2014) y se resalta el trabajo de citotoxicidad de la cyanobacteria Oscillatoria nigroviridis (Quintana et al., 2014), un grupo que no se había incluido anteriormente (Tabla 18).



Tabla 18. Consolidado de especies cuya bioactividad ha sido evaluada y las que se han caracterizado químicamente hasta el 2012 y las publicadas en 2013.

GRUPO	NÚMERO ESTIMADO DE ESPECIES	ESPECIES ENSAYADAS HASTA 2013	ESPECIES ENSAYADAS EN 2014	ESPECIES CARACTERIZADAS QUÍMICAMENTE HASTA 2013	ESPECIES CARACTERIZADAS QUÍMICAMENTE EN 2014
Equinodermos	296	7	0	6	0
Bryozoa	113	0	0	0	0
Poliquetos	246	0	0	0	0
Corales	97	12	0	8	0
Antipatharios	13	0	0	0	0
Anemonas	22	0	0	0	0
Hidrozoos	65	0	0	0	0
Esponjas	314	100	1	35	1
Algas	565	23	1	18	1
Zoantideos	43	3	0	3	0
Tunicados	140	0	0	0	0
Cianobacterias	352	0	0	0	1
Total	2.266	145	2	70	3



INDICADOR DE ESPECIES BIOPROSPECTADAS (ENSAYADAS)

El indicador contabiliza la cantidad de especies de organismos marinos colombianos a los que se les ha realizado al menos una prueba para evaluar su potencial bioactivo.

Fuente de los datos e información

Publicaciones científicas, bases de datos de proyectos de investigación.

2007-2014.

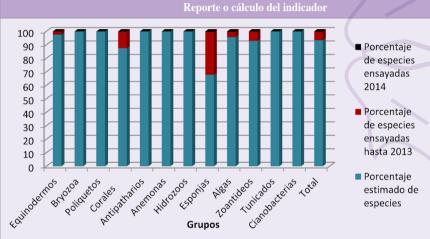


Figura 60. Especies de organismos marinos por grupos ensayados para evaluar su bioactividad.

Interpretación de los resultados

Durante el 2014 se publicaron resultados de dos especies de organismos marinos que no se habían trabajado, para un total de 145 especies evaluadas, incrementándose con relación al año anterior de 7,57% a 7,68% de las especies estimadas hasta el 2013 para el país. A partir del 2014 se resalta el inicio del trabajo con cianobacterias razón por la cual aumentó el número de especies potenciales, pasando de 1.914 a 2.266, lo que daría a la fecha un total de 6,49% especies potenciales ensayadas (Figura 60).

No toda la información es publicada, ni se tiene acceso a todas las revistas ni bases de datos.

Continuar avanzando en la búsqueda de especies con potencial bioactivo en el país, mediante el fortalecimiento de los grupos de investigación, personal capacitado y equipos, generando bases de datos que permitan facilitar la consulta y el avance de la investigación en el tema.



INDICADOR DE ORGANISMOS MARINOS CON ESTRUCTURA QUÍMICA DETERMINADA/ELUCIDADA

Definición e importancia del indicador

Número de organismos a los cuales se les ha caracterizado parte de su estructura química.

Fuente de los datos e información

Publicaciones científicas, bases de datos de proyectos de investigación.

Periodo reportado

2007 a 2014.

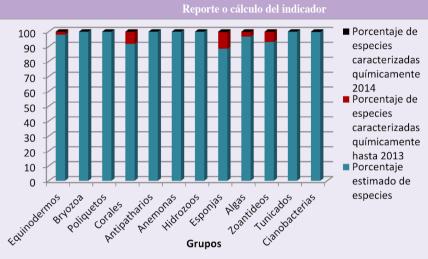


Figura 61. Especies de organismos marinos cuyos extractos han sido caracterizados químicamente.

Interpretación de los resultados

En el 2014 se registran tres publicaciones en el tema de bioprospección de metabolitos producto de organismos marinos, en las cuales se describen nuevas moléculas, una de ellas de un alga colectada en Brasil, cuya especie también se encuentra registrada para el Caribe colombiano (Figura 61). A la fecha se han caracterizado químicamente 73 especies de para un total de 3,81% con relación al año anterior (3,65%) pero que al considerar el numero potencial de especies de cianobacterias, grupo con el que se empezó a trabajar disminuye a 3,22%

Limitaciones del indicador

No toda la información es publicada, ni se tiene acceso a todas las revistas ni bases de datos.

Recomendaciones y alternativas de maneio

Continuar avanzando en la búsqueda de especies con potencial bioactivo en el país, mediante el fortalecimiento de los grupos de investigación, personal capacitado y equipos, generando bases de datos que permitan facilitar la consulta y el avance de la investigación en el tema.



ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE LAS CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS

Causas v tensores indirectos

Cambio climático

El Cambio Climático se refiere a la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. La Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, en su Artículo 1o, define el cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables" (IPCC, 2014).

En el año 2010, Colombia entrega a través de La Segunda Comunicación Nacional - SCN el informe de país a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC. En este informe se inventarían las fuentes y sumideros de Gases Efecto Invernadero - GEI, se identifican las principales oportunidades de reducción y captura para articularlos con las acciones desarrolladas en materia de mitigación a través de las políticas, planes, programas y proyectos de los diferentes sectores productivos del país, se muestra el análisis riguroso de las características físico-bióticas y socioeconómicas para determinar la alta vulnerabilidad de Colombia ante los efectos adversos del cambio climático con base en los principales cambios hidrometeorológicos relacionados con cambio climático, se exponen las acciones adelantadas en materia de adaptación y se trazan los objetivos y líneas estratégicas para disminuir el impacto y determinar las prioridades de acción como país. Desde el mes de marzo del 2014, se inició el proceso de elaboración de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático "Base para la toma de decisiones". Esta herramienta permitirá presentar evidencias y posibles efectos de variaciones climáticas ante la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMMUCC), a través de datos, cifras, mapas y análisis particulares para Colombia. En este contexto, el Invemar continúa trabajando para la zona costera e insular en la generación de estudios y estrategias encaminadas a levantar información para mejorar la capacidad de decisión en cualquiera de los temas de mitigación, vulnerabilidad y adaptación al cambio climáticos en el país.

En materia de mitigación³. Colombia no tiene compromisos de reducción de emisiones y participa marginalmente en las emisiones de GEI (0,37% de las emisiones globales de CO2 a 2004), pero no estamos excluidos de los efectos derivados del cambio climático (IDEAM, 2010b). En este sentido el MADS, a través de la Dirección de Cambio Climático, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación (DNP), y los Ministerios Sectoriales de Colombia viene avanzando en la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono – ECDBC, la cual busca desligar el aumento de los GEI del crecimiento económico nacional.

