



invemar

Serie de Publicaciones Periódicas
Número 8
Marzo de 2013

Santa Marta – Colombia
ISSN: 1692-5025

**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”
vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible**



COLOMBIA
50% MAR

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

AÑO 2012



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
José Benito Vives de Andrés
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

Subdirector Recursos y Apoyo a la investigación
(SRA)
Sandra Rincón Cabal

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

Coordinador Programa Calidad Ambiental Marina
(CAM)
Luisa Fernanda Espinosa Díaz

Coordinadora Programa Geociencias Marinas y
Costeras
(GEO)
Constanza Ricaute

Coordinadora Programa Investigación 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)
Carlos Augusto Pinilla González

Santa Marta, 2013

Coordinación General

Jesús Garay Tinoco
Subdirector de Coordinación de Investigaciones

Autores:

Capítulo I.

Blanca O. Posada, Daniel Rozo.

Capítulo II.

Blanca O. Posada, Marta C. Díaz, Janet Vivas, Luis Parra, Carlos Villamil, Claudia Milena Agudelo, Martha Catalina Gómez, Laura Perdomo.

Capítulo III.

Mario Rueda, Javier Gómez, Efraín Viloria, Marisol Santos-Acevedo, Danecy Mármol, Diana Bustos, Luisa García, Alexander Girón, Jorge Viaña, Alfredo Rodríguez, Elkin Rafael Pardo, Carlos Puentes, Ana María Galeano, Janet Vivas, Luis Parra.

Capítulo IV.

Anny P. Zamora, Pilar Lozano, Ángela C. López, Milena Hernández, Carlos Villamil, Claudia Milena Agudelo, Martha Catalina Gómez, Laura Perdomo, Luz M. Londoño.

Capítulo V.

Carolina García-Valencia, Lorena Cortés, Angela López.

Compilación y producción editorial

Leonardo J. Arias-Alemán
Carolina García Valencia

Cartografía

Venus Rocha (Labsis INVEMAR)

Foto portada

Vista fondo de bahía Hondita, La Guajira (Archivo programa GEZ).

Diseño

Leonardo J. Arias-Alemán
Carolina García Valencia

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, 2013. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2012. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 169 p.

Citar capítulos:

Autores, 2013. 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 2012. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 169 p.

ISSN: 1692-5025

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





PRESENTACIÓN

“Conocer el estado de los recursos naturales, de manera periódica, en el tiempo y en el espacio, constituye una importante labor para reunir información de base que permita la toma de decisiones y el diseño y aplicación de estrategias de conservación, a tiempo”.

El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés” – INVEMAR entrega la edición 2012 en la cual el contenido y estructura del Informe recientemente modificados, presenta un diseño y conceptualización basado en indicadores de Estado, Presión y Respuesta, para la presentación de la información que año a año se incorpora gracias al avance en los estudios e investigación del instituto.

Esta nueva propuesta de diseño en su segunda versión ofrece a los lectores una información contextualizada y de más fácil comprensión, cuyo enfoque pretende describir aquellos asuntos ambientales estratégicos que expresan la situación actual y las tendencias de cambio de los ecosistemas marinos y costeros y de sus servicios, relacionándolos con las causas y factores que tienen incidencia sobre éstos de manera directa e indirecta.

El informe del estado de los recursos marinos, constituye el balance anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables, así como recomendaciones y alternativas para el logro de un desarrollo en armonía con la naturaleza, en las áreas geográficas y temáticas de competencia del INVEMAR. Se genera anualmente desde 1995 en respuesta al cumplimiento del artículo 6 del decreto 1276 de junio de 1994, de amplia circulación y acceso vía digital. En él se procura año a año, sumar conocimiento para otorgar un criterio responsable a la labor del manejo del ambiente y sus bienes y servicios.

Deseamos avanzar en el poblamiento de los indicadores ya implementados y continuar en el diseño de nuevos en pro de optimizar la representación de la información y su utilización en la toma de decisiones. 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 costeras y marinas en el Océano Pacífico y el Mar Caribe.

FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA

Director General

CONTENIDO

CAPÍTULO I. LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA	11
MARCO GEOGRÁFICO	12
UNIDADES DE GESTIÓN	18
CAPÍTULO II. ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS: INDICADORES DE ESTADO	23
EL AMBIENTE ABIÓTICO	24
Oceanografía	27
Hidrografía	29
Erosión	29
Factores que causan erosión costera	29
Diagnóstico de la erosión costera en el Caribe y el Pacífico colombianos	31
CALIDAD DE LAS AGUAS MARINAS Y COSTERAS DEL CARIBE Y PACÍFICO COLOMBIANOS	40
BIODIVERSIDAD MARINA	50
Ecosistemas y hábitats	50
Manglares	51
CAPÍTULO III. CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN	65
INTRODUCCIÓN	66
CAUSAS Y TENSORES DIRECTOS	66
Aprovechamiento de recursos pesqueros	66
Desarrollo de acuicultura marina	100
Bioprospección marina	105
Contaminación y aportes de cargas a la zona costera	110
Fuentes terrestres de contaminación de las aguas marinas y costeras	110
Aguas Residuales Domésticas	111
Descarga de ríos	115
CAPÍTULO IV. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES DE RESPUESTA 91	119
INTRODUCCIÓN	120
MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS	123
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA	133
RESTAURACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE ECOSISTEMAS	141
VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	147
CAPÍTULO V. ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN	151
INTRODUCCIÓN	152
ESTADO DEL CONOCIMIENTO, VACÍOS DE LAS CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO DE LOS ECOSISTEMAS	152
CAUSAS Y TENSORES INDIRECTOS	153
Cambio climático	153
LITERATURA CITADA	157





BATERÍA DE INDICADORES

CAPÍTULO II. ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS: INDICADORES DE ESTADO

Indicador de áreas críticas por erosión costera vs área total del departamento costero	33
Indicador de variación de la línea de costa (m/año): Línea base de referencia	36
Indicador de evaluación de la calidad del agua marino-costera para preservación de flora y fauna, ICAM _{PPF}	41
Indicador de extensión: tasas de forestación o deforestación de manglar (cambio de cobertura)	56
Indicador de integridad biológica para manglar	60

CAPÍTULO III. CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN

Indicador de captura total y captura por especie (nacional)	67
Indicador de captura total y captura por especie para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM	71
Indicador de abundancia relativa de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM-	74
Indicador de talla media de captura para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM-	76
Indicador de proporción de pesca incidental y descartes para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM-	78
Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas para la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM-	80
Indicador de renta económica de la pesca artesanal en la Ciénaga Grande de Santa Marta -CGSM-	82
Indicador de captura total y captura por especie: pesca nacional industrial de camarón	84
Indicador de abundancia relativa del camarón: pesca industrial nacional	87
Indicador de talla media de captura (TMC): pesca industrial nacional de camarón	89
Indicador de proporción de pesca incidental y descartes: pesca industrial nacional de camarón	92
Indicador de fracción desovante/juvenil de las capturas: pesca industrial nacional de camarón	94
Indicador de rentabilidad económica: pesca industrial nacional de camarón	97
Indicador de esfuerzo de la acuicultura marina	101
Indicador anual de la acuicultura marina nacional	103
Indicador de especies bioprospectadas (ensayadas)	106
Indicador de organismos marinos con estructura química determinada/elucidada	108

CAPÍTULO IV. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES DE RESPUESTA

Indicador de avances en implementación de instrumentos de planificación para zonas marinas y costeras	125
Indicador de fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero (número de personas capacitadas)	129
Indicador de proporción (%) de áreas marinas protegidas con plan de manejo Vs total de áreas marinas protegidas	136
Indicador de representatividad (%) de un ecosistema natural dentro de las áreas marinas protegidas	138
Indicador de proporción de área de manglar destinada a conservación, recuperación y uso sostenible Vs área total de manglar	142
Indicador de valor de estimaciones de medidas de bienestar asociadas a servicios ecosistémicos	148

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Áreas y longitudes aproximadas de la zona marina y costera de Colombia. Los vectores fueron re proyectados de Magna Colombia Bogotá a Lambert Azimutal Colombia para estimar las áreas.	13
Tabla 2. Gobernabilidad en las regiones costeras colombianas.	16
Tabla 3. Factores que causan erosión costera en las áreas estudiadas (Modificado de INVEMAR-MADS, 2012; Universidad del Valle 2010).	30
Tabla 4. Cambios en la línea de costa por litoral.	34
Tabla 5. Tasas de erosión/acreción reportadas por localidades y departamentos entre 1998 y 2012.	36
Tabla 6. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas – ICAM (Vivas-Aguas, 2011).	41
Tabla 7. Opciones de medidas que se pueden adoptar según la valoración del indicador (ICAM) (Modificado de Marin <i>et al.</i>, 2001).	49
Tabla 8. Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y Pacífico colombiano, agrupadas por ecorregiones y departamentos.	55
Tabla 9. Actualización de cobertura de manglar en Colombia, discriminada por departamentos.	57
Tabla 10. Indicador de extensión Caso “Ciénaga Grande de Santa Marta”.	58
Tabla 11. Escala de valoración del indicador de integridad biológica.	61
Tabla 12. Área instalada, área activa y producción para el cultivo de camarón <i>P. vannamei</i> por departamento.	101
Tabla 13. Consolidado de especies cuya bioactividad ha sido evaluada y las que se han caracterizado químicamente hasta el 2011 y las publicadas en el 2012.	105
Tabla 14. Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR) existentes en municipios costeros del Caribe y Pacífico colombiano.	113
Tabla 15. Caudal histórico medio y carga anual estimada de contaminantes que aportaron los principales tributarios al litoral Caribe y Pacífico colombiano en el 2011.	116
Tabla 16. Listado de áreas marinas protegidas del SAMP.	135



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fronteras nacionales e internacionales de la zona marino – costera del territorio colombiano (modificado de IGAC, 2002).	14
Figura 2. Localización de las Unidades Ambientales Oceánicas y Costeras (INVEMAR, 2000).	21
Figura 3. Diapirismo de lodo afectando una secuencia sedimentaria clinoforme al N del bajo Barbacoas. Nótese el combamiento de las capas en los bordes del diapiro de lodo y la presencia de fallas en la parte alta del mismo (Idárraga <i>et al.</i>, 2012).	25
Figura 4. Mapa geomorfológico de la zona costera al sur de Buenaventura donde se aprecia el predominio de los pantanos intermareales vegetados que se extienden entre las islas barrera y las colinas hacia el continente (Henaó <i>et al.</i>, 2012).	26
Figura 5. Rosa de corrientes en a) frente a la barra de Salamanca, departamento del Magdalena durante el mes de octubre; b y c) bahía Gayraca durante noviembre de 2012 en los lados expuesto y protegido. Por convención, las direcciones indican “hacia dónde va el agua” (Bastidas <i>et al.</i>, 2012).	28
Figura 6. Evaluación de la información producida en los temas relacionados con la erosión costera por diferentes instituciones en el país, en donde se muestra un crecimiento importante en la década del 2000 y muy alto para los tres años que van transcurridos de la década del 2010.	32
Figura 7. Cambios en la línea de costa por departamento y porción insular.	34
Figura 8. Tasa máxima de erosión/acreción por localidad y departamento.	38
Figura 9. Calidad del agua marino-costera evaluada con el índice para preservación de flora y fauna (ICAM_{PF}), en las zonas costeras del Caribe y Pacífico colombiano en época seca (a) y de lluvias (b) de 2011.	42
Figura 10. Estado del agua marino-costera evaluada con el índice de calidad para preservación de flora y fauna (ICAM_{PF}) en sitios con tendencia al deterioro durante la época seca (a y b) y lluvia (c y d) de 2011.	46
Figura 11. Ubicación espacial de los manglares en el Caribe continental e insular colombiano.	53
Figura 12. Ubicación espacial de los manglares en el litoral Pacífico colombiano.	54
Figura 13. Serie histórica del Indicador de Integridad Biológica de manglares (IBIm) en cinco estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).	62
Figura 14. Captura industrial y artesanal desembarcada para el Caribe y Pacífico colombiano.	67
Figura 15. Composición interanual de la captura artesanal desembarcada por especies para el Caribe (A) y Pacífico colombiano (B).	68
Figura 16. Composición interanual de la captura industrial desembarcada por especies para el Caribe (A) y Pacífico colombiano (B).	68
Figura 17. Captura desembarcada total y por grupos de especies en la CGSM. * 8 meses.	71
Figura 18. Composición interanual de la captura desembarcada por especies en la CGSM. * 8 meses.	72
Figura 19. Abundancia relativa de peces (A) e invertebrados (B) por arte de pesca en la CGSM.	74
Figura 20. 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). *8 meses.	77
Figura 21. Composición porcentual de las capturas por arte de pesca para 2012, discriminando las capturas objetivo, incidental y descartes en la CGSM.	78
Figura 22. Fracción desovante y juvenil de los principales recursos pesqueros en la CGSM durante 2012.	81