Mitigación: definida por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, como la intervención humana para reducir el forzamiento antropógeno del sistema climático, a través de estrategias encaminadas a reducir las fuentes y emisiones de gases efecto invernadero GEI y a potenciar los sumideros.



Esto se hará a través del diseño y la implementación de planes, proyectos y políticas que tiendan a la mitigación de GEI y simultáneamente, fortalezcan el crecimiento social y económico del país, dando cumplimiento a los estándares mundiales de eficiencia, competitividad y desempeño ambiental.

En este sentido, el Invemar con el apoyo financiero de CDKN y la participación de la Alcaldía de Cartagena promovieron en el marco del Plan 4C "Cartagena Competitiva y Compatible con el Clima", en la estrategia 1 (puertos e industrias compatibles con el clima) y 2 (Sector turístico comprometido con la adaptación al cambio climático) programas y proyectos que en términos de mitigación apuntan a la eficiencia energética de estos sectores de gran importancia para la economía de la Ciudad.

Por otro lado, para fortalecer la gestión de las AMP y que aporta al tema de mitigación, se ha desarrollado un ejercicio piloto en conjunto con la Corporación de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) para evitar la deforestación del manglar en el Distrito de Manejo Integrado de Cispatá, mediante el levantamiento de la línea base de existencias de carbono y establecimiento de parcelas de monitoreo en cuanto a deforestación y degradación en áreas de manglar con vista a evidenciar la factibilidad en la creación de proyectos subnacionales REDD+⁴ en este tipo de ecosistema.

Para el tema de **vulnerabilidad**⁵ al cambio climático en las zonas costeras e insulares del país, el Invemar desde hace 13 años ha generado información que ha permitido clasificar la zona costera colombiana con una alta vulnerabilidad frente a los efectos de inundación progresiva por Ascenso del Nivel del Mar (ANM), erosión e intrusión marina. A partir de estas valoraciones se han realizado análisis de vulnerabilidad a escala local para cuatro sitios críticos como son Cartagena de Indias (2008) y Santa Marta (año 2010) en el Caribe, Tumaco en el Pacífico (2008) y San Andrés, Providencia y Santa Catalina en el Caribe insular (2014). Esta información ha sido útil para la formulación de lineamientos y planes de adaptación más aterrizados a la problemáticas de paisaje, infraestructura, población y gobierno local.

En el tema de **adaptación**⁶ se ha ido avanzando en la identificación de acciones para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. El avance está representado en estrategias de incorporación del riesgo asociado al cambio climático en los esquemas e instrumentos de planificación de los entes territoriales departamentales y municipales, considerados adecuados de acuerdo al escenario normativo y legislativo Nacional (Ley 388 de 1997; Conpes 3700; Ley 1450 de 2011) con miras a realizar un manejo integrado del riesgo, permitiendo a partir de una posición relativamente avanzada, aunque compleja, enfrentar las nuevas amenazas que impone el cambio climático global.

En este contexto, para la ciudad de Cartagena de Indias, el Invermar con el apoyo financiero de CDKN, el liderazgo de la Alcaldía distrital y la participación de actores públicos, privados y comunitarios formularon

⁴ Según el Plan de Acción de Bali (2007), se denomina REDD + a la reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal; además de la conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock de carbono de los bosques en los países en desarrollo.

⁵ Vulnerabilidad definida por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC "como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos..." (IPCC, 2007).

⁶ La adaptación es el ajuste que realizan los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos o efectos climáticos (reales o esperados), que atenúa los daños que ocasionan o, que explota o potencia las oportunidades beneficiosas (IPCC, 2007)



el Plan 4C "Cartagena Competitiva y Compatible con el Clima" que constituye un marco de planificación y acción para responder a un desarrollo compatible con el clima, el cual incluye también los lineamientos de adaptación para el territorio insular correspondiente al archipiélago del Rosario, San Bernardo e Isla Fuerte. Un resultado importante del Plan 4C son las estrategias propuestas: i) puertos e industrias compatibles con el clima; ii) sector turístico comprometido con la adaptación al cambio climático; iii) protección del pratimonio histórico; iv) barrios adaptados al cambio climático; v) adaptación basada en ecosistemas; vi) educación y comunicación; vii) información y monitoreo; y viii) planificación y ordenamiento. Estas estrategias, cuentan con fichas de proyectos para ser gestionados y ejecutados en el corto, mediano y largo plazo. Además, de la estrategia financiera para un horizonte de tiempo de 10 años y la propuesta de un marco operativo e institucional para promover la implementación del Plan por parte de las entidades competentes. En cuanto a los lineamientos de adaptación para las Islas, estos constituyen las bases para construcción del proceso adaptación integrada en la planificación territorial de la Ciudad y su socialización con los sectores económicos y actores sociales.

Para el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, en el año 2013, se adelantó la evaluación de la vulnerabilidad, abordada para la porción emergida del mismo, a una escala más detallada que estudios antecesores, sin perder de vista sus aportes y buscando a partir de la más reciente información secundaria la actualización del diagnóstico de los componentes físico, biótico y socioeconómico, como grupos de elementos expuestos a los efectos del cambio climático específico como lo es el ascenso del nivel medio del mar. Este estudio incluye a partir del análisis, la generación de la primera propuesta de lineamientos de adaptación al cambio climático para el departamento, siendo la base principal del Plan de adaptación al cambio climático formulado también por el Invemar en el año 2014 con el apoyo de la Dirección de Cambio Climático del MADS y con la participación de diversos actores públicos, privados y comunitarios.

Por otra parte, el proyecto "Fortalecimiento de las capacidades institucionales para la implementación de prácticas locales de gestión integral del riesgo como medida de adaptación al cambio climático en la zona insular y costera del Caribe colombiano GIR-CC", culmina con el aumento del cubrimiento geográfico de plataformas colectoras de datos climáticos, con sensores oceanográficos y meteorológicos, a través de la disposición dos nuevas estaciones una meteorológica ubicadas en el departamento de la Guajira y una meteo-oceanográfica ubicada en el departamento del Magdalena. A su vez y en el marco de la red de estaciones a la que entran a funcionar tales estaciones, el Invemar continua con el mantenimiento y administración del sistema de Observación Global para el Caribe Occidental, sistema instalado desde el 2009 como parte de la medida de adaptación nacional que a futuro busca fortalecer la estrategia regional CPACC (Caribbean Planning for Adaptation to Climate Change), red de 26 estaciones en Centroamérica e islas del Caribe. El sistema acopia y genera información mete-oceanográfica para el público, incrementa la capacidad nacional para la toma y procesamiento de información que permita desarrollar, por vez primera, escenarios y modelos regionalizados de cambio climático y ANM para el Caribe colombiano.