Figura 23. 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 SMLMV para cada año (en el 2012: SMLMV = \$ 566.700).	83
Figura 24. 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).	84
Figura 25. Variación interanual de la captura objetivo en la pesquería de camarón del Caribe colombiano y su relación con la cuota global de pesca anual (punto de referencia).	85
Figura 26. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) estimada en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y Caribe (B) colombiano.	87
Figura 27. 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).	90
Figura 28. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de <i>F. notialis</i> , 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).	90
Figura 29. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y del Caribe colombianos (B).	92
Figura 30. 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 2012, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).	95
Figura 31. Estructura de tallas para las hembras de la principal especie objetivo en la pesquería del Caribe colombiano durante 2012, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).	95
Figura 32. Variación interanual de la renta promedio por faena (\pm DE) en las pesquerías de CAS (A) y CAP (B) en el Pacífico colombiano. CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).	97
Figura 33. Variación interanual de la renta promedio por faena (\pm DE) en las pesquerías de CAS del Caribe colombiano, con puerto de desembarco Cartagena (A) y Tolué (B). CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).	98
Figura 34. Producción anual de cultivo del camarón <i>P. vannamei</i> en Colombia (hasta junio de 2012).	103
Figura 35. Producción anual de cultivo de cobia <i>Rachycentron canadum</i> en Colombia (hasta octubre de 2012).	104
Figura 36. Especies de organismos marinos por grupos ensayados para evaluar su bioactividad.	106
Figura 37. Especies de organismos marinos cuyos extractos han sido caracterizados químicamente.	108
Figura 38. Principales fuentes terrestres de contaminación a las aguas marinas y costeras de Colombia (IGAC, 2002; Supertransporte, 2008; DANE, 2011).	111
Figura 39. Caudal calculado de producción y vertido de aguas residuales domésticas y cobertura de alcantarillado de los municipios costeros de Colombia.	112
Figura 40. Esquema de las acciones desarrolladas para la planificación ambiental y la gestión integrada de los ambientes marinos y costeros en Colombia.	121
Figura 41. Metodología COLMIZC (Tomado de Rojas <i>et al.</i> , 2010).	122
Figura 42. Nivel de implementación alcanzado en cada una de las UAC's.	126
Figura 43. Localización de UACs con su representación de nivel de avance alcanzado.	127
Figura 44. Número de personas capacitadas por año en los diferentes eventos de capacitación realizados.	130
Figura 45. Número de personas capacitadas en MIZC y AMP por departamento.	131





Figura 46. Número de áreas marinas protegidas con/sin plan de manejo.	137
Figura 47. Representatividad de los ecosistemas dentro de las áreas marinas protegidas.	139
Figura 48. Áreas de manglar a nivel nacional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación zonas de preservación y zonas de uso Sostenible.	144
Figura 49. Áreas de manglar a nivel regional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación zonas de preservación y zonas de uso Sostenible.	144
Figura 50. DAP (persona/día) por servicios ecosistémicos.	149
Figura 51. Infograma sobre la vulnerabilidad de la zona costera en Colombia (IDEAM, 2010).	154

Capítulo I

LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA



invemar

COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Vista aérea del sector norte de la isla de San Andrés, 2012.

MARCO GEOGRÁFICO

Colombia es un país con 1'137.814 km² de área continental, cuenta aproximadamente con 3.531 km 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 re proyectados de Magna Colombia Bogotá a Lambert Azimutal Colombia para estimar las áreas¹.

		REGIÓN		TOTAL
		Caribe	Pacífico	
Línea de costa (km)	Continental	1.785	1.545	3531
	Insular del margen continental	86	50	
	Insular Oceánico	60	4	
	Subtotal	1.932	1.599	
Área emergida de la zona costera (km²)	Continental	7.594	8.435	16.128
	Insular del margen continental	30	20	
	Insular Oceánico	49	1	
	Subtotal	7.673	8.456	
Extensión de aguas jurisdiccionales (km²)	Extensión de aguas costeras	30.219	21.205	892.102
	Extensión de aguas oceánicas	501.935	338.744	
	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, Carsucre y CVS, 2002; Ingeominas, 1998; Steer *et al.*, 1997, Correa y Restrepo, 2002; Posada *et al.*, 2008). Los archipiélagos de las islas del Rosario y de San Bernardo, ambos originados por diapirismo de lodo, colonizados por formaciones arrecifales (Verette, 1985; Ingeominas, 1998), pertenecen al Caribe insular continental y se localizan en la plataforma continental frente a los departamentos de Bolívar y Sucre.

¹ 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 Pacífico 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 Pacífico incluye isla Malpelo. *****continental Caribe borde litoral externo, sin contar límites internos de lagunas costeras. *****continental Pacífico borde litoral externo, sin contar límites internos de los esteros e incluyendo San Andrés de Tumaco.