Dentro de las acciones de fortalecimiento institucional, educación, divulgación y socialización, se continua, con la interacción interinstitucional con la Red de Centros de Investigación Marina, que desde el



año 2009 tiene como principal foco de estudio temáticas relacionadas con el cambio climático global, y la cual se presenta como una estrategia de adaptación efectiva tendiente a la reducción de la incertidumbre asociada y con aplicación directa en las zonas marinas y costeras del país. Se mantiene el accionar de nodos regionales entre los que se tiene el Nodo Regional de Cambio Climático Caribe e Insular, que desde el 2011 ha avanzado en eventos de capacitación para fortalecimiento de capacidades y reuniones para el seguimiento y análisis. En el marco de este proceso se han priorizado una serie de proyectos, los cuales presentan avances en su gestión o implementación, entre estos se encuentran: i) la formulación e implementación del observatorio climático del Caribe colombiano: ii) el diseño y construcción de casas bioclimáticas (zona seca y zonas de inundación), de los cuales se construyó modelos de viviendas en San Andrés Isla, Puerto Colombia (Atlántico) y Manaure (La Guajira) y que podrán ser replicadas en sitios vulnerables. Por otra parte, se ha aprovechado el espacio que se tiene en la herramienta web de cambio climático para mares y costas (CLIMARES) para visibilizar el Nodo y su plan de acción (http://cambioclimatico.invemar. org.co/nodo-regional-caribe-e-insular). Adicionalmente, se montó el contenido de información de las estaciones o equipos instalados en las zonas costeras del país para la medición de variables oceanográficas y meteorológicas en el sitio web de CLIMARES, garantizando igualmente su disponibilidad desde el portal de cambio climático nacional. Finalmente se desarrolló una herramienta de consulta de información en este sitio web, bajo estándares y protocolos establecidos desde el SIAC, para apoyo a análisis de vulnerabilidad al cambio climático. Los productos generados en el convenio corresponden al desarrollo de herramientas de consulta de información consistente en (http://cambioclimatico.invemar.org.co/fortalecimiento-climares): Mapa de actores, Catálogo de estaciones ambientales marinas y costeras, Módulo de consulta espacial de oferta de información en el tema de información histórica sobre registro de amenazas en la zona costera y actualización del geovisor "Geoclimares" de información cartográfica de estudios de cambio climático con la incorporación del capas generadas del análisis de vulnerabilidad del sector urbano del distrito de Santa Marta, Cartagena, Archipielago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

El proceso de fortalecimiento de capacidades institucionales en materia de cambio climático para las zonas costeras e insulares del país en 2014 se ve fortalecido, ya que el MADS desde la Dirección de Cambio Climático y el Invemar aunaron esfuerzos determinar el tipo de información necesaria para desarrollar un análisis de vulnerabilidad a cambio climático y variabilidad climática a escalas 1:100.000 y la información mínima con la cual puede realizarse el análisis. Así mismo se identificó y recopiló (a nivel de metadato) la información digital que pudiera estar disponible en diferentes entidades (ejemplo: INVEMAR, DIMAR, IDEAM, CARs costeras, DANE y ANLA). También se realizó un inventario de las estaciones o equipos instalados en las zonas costeras del país para medición de variables oceanográficas y meteorológicas, identificando tipo de variables, temporalidad en su adquisición, entidad a cargo del mantenimiento, disponibilidad de los datos o información que recoge. A partir de lo anterior se generó una propuesta de las variables que deberían medirse a corto y mediano plazo y su localización con una propuesta de RED de estaciones de monitoreo ambiental marino y costero, que incremente la capacidad del país en la toma de datos de variables oceanográficas y meteorológicas, como fortalecimiento a medidas de adaptación.



Literatura citada

- Ahrens, M., J. Dorado-Roncancio, M. López, C. Rodríquez y L. Vidal. 2011. Biodiversidad exótica: presencia de especies marinas no-nativas introducidas por el tráfico marítimo en puertos colombianos, Biota Colombiana, vol. 12, No. 2: 14.
- Alcántara-Carrió, J. 2008. Los riesgos naturales en el litoral: la amenaza creciente. Servicio de publicaciones Universidad Católica de Valencia, Valencia, España.
- Alonso, D., L.F. Ramírez, C. Segura-Quintero, P. Castillo-Torres, T. Walschburger y N. Arango. 2008. Hacia la construcción de un Subsistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas en Colombia. INVEMAR - Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, UAESPNN - Unidad Administrativa Especial del Sistema de Pargues Nacionales Naturales y TNC - The Nature Conservancy, Santa Marta D.T.C.H., Colombia.
- Alonso, D., P. Sierra-Correa, F. Arias-Isaza y M. Fontalvo. 2003. Conceptos y Guía Metológica para el Manejo Integrado de las Zonas Costeras en Colombia, manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico. INVEMAR, Santa Marta D.T.C.H., Colombia.
- Andrade, C.A., E.D. Barton y C.N.K. Mooers. 2003. Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean Coast, J. Geophys. Res. vol. 108, No. C6: 3185.
- Andrade, C.A. y E.D. Barton. 2005. The Guajira upwelling system, Cont. Shelf Res, vol. 25, No. 9: 1003-1022.
- Aqua y Terra. 2014. Caracterización del área de influencia del proyecto. En: Estudio general de impacto ambiental para alternativas de mitigación contra la erosión costera en el área de Arboletes - Los Córdobas, Municipio de Arboletes (Antioquia), Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país. Código: ACT-BEM-001-014. Informe técnico final. Convenio MADS-INVEMAR No. 190, Santa Marta, Colombia, 154p.
- Bastidas-Salamanca, M., N. Rangel-Buitrago, D. Morales-Giraldo, C. Ricaurte, D. Gomez-López, R. Navas-Camacho, S. Navarrete, D. Alonso, L. Vivas-Aguas, P. Obando-Madera, J.A. Rodríguez-Rodríguez, L. Licero-Villanueva y L. Perdomo. 2013. Estado del ambiente y los ecosistemas marinos y costero, Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2013, Santa Marta, INVEMAR, 24-82.
- Batista-Morales, A. v D.I. Gomez-Lopez. 2010. Indicadores de estado de conservación de ecosistemas marino costeros de Colombia, Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2009, Santa Marta, D. T. C. H., Marquillas, S. A., 173-212.