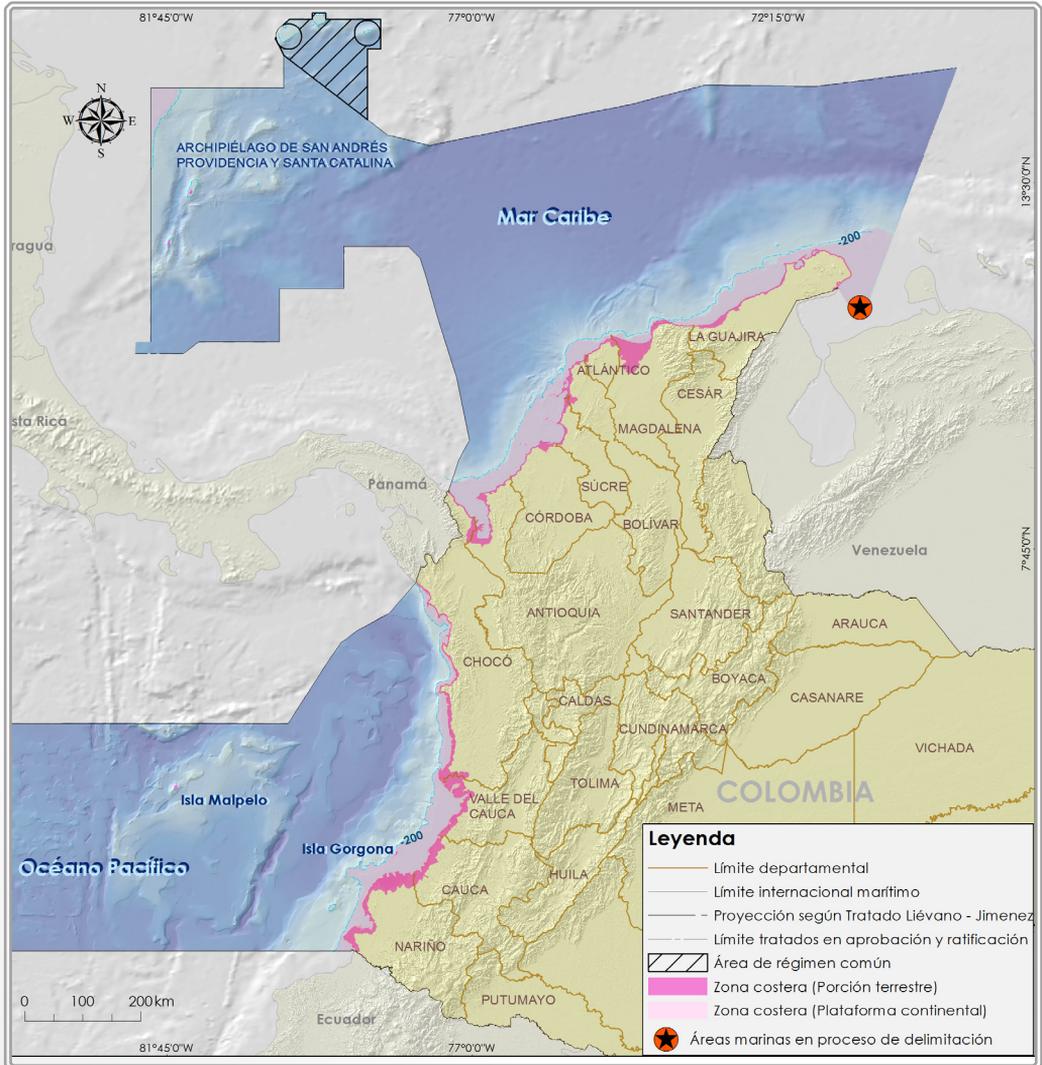


Figura 1. Fronteras nacionales e internacionales de la zona marino – costera del territorio colombiano (modificado de IGAC, 2002).





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.*, 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 Arditá 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 y Posada *et al.*, 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		
	Magdalena	Santa Marta	DADMA	Santa Marta
		Ciénaga	CORPAMAG	
		Zona Bananera		
		Puebloviejo		
		El Retén		
		Pivijay		
		SitioNuevo		
		Remolino		
		Salamina		
	Atlántico	Barranquilla	DAMAB	Barranquilla
		Puerto Colombia	CRA	
		Tubará		
		Juan de Acosta		
		Piojó		
Luruaco				
Bolívar	Cartagena de Indias	EPA	Cartagena	
	Santa Catalina	CARDIQUE		
	Santa Rosa			
	Turbaco			
	Turbaná			
	Arjona			





	Departamentos	Municipios Costeros	Autoridades ambientales	Capitanías de puerto	
Costa Caribe	Sucre	San Onofre	CARSUCRE	Coveñas	
		Tolú			
		Coveñas			
		Palmito			
	Córdoba	San Antero	CVS		
		San Bernardo del Viento			
		Lorica			
		Moñitos			
		Puerto Escondido			
		Los Córdoba			
	Antioquia	Arboletes	CORPOURABÁ		Turbo
		San Juan de Urabá			
		Necoclí			
Turbo					
Choco	Unguía	CODECHOCÓ			
	Acandí				
	Juradó				
	Bojayá				
	Bahía Solano				
	Nuquí				
	Bajo Baudó				
Costa del Pacífico	Valle del Cauca	Buenaventura	CVC		
	Cauca	López de Micay	CRC	Guapi	
		Timbiquí			
		Guapi			
	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.

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



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 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.



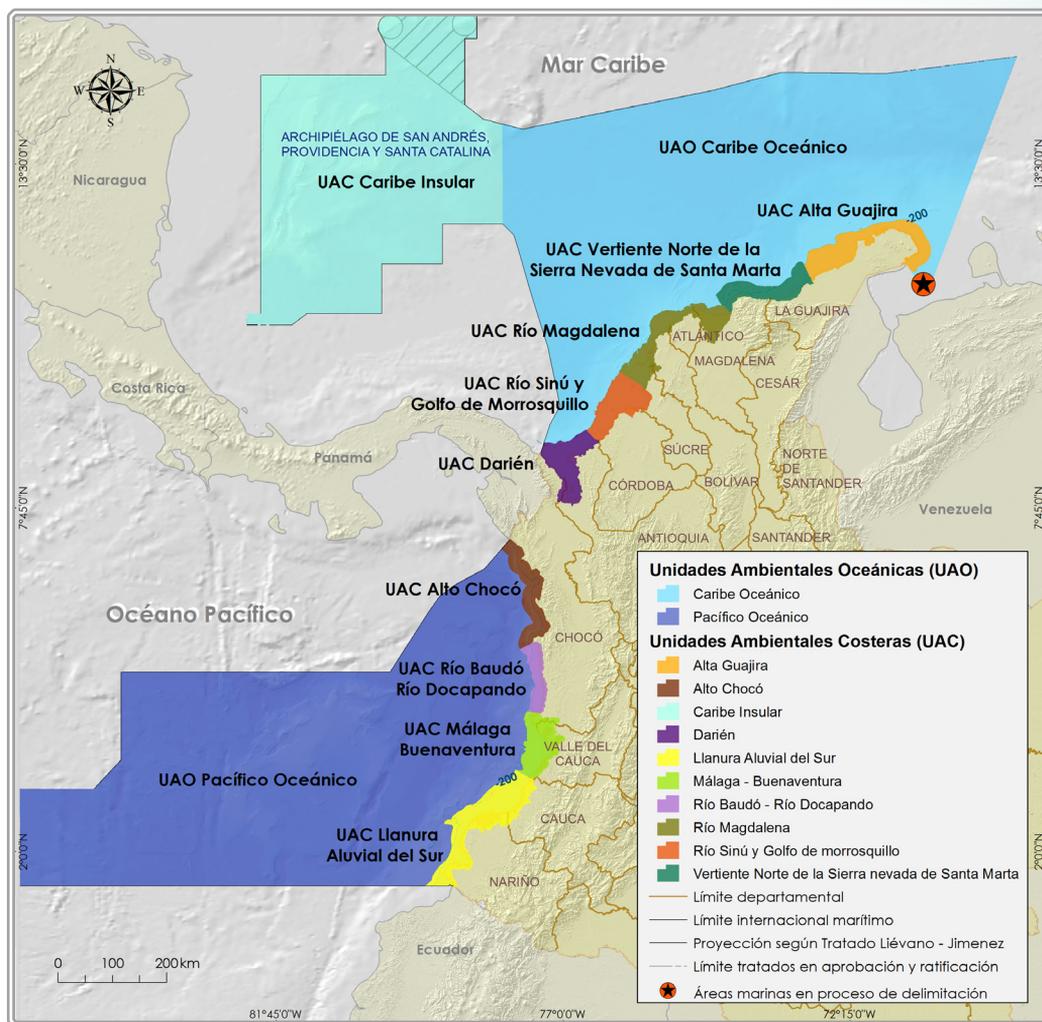
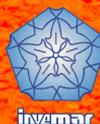


Figura 2. Localización de las Unidades Ambientales Oceánicas y Costeras (INVEMAR, 2000).



Capítulo II

ESTADO DEL AMBIENTE Y LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS



invemar

COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Manglar en bahía Honda, 2012.

EL AMBIENTE ABIÓTICO

Las costas del Caribe y del Pacífico colombianas han estado sufriendo al menos en los últimos 30 años procesos de erosión que cada vez impactan más zonas y llevan a algunas de ellas hasta el punto de considerarse críticas. Aunque no ha habido monitoreo que permita seguir cómo ha sido esa evolución a lo largo del tiempo, algunos estudios puntuales llevados a cabo por diferentes instituciones en el país, entre ellas el INVEMAR, han permitido conocer el retroceso de la línea de costa y los efectos del mismo sobre los ecosistemas costeros y la infraestructura urbana y de servicios localizada a lo largo de los litorales.

Para entender los procesos costeros desde el contexto geológico en el año 2012 el INVEMAR profundizó en los estudios con sismica somera en la cuenca marina que rodea los archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo. Se pudo determinar que allí se presenta gran actividad diapírica, con diapiros de diversos tamaños que intruyen las capas sedimentarias que conforman las clinoformas deltaicas provenientes del lado oriental, formando pliegues y fallas locales. Por otro lado, en algunos sectores, el material que intruye ha alcanzado la superficie del fondo marino formando domos diapíricos que se elevan hasta 30 m sobre la misma. En muchos casos, estos domos diapíricos fueron ampliamente colonizados por organismos constructores de arrecifes, formando así los complejos arrecifales de montículos, pináculos y crestas, que en últimas dieron origen a las islas que conforman estos archipiélagos (Idárraga *et al.*, 2012) (Figura 3).

Los depósitos deltaicos que progradan desde el continente entre la bahía de Barbacoas y un poco al norte de punta San Bernardo se describieron en cuanto a su estructura interna. Se diferenciaron cuatro clinoformas deltaicas que suman un espesor máximo observado de 30 m, separadas por superficies de discontinuidad marcadas por contactos tipo “toplap” y “downlap”; la estructura interna de estas cuñas varía entre oblicua tangencial y caótica-semitransparente, indicativas de ambientes de sedimentación de alta energía. Esta secuencia sedimentaria se asocia con un paleo-delta del río Magdalena que operó durante el Pleistoceno y se depositó sobre un basamento compuesto por estructuras arrecifales antiguas (Idárraga *et al.*, 2012).