- Bonilla, J., J. Peinado, M. Urdaneta y E. Carrascal. 2000. Informe nacional sobre el uso y manejo de plaquicidas en Colombia, tendiente a identificar y proponer alternativas para reducir el escurrimiento de plaquicidas al Mar Caribe, Bogotá, Colombia., Minambiente, PNUMA y EARTH, 54p.
- Cairns, S.D. 1999. Species richness of recent Scleractinia, Atoll Research Bulletin, vol. 459: 1-12.
- Campbell, D.E. 2000. Using energy systems theory to define, measure and interpret ecological integrity and ecosystem health, Ecosystem Health, vol. 6, No. 3: 191-204.
- Cañón, M.L., R. López y L. Arregoces. 2010. Informe valoración rápida. Componente técnico para la gestión del agua de lastre en Colombia.
- Cañón, M.L., G. Tous, K. Lopez, R. Lopez, F. Orozco y V. Suárez. 2007. Caracterización fisicoquímica, biológica y microbiológica en aguas de lastre de bugues de tráfico internacional, Bol. Cient. CIOH, vol. 25: 150-198.
- Cañón, M.L., T. Vanegas, M. Gavilán, L. Morris y G. Tous. 2005. Dinámica planctónica, microbiológica y fisicoguímica en cuatro muelles de la bahía de Cartagena y buques de tráfico internacional., Bol. Cient. CIOH, vol. 23, No. 23: 46-59.
- Carpenter, S., H. Mooney, J. Agrad, D. Capistrano, F. DeFries, S. Díaz, T. Dietz, A. Duraiappah, A. Oteng-Yeboah, M. Pereira, C. Perrings, W. Reid, J. Sarukhan, R. Scholes y A. Whyte. 2009. Science for managing ecosystems services: beyond the millenium ecosystem assessment, PNAS, : 1305-1312.
- Carricart-Ganivet, J.P. v M. Merino. 2001. Growth responses of the reef-building coral Montastraea annularis along a gradient of continental influence in the southern Gulf of Mexico. Bulletin of Marine Science 68(1):133-146.
- CARSUCRE. 2012. CARSUCRE. CARSUCRE- Corporación Autónoma Regional del Sucre. Información suministrada por la corporación.
- CDB. 1992. Convenio sobre diversidad biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. Río de Janeiro, Brasil.
- Cintrón-Molero, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. ed ROSTLAC UNESCO. Montevideo, Uruguay.
- Colorado-Ríos, J., D. Muñoz, G. Montoya, D. Márquez, M.E. Márquez, J. López y A. Martínez. 2013. HPLC-ESI-IT-MS/MS analysis and biological activity of triterpene glycosides from the colombian marine sponge Ectyoplasia ferox, Marine Drugs, vol. 11, No. 12: 4815-4833.



- Consejo Municipal de Canalete. 2012. Plan de Desarrollo Municipal, 2012-2015 «Por la Senda de la Prosperidad». Concejo Municipal de Canalete, Departamento de Córdoba, Córdoba, Canalete.
- Consejo Municipal de Los Córdobas. 2008. Plan de Desarrollo Municipal, 2008-2012. Acuerdo No. 010 de 2008. «¡Por mí pueblo! Los córdobas en buenas manos». Concejo Municipal de Los córdobas, Córdoba. Los Córdobas.
- Consejo Municipal de Puerto Escondido. 2008. Plan de Desarrollo Municipal «Progreso con Justicia Social». 2008 2012. Concejo municipal de Puerto Escondido, Departamento de Córdoba, Córdoba, Puerto Escondido.
- Consejo Municipal de San Antero. 2012. Plan de Desarrollo Municipal «Haciendo de San Antero el Mejor Lugar de Colombia» 2012-2015. Consejo Municipal de San Antero, Departamento de Córdoba, Córdoba, San Antero.
- CORMAGDALENA. 2007. Formulación del Plan de Manejo de la Cuenca del Río Magdalena Cauca, Segunda Fase. CORMAGDALENA-Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena, Barrancabermeja.
- CORPAMAG. 2012. Información suministrada por la corporación. CORPAMAG-Corporación Autónoma Regional del Magdalena.
- CORPOGUAJIRA. 2012. Información suministrada por la corporación. CORPOGUAJIRA-Corporación Autónoma Regional de La Guajira.
- CORPOURABÁ. 2012. Información suministrada por la corporación. CORPOURABÁ-Corporación para el desarrollo sostenible del Urabá.
- Correa, I.D. y J.J. Restrepo. 2002. Geología y oceanografía del delta del río San Juan, litoral Pacífico colombiano. Medellín.
- CRA y OMAU. 2006. Informe de avance sobre el desarrollo del proyecto diseño y formulación participativa de la agenda socio- ambiental del desarrollo sostenible local en el departamento del Atlántico. CRA-Corporación Autónoma Regional del Atlántico y OMAU-Observatorio del Medio Ambiente Urbano.
- CVS. 2012. Información suministrada por la corporación. CVS–Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge.
- DANE. 2013. Estimación y Proyección de población nacional, departamental y municipal por área 1985-2020. DANE-Departamento Adiministrativo Nacional de Estadísitica.

- --- 2011. Censo General 2005. Información Básica. DANE-Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- --- 2010. Proyecciones de población departamentales por área. 2005 2020, 29/12/2010.
- Day, J. y A. Yañez-Arancibia. 1982. Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach, Mar. Sci., vol. 22, No. 1-2: 11-26.
- Díaz, J.M., L.. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. Lopez-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzon, B. Vargas-Angel, F. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. Santa Marta.
- DIMAR. 2012. Resolución 0477. Control Aguas de Lastre y Sedimentos a bordo de las naves y artefactos navales. Cartagena de Indias.
- DIMAR-CIOH. 2014. Boletín meteomarino mensual del Caribe colombiano, http://www.cioh.org.co/meteo-rologia/ResumenClimatologico.php. 20/08/2014.
- --- 2011. Catálogo de Fitoplancton de la Bahía de Cartagena, Bahía Portete y Agua de Lastre. Dirección General Marítima- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe. ed DIMAR-CIOH. Cartagena de Indias.
- --- 2009. Dossier para el control y la gestión de las aguas de lastre y sedimentos de los buques en Colombia. ed DIMAR. Cartagena de Indias.
- DIRPEN. 2011. Encuesta Ambiental Industrial 2009. DIRPEN-Dirección de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización, Bogotá, Colombia.
- DNP. 2011. Plan Nacional de Desarrollo. Prosperidad para todos. Bogotá, Colombia.
- --- 2007. Visión Colombia II Centenario 2019. Aprovechar el territorio marino costero en forma eficiente y sostenible. Propuesta para discusión. Presidencia de la República. Bogotá. Colombia.
- Duke, N.C., J. Meynecke, S. Dittmann, A. Ellison, K. Anger, U. Berger, S. Cannicci, K. Diele, K. Ewel, C. Field, N. Koedam, S. Lee, C. Marchand, I. Nordhaus y F. Dahdouh-Guebas. 2007. A world without mangroves?, Sciencie, vol. 317, No. 6.
- Ellison, A. y E. Farnsworth. 1996. Anthropogenic disturbance of Caribbean Mangrove Ecosystems: Past impacts, present trends, and future predictions. Biotropica, 28(4a): 549-565.
- Ellison, J.C. 1998. Impacts of Sediment Burial on Mangroves, Marine Pollution Bulletin 37 (8-12), 420-426.
- EPA. 2012. Quantifying Coral Reef Ecosystem Services. EPA/600/R-11/206. Washington D. C.



- Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. ed NU. CEPAL. División de Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 50. Santiago de Chile.
- Eslava, J. 1994. Climatología del Pacífico colombiano. Academia colombiana de ciencias geofísicas, Bogotá, Colombia, ACCG, Colección Eratóstenes, 79.
- Ewel, K.C., R. Twilley y R. Ong. 1998. Different kind of mangrove forests provide different kind goods and services.. Global ecology and biogeography letters, vol. 7, No. 1: 83-94.
- FAO. 2005. Estudio temático sobre manglares Colombia, perfil nacional, Evaluación de los recursos forestales mundiales, Roma, Italia, FAO - Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 9p.
- FGDC. 2012. Coastal and Marine Ecological Classification Standard Version 4.0, http://www.csc.noaa. gov/digitalcoast/publications/cmecs. 16/08/2012.
- Field, C. 1997. La restauración de ecosistemas de manglar. ed OIMT-Organización Internacional de Maderas Tropicales. Managua.
- Garay, J., B. Marín y A.M. Vélez. 2001. Contaminación Marino-Costera en Colombia, Santa Marta, INVE-MAR. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia. (Serie de Publicaciones Periódicas No. 8), 101-127.
- Garay, J. v A.M. Vélez. 2004. Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción v Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación al Mar-PNICM. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras «José Benito Vives de Andréis»- INVEMAR, Santa Marta.
- Garay-Tinoco, J.A., D.I. Gómez-López y J.R. Ortíz-Galvis. 2006. Integral diagnosis on the biophysical and socioeconomic impact related to the effect of pollution from land based activities on the pacific coastal zone Tumaco bay, Colombia and basic guidelines for a management plan. Project of the United Nations Environ, Santa Marta, The Institute of Marine and Coastal Research «Jose Benito Vives De Andreis» - INVEMAR, Pacific Pollution Control Centre - CCCP, The Regional Autonomous Corporation Of Nariño - CORPONARIÑO, 290p.
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros, ed FAO Doc. Téc. Pesca (203). Roma.
- García-Valencia, C., S. Millán, L. Barreto, J. Pizarro, P.C. Sierra, C. Ricaurte, N. Rangel, M. González, D. Morales, D. Alonso, L. Chasqui y M.A. Ocampo. 2014. Mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos escala 1:100.000 para el área marina del Pacífico colombiano.

- Gavilán, M., M. Cañón y G. Tous. 2005. Comunidad fitoplanctónica en la bahía de Cartagena y en aguas de lastre de buques de tráfico internacional, Bol. Cient. CIOH, vol. 23: 60-75.
- Gil-Torres, W. y G. Ulloa-Delgado. 2001. Caracterización, Diagnóstico y Zonificación de los manglares del departamento de Córdoba. Sincelejo.
- Girón, A., F. Rico y M. Rueda. 2010. Evaluación experimental de dispositivos excluidores de fauna acompañante en redes de arrastre para camarón de aguas someras en el Pacífico colombiano, Boletín de investigaciones marinas y costeras, vol. 39, No. 2: 337-357.
- Gochfeld, D.J., C. Schlöder y R.W. Thacker. 2007. Sponge community structure and disease prevalence on coral reefs in Bocas del Toro, Panama. Porifera Research: Biodiversity, Innovation and Sustainability.
- Gómez-Cubillos, C., L. Licero, J.A. Rodríguez, D. Romero, D. Ballesteros, D. Gómez, A. Melo, J. García, L. Chasqui, M. Bastidas, C. Ricaurte, L. Perdomo y D. Alonso. 2014. Asistir técnicamente en la implementación de los productos de restauración y monitoreo de ecosistemas marinos costeros: Identificación de las áreas potenciales de restauración ecológica, No. 190, Santa Marta, Colombia, 286p.
- Gracia, A., J. Medellín-Mora, D. Gil-Agudelo y V. Puentes. 2011. Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, Bogotá, Colombia.
- Guevara-Mancera, O., H. Sánchez-Páez, G. Murcia-Orjuela, H. Bravo-Pazmiño, F. Pinto-Nolla y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Pacífico colombiano, *Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia.*, eds H. Sanchez-Páez, O. Guevara-Mancera, y R. Álvarez-León, Santafé de Bogotá D.C-Colombia, MINAMBIENTE / ACOFORE / OIMT, 178p.
- Halme, P., K. Allen, A. Auninis, R. Bradshaw, G. Brumelis, V. Cada, J. Clear, A. Eriksson, G. Hannon, E. Hyvarinen, S. Ikauniece, S. Isenaite, B. Jonson, K. Junninen, S. Kareksela, A. Komonen, J. Kotiaho, J. Kouki, T. Kuuluvainen, A. Mazziotta, M. Mönkkönen, K. Nyholm, A. Oldén, E. Shorohova, N. Strange, T. Toivanen, I. Vanha-Majamaa, T. Wallenius, A. Ylisirniö y E. Zin. 2013. Challenges of ecological restoration: Lessons from forest in northern Europe, Biological Conservation, vol. 167: 249-256.
- Herazo-C., D., A. Torres-P. y E. Olsen-V. 2006. Análisis de la composición y abundancia de la ictiofacuna presente en la pesca del camarón rosado (Penaeus notialis) en el Golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano, Revista MVZ Córdoba, vol. 11, No. Suplemento 1: 46-61.
- Herrera, J. y M. Vargas-Morales. 2014. Estimación del impacto económico de cambios en la calidad ambiental de la Ciénaga Grande de Santa Marta., Santa Marta, 27p.



- Hilderbrand, R., A. Watts y A. Randle. 2005. The myths of restoration ecology., Ecology and Society, vol. 10, No. 1: 19p.
- Hobbs, R.J. y D. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology, Restoration Ecology, vol. 4: 93-110.
- HRI. 2012. Reporte de la salud ecológica del Arrecife Mesoamericano. Quintana Roo.
- IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, SINCHI y IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogota, D. C.
- IDEAM. 2014a. Predicción Climática y alertas para planear y decidir, Bogotá, Colombia, Publicación N° 227p.
- --- 2014b. Predicción Climática y alertas para planear y decidir, Bogotá, Colombia, Publicación N° 229p.
- --- 2014c. Predicción Climática y alertas para planear y decidir, Bogotá, Colombia, Publicación N° 230p.
- --- 2014d. Predicción Climática y alertas para planear y decidir, Bogotá, Colombia, Publicación N° 234p.
- --- 2014e. Predicción Climática y alertas para planear y decidir, Bogotá, Colombia, Publicación N° 236p.
- --- 2012. Boletín informativo sobre el monitoreo de los Fenómenos de variabilidad climática «El Niño» y «La Niña», Boletín No. 41, 6p.
- --- 2010a. Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá, Colombia.
- --- 2010b. Segunda comunicación ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Bogotá, Colombia.
- IGAC. 2002. Atlas de Colombia. 5 ed. IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Imprenta Nacional, Bogotá.
- INGEOMINAS. 1998. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Pacífico colombiano. INGEOMINAS, Bogotá.
- INVEMAR, CARSUCRE y CVS. 2002. Formulación del plan de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera Estuarina del río Sinú y golfo de Morrosquillo, Caribe Colombiano. Fase I Caracterización y Diagnóstico. Santa Marta.
- INVEMAR y CRA. 2005. Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación de los manglares de la zona costera del departamento del Atlántico, Caribe colombiano. Informe Final.



- INVEMAR y MADS. 2011. Desarrollo de fundamentos para el establecimiento de los parámetros y los límites máximos permisibles de los vertimientos puntuales a las aquas marinas en Colombia. Informe Técnico, Ed. Lizbeth Janet Vivas Aguas, Convenio interadministrativo de asociación No. 104 de 2011. INVEMAR/MADS, Santa Marta.
- INVEMAR, TNC, CI y UAESPNN. 2009. Informe Técnico: Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano. Serie de Documentos Generales No. 41, 106p., Santa Marta 106p.
- INVEMAR. 2014a. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2013. eds Leonardo Arias y Carolina Garcia. INVEMAR, Santa Marta, Colombia.
- --- 2014b. Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia SIAM. Base de datos de la Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – RE-DCAM, http://www.invemar.org.co/siam/redcam.
- --- 2013. Formulación e implementación de medidas que contribuyan al manejo sostenible de los recursos y ecosistemas marinos y costeros de Colombia. Santa Marta D.T.C.H., Colombia.
- --- 2012. Evaluación de recursos pesqueros clave y medidas de manejo sugeridas para el Comité Ejecutivo de la Pesca. Santa Marta.
- --- 2002. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: 2000. INVE-MAR. Santa Marta. Colombia.
- --- 2000. Programa Nacional de Investigación en biodiversidad Marina y Costera. eds J.M. Díaz y D. Gómez, INVEMAR-FONADE-MMA.
- INVEMAR-CARDIQUE. 2014. Plan de ordenación y manejo integrado de la zona costera de la Unidad Ambiental Costera río Magdalena complejo Canal del Dique-Sistema Lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, sector departamento de Bolívar. Informe Técnico de Avance – ITA 001: Caracterizac.
- INVEMAR-GEO y CVS. 2014a. Monitoreo de perfiles de playa en los municipios costeros del departamento de Córdoba. Informe técnico final. 17p.
- --- 2014b. Efectos y estado de conservación de las estructuras de protección costera en los municipios costeros del departamento de Córdoba. Informe técnico final, 14p.
- INVEMAR-GEO. 2014a. Dispersión de sedimentos mediante el estudio de la dinámica meteo-marina en el sector Isla-Salamanca – PNN Tayrona (departamento del Magdalena), Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 60p.



- --- 2014b. Evolución reciente de la línea de costa entre isla de Salamanca y el Parque Nacional Natural Tayrona (departamento del Magdalena), Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 82p.
- --- 2014c. Erosión costera en la isla de San Andrés, Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 72p.
- --- 2014d. Análisis de la dinámica litoral y poblacional en el caserío de La Barra, Buenaventura, Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 28p.
- --- 2014e. Evolución litoral reciente, amenaza y vulnerabilidad por erosión costera de la bocana de la bahía de Buenaventura (Valle del Cauca), Pacifico colombiano, Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 71p.
- IPCC. 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad Resumen para responsables de políticas. eds C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, y L.L. White. OMM, Ginebra, Suiza.
- --- 2007. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. IPCC, Ginebra, Suiza.
- Karr, J.R. 1991. Biology Integrity: a long-neglected aspect of water resource management., Ecological application, vol. 1, No. 1: 66-84.
- Kraemer, R., K. Choudhury y E. Kampa. 2001. Protecting water resources: pollution prevention, International conference on freshwater, Bonn, 30p.
- Lindig-Cisneros, R. y J. Zedler. 2000. Restoring Urban Habitats, a Comparative Study., Ecological Restoration, vol. 18: 185-194.
- Ludwig, W. y J. Probst. 1998. River sediment dischange to the oceans: present controls and global budgets, American Journal of Science, 298, 265-295.
- MADS. 2013. Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas.
- Maldonado, J. y R. Cuervo-Sánchez. 2014. Valoración económica del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad. Bogotá.
- Manjarrés, L., L.O. Duarte, J. Altamar, F. Escobar, C. García y F. Cuello. 2008. Efectos del uso de dispositivos reductores de pesca acompañante en la pesquería de camarón del Mar Caribe de Colombia, Ciencias Marinas, vol. 34, No. 2: 223-238.
- Margules, C. y R. Pressey. 2000. Systematic conservation planning, Nature, vol. 405: 243-253.

- Mazzeo, N., J. Clemente, F. García-Rodríguez, J. Gorja, C. Kruk, D. Larrea, M. Meerhoff, F. Quintans, L. Rodríguez-Gallego y F. Scasso. 2002. Eutrofización: Causas, consecuencias y manejo, *En: Rodríguez, A., R. Prieto y M. Achkar. Perfil Ambiental de Uruguay. Grupo de Ecología y Rehabilitación de sistemas acuáticos someros, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Aigua,* 148p.
- MEA Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Millán, S., D. Alonso, M. Bastidas, A. Campuzano, L. Chasqui, C. García, D. Morales, M. Ocampo, N. Rangel, D. Rozo, M. Vides y C. Villamil. 2013. Mapa de Ecosistemas continentales, costeos y marinos de Colombia a escala 1:100.000: proceso metodológico para el medio marino, resúmenes del XV Seminario Nacional en Ciencias y Tecnologías del Mar (Senalmar), Cartagena de Indias-Colombia, 113p.
- Millar, R.B. y R.J. Fryer. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks, Reviews in Fish Biology and Fisheries, vol. 9, No. 1: 89-116.
- MMA, IDEAM, SINCHI, IAVH, IIAP, INVEMAR y E. del R. de los P. Bajos. 2002. Primera generación de Indicadores de Línea Base de la Información Ambiental de Colombia. Sistema de información ambiental de Colombia –SIAC. eds C. Castaño-Uribe y R. Carrillo.
- MMA. 2002. Programa Nacional para el Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- --- 2001. Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia.
- MOVE. 2010. New generic framework addressing vulnerability and disaster risk to natural hazard from a holistic point of view. In B. t. n. f. a. t. guidelines. ed MOVE.
- Murray, S.C. 2009. Cold-Water Corals The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats. Cambridge University Press, New York.
- Myrick Freeman III, A. 2003. The Measurement of Environmental and Resource Values: theory and Methods. Resources for the Future, Washington D. C.
- Navarrete-Le Bas, F. 2011. Propuesta sobre estructura y contenidos del IEARMC. Informe Final, Santa Marta, 50p.



- Navas, R., J. Vega-Sequeda, K. Gómez-Campo y T. López. 2012. Estado de los arrecifes de coral, Informe del estado de los ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2011, eds Leonardo Arias y Carolina García, Santa Marta D. T. C. H., INVEMAR, Santa Marta (Colombia), 50-61.
- NOOA. 2014. Center for Weather and Climate Prediction, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/expert_assessment/ENSO_DD_archive.shtml.
- Ojeda, O., E. Castro, A. Valencia y S. Fonseca. 2001. Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa. Guía Metodológica., Bogotá, Colombia, 163p.
- OMI (Organización Marítima Internacional). 2004. Convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques.
- --- 1997. Resolución A.868 (20). Directrices para el control y la gestión del agua de lastre de los buques a fin de reducir al mínimo la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógena.
- Paramo, J., M. Correa y S. Núñez. 2011. Evidencias de desacople físico-biológico en el sistema de surgencia en La Guajira, Caribe colombiano, Rev. Biol. Mar. Oceanogr, vol. 46, No. 3: 421-430.
- Páramo, J., N. Correa y E. Egurrola. 2006. Dinámica de la pesquería del camarón de aguas someras (Farfantepenaeus notialis) (Pérez Farfante, 1967), en el Caribe colombiano. Santa Marta.
- Páramo, J. y U. Saint-Paul. 2010. Morphological differentiation of southern pink shrimp Farfantepenaeus notialis in Colombian Caribbean Sea, Aquatic Living Resources, vol. 23: 95-101.
- Pardo-Vargas, A., I. de Barcelos Oliveira, P.R. Soares Stephens, C.C. Cirne Santos, I.C. Nunes de Palmer Paixão, F.A. Ramos, C. Jiménez, J. Rodríguez, J.A. Resende Lamounier Camargos, V. Teixeira Laneuville y L. Castellanos. 2014. Dolabelladienols A–C, New Diterpenes Isolated from Brazilian Brown Alga Dictyota pfaffii., Marine Drugs, vol. 12, No. 7: 4247–4259.
- Pardo-Vargas, A., F.A. Ramos, C.C. Cirne-Santos, P.R. Stephens, I.C. Palmer Paixão, V. Laneuville Teixeira y L. Castellanos. 2014. Semi-synthesis of oxygenated dolabellane diterpenes with highly in vitro anti-HIV-1 activity., Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, vol. 24: 4381-4383.
- Pliscoff, P. y T. Fuentes. 2008. Análisis de Representatividad Ecosistémica de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile. Informe Final, Santiago de Chile, 103p.
- Posada, B.O. y W. Henao P. 2008. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Caribe colombiano. INVEMAR Serie Publicaciones Especiales No. 13, Santa Marta.



- Posada, B.O., W. Henao y G. Guzmán. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, Colombia.
- Posada, B.O., D. Morales-G. y W. Henao P. 2011. Diagnóstico de la erosión costera del territorio insular colombiano, INVEMAR. Serie de Publicaciones Especiales No. 24, Santa Marta, Colombia.
- Quintana, J., L.M. Bayona, L. Castellanos, M. Puyana, P. Camargo, F. Aristizábal, C. Edwards, J.N. Tabudravu, M. Jaspars v F.A. Ramos, 2014, Almiramide D. cytotoxic peptide from the marine cyanobacterium Oscillatoria nigroviridis., Bioorganic & Medicinal Chemistry, vol. 22, No. 24: 6789-6795.
- Ramos, A. y D.S. Guerrero. 2010. El Suelo Costero, Propuesta para su reconocimiento, eds Instituto de estudios del Ministerio público, Procuraduría General de la nación, y Fundación MarViva.
- Restrepo, J. 2006. Aporte de los caudales de los ríos Baudó, San Juan, Patía y Mira a la cuenca Pacífica Colombiana, Boletín Científico CCCP, (13), 17-32.
- Restrepo, J.D., P. Zapata, J. Díaz, J. Garzón-Ferreira, C. García y J. Restrepo. 2005. Aportes Fluviales al Mar Caribe y Evaluación Preliminar del Impacto sobre los Ecosistemas Costeros, En: Restrepo J. D. Los Sedimentos del Río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental, Medellín, Universidad de EAFIT, 189-2015.
- Rodríguez-Rincón, A.M., S.M. Navarrete-Ramírez, D.I. Gómez-López y R. Navas-Camacho. 2014. Protocolo Indicador Condición-Tendencia Áreas Coralinas, Santa Marta.
- Rodríguez-Rodríguez, J.A., D. González-Polo, R. Rodríguez-Otero, J. Rodríguez, M.A. Ospino, J. Bohórquez y L. Perdomo. 2014. Generar capacidad en las Car en el manejo del sistema de información ambiental de manglares, Elementos técnicos que permitan establecer medidas de manejo, control, uso sostenible y restauración de los ecosistemas costeros y marinos del país. Código: ACT-BEM-001-014. Informe técnico final. Convenio MADS-INVEMAR No. 190, Santa Marta, Colombia.
- Rojas-Giraldo, X., P. Sierra-Correa, P. Lozano-Rivera y A. López-Rodríguez. 2010. Guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia. Manual 2: planificación de la Zona Costera. INVEMAR, Santa Marta.
- Rondón, R., E. Vanegas y P. Tigreros. 2003. Contaminación en la bahía de Cartagena por agua de lastre de los bugues, Bol. Cient. CIOH, vol. 21: 91-100.



- Rueda, M., J.A. Angulo, N. Madrid, F. Rico y A. Girón. 2006. La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras «José Benito Vives De Andréis» INVEMAR., Santa Marta.
- Samboni, N., Y. Carvajal y J.C. Escobar. 2007. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua, Ingeniería e Investigación. 27 (003), 172-181.
- Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León, W. Gil-Torres, A. Sánchez-Alférez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Páez-Parra. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe colombiano. Bogotá, Colombia.
- Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado y H. Tavera-Escobar. 2004. Manejo Integral de Manglares por Comunidades Locales Caribe de Colombia. ed OIMI Ministerio De Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, CONIF. Bogotá, Colombia.
- Sanjurjo, E. y S. Welsh. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares, Gaceta ecológica, vol. 74: 55-58.
- Santacruz-Buitrago, A.R. 1989. Contribución al estudio ecologico-pesquero de la fauna ictica acompañante en la pesca de arrastre de camarón por barcos arrastreros en el Golfo de Morrosquillo, Mar Caribe colombiano.
- Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1998. Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. Roma.
- SEPEC. 2014. Boletín Estadístico SEPEC. Enero junio de 2014, http://sepec.unimagdalena.edu.co/Archivos/Boletin Enero Junio 2014.pdf. 09/02/2015.
- SER (Society for Ecological Restoration). 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica., www.ser.org. 24/03/2014.
- Spalding, M.D., C. Ravilious y E.P. Green. 2001. World atlas of coral reefs. ed UNEP-WCMC. Univ. California Press, Berkeley, USA.
- SSPD. 2009. Sistema de Alcantarillado en Colombia: Visión del Servicio Público. SSPD-Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios, Bogotá.
- Steer, R., F. Arias, A. Ramos, P. Aguirre, P. Sierra y D. Alonso. 1997. Documento preliminar de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas, Bogotá, Colombia, 413p.

- SUI. 2012. Reporte por Servicios. Reporte de Alcantarillado. Consulta de Información de Alcantarillado. Plantas de Tratamiento de Aquas Residuales. SUI– Sistema Único de Información.
- Supertransporte. 2008. Estadísticas. Informes Consolidados, http://www.supertransporte.gov.co/super/index.php?option=com content&view=article&id=580&Itemid=456&lang=es.
- Tavera, H.A. 2014. Tercer informe documento final de los lineamientos nacionales para el monitoreo de ecosistemas de manglar en Colombia. Contrato de prestación de servicios No. 52 -14, en el marco del Convenio No. 156 del 2014 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Des, 57p.
- Tejada, C., L. Castro, A. Navarrete, T. Cardona, L. Otero, F. Afanador, A. Mogollón y W. Pedroza. 2003. Panorama de la contaminación marina del Pacífico colombiano. Centro Control Contaminación del Pacífico Colombiano. DIMAR. Serie Publicaciones Especiales Vol. 3, San Andrés de Tumaco.
- Touchette, B.W. y J.. Burkholder. 2000. Review of nitrogen and phosphorus metabolism in seagrasses, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, vol. 250: 133-167.
- Ulloa-Delgado, G., H. Sánchez-Páez, W. Gil-Torres, J. Pino-Rengifo, H. Rodríguez-Cruz y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano., *Proyecto PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia*, ed R Ulloa-Delgado, G.A Sánchez-Páez, H Alvarez-León, 224p.
- UNEP. 2006. Marine and Coastal Ecosystems and Human Well-Being: Asynthesis report nased on the findings of the Millennium Ecosystem Assesment.
- UNEP-RCU/CEP. 2010. Actualización del informe técnico del PAC No. 33 fuentes y actividades terrestres en la región del Gran Caribe. Cargas contaminantes domésticas e industriales y el aporte de las cuencas hidrográficas tributarias, *Informe técnico del programa ambiental del Caribe*, UNEP-PAC-CIMAB, 84p.
- UNGRD. 2014. Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres [en línea], http://www.sigpad.gov.co/sigpad/emergencias listar.aspx. 30/10/2014.
- Vargas, M., A. Contreras, K. Guillén, L. Pupo, M. Hernández-Ortiz, S. Navarrete-Ramírez, D. Alonso-Carvajal, A. Rodríguez-Rincón, M. Bejarano, L. Licero-Villanueva, J. Rodríguez-Rodríguez y L. Victoria-Perdomo. 2014. Instrumentos de gestión de los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia: indicadores de respuesta. 141–170 p., Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2013, ed Invemar, Santa Marta, 192p.
- Veron, J. 2000. Corals of the World Vol 3. Australian Institute of Marine Sciences and CRR Qld Pty Ltd., Australia.



- Vivas–Aguas, L., M. Tosic., J. Sánchez., S. Narváez., B. Cadavid., P. Bautista., J. Betancourt., J. Parra., L. Echeverri y L. Espinosa. 2010. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacifico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. Informe Técnico 2010. INVEMAR, Santa Marta.
- Vivas–Aguas, L.J., P.S. Obando y L. Carrillo. 2014. Hoja metodológica del indicador. Índice de calidad de aguas marinas y costeras (ICAM). Versión 1.0. Instituto de investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR y Departamento Administratico Nacional de Estadística -DANE, Bogotá.
- Vivas–Aguas, L.J., J. Sánchez, B. Cadavid, J. Betancourt, M. Quintero, Y. Moreno, C. Santana, I. Cuadrado, K. Ibarra, M. Ríos, P. Obando y D. Sanchez. 2014. Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacifico colombianos. Serie de publicaciones del Invemar No. 4. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Informe Técnico 2013, INVEMAR, Santa Marta.
- Vivas-Aguas, L.J., M. Tosic, J. Sánchez, S. Narváez, B. Cadavid, P. Bautista, J. Betancourt, J. Parra, M. Carvajalino y L.F. Espinosa. 2012. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacifico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia REDCAM. Informe técnico 2011. INVEMAR, Santa Marta.
- Vivas-Aguas, L.J. 2011. Formulación del índice de calidad de aguas costeras (ICAM) para los países del Pacífico Sudeste. Documento Metodológico. Proyecto SPINCAM, Santa Marta, 40p.
- Wilches-Chaux, G. 1988. Desastres, ecologismo y formación profesional, Bogotá, Colombia.
- * Toda la bibliografía está disponible en línea en http://bit.ly/18uJ7Fy