En los aspectos geomorfológicos durante el año 2012 hubo avances importantes en los estudios de detalle de la zona costera de La Guajira (Idárraga y Gámez, 2012), el departamento del Atlántico y el golfo de Morrosquillo para el Caribe colombiano (INVEMAR-MADS, 2012), en tanto que en el Pacífico se avanzó en el reconocimiento geomorfológico y de procesos de bahía Málaga y sus alrededores (Universidad del Valle–INVEMAR, 2012), así como de la bocana y sur de Buenaventura y la costa sur de Tumaco (Henao *et al.*, 2012, Martínez *et al.*, 2012, INVEMAR–MADS, 2012). Los cambios detectados en los procesos erosivos se especifican en el tema de erosión.

La costa de la alta Guajira es esencialmente una costa baja, compuesta por cordones litorales y dunas y algunas intercalaciones de plataformas de abrasión levantadas y colinas, que conforman acantilados de altura variable, mientras que al sur de Camarones, se hacen frecuentes las costas



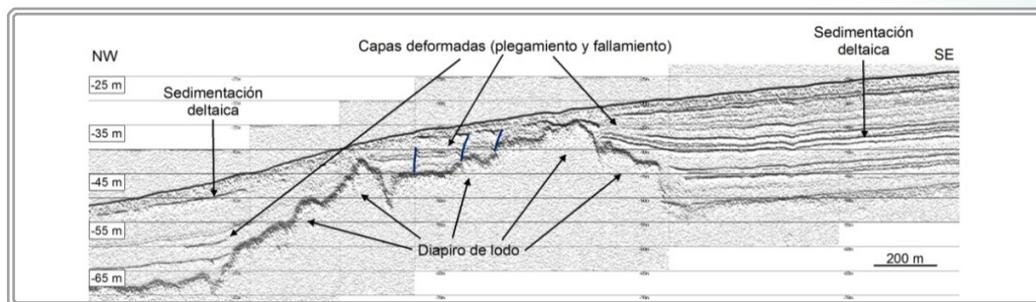


Figura 3. Diapirismo de lodo afectando una secuencia sedimentaria clinoforme al N del bajo Barbacoas. Nótese el combamiento de las capas en los bordes del diapiro de lodo y la presencia de fallas en la parte alta del mismo (Idárraga *et al.*, 2012).

altas donde afloran las rocas del Terciario y se intercalan con llanuras costeras y lagunas (Idárraga y Gámez, 2012). La zona costera del Atlántico, por su parte está conformada una alternancia de costas altas y costas bajas, con playas de bolsillo entre acantilados de areniscas, y algunas barras de sedimentación, que en ocasiones encierran lagunas costeras y bahías. Estas geoformas componen los 48,8 km de línea de costa, con una dirección predominante de N 58°E, de los cuales, 36,9 km corresponden a zonas bajas que predominan al norte y 11,8 km en acantilados, con mayor presencia hacia el sur. En el golfo de Morrosquillo predominan las costas bajas, con playas, pantanos intermareales con manglar y algunas lagunas costeras. Muy puntualmente se levantan acantilados que corresponden a terrazas marinas o fluvio-marinas y que conforman puntas que sobresalen en la línea de acosta (INVEMAR–MADS, 2012).

En la costa del Pacífico las comunidades de Ladrilleros y Juanchaco se localizan parcialmente sobre una superficie de abrasión levantada, que se extiende hasta inmediaciones de la base naval, en tanto que La Barra corresponde a un cordón litoral que limita hacia el mar un pantano intermareal con manglar, similar a los que predominan al interior de bahía Málaga (Universidad del Valle – INVEMAR, 2012). Por su parte, la bocana de Buenaventura y la costa al sur de la misma se caracterizan por ser costas bajas, en donde predominan los pantanos intermareales, antecedidos por remanentes de islas barrera, ahora altamente erosionadas y en las cuales se asientan pequeñas comunidades que deben estar reubicándose a medida que cambia la configuración de la costa (Henao *et al.*, 2012). Algo similar ocurre al sur de Tumaco en donde prácticamente no hay playas supra mareales y los manglares ocupan ahora los frentes de playa debido al proceso de traslape de ambientes que ha dejado el avance del nivel del mar hacia el continente (INVEMAR–MADS, 2012) (Figura 4).

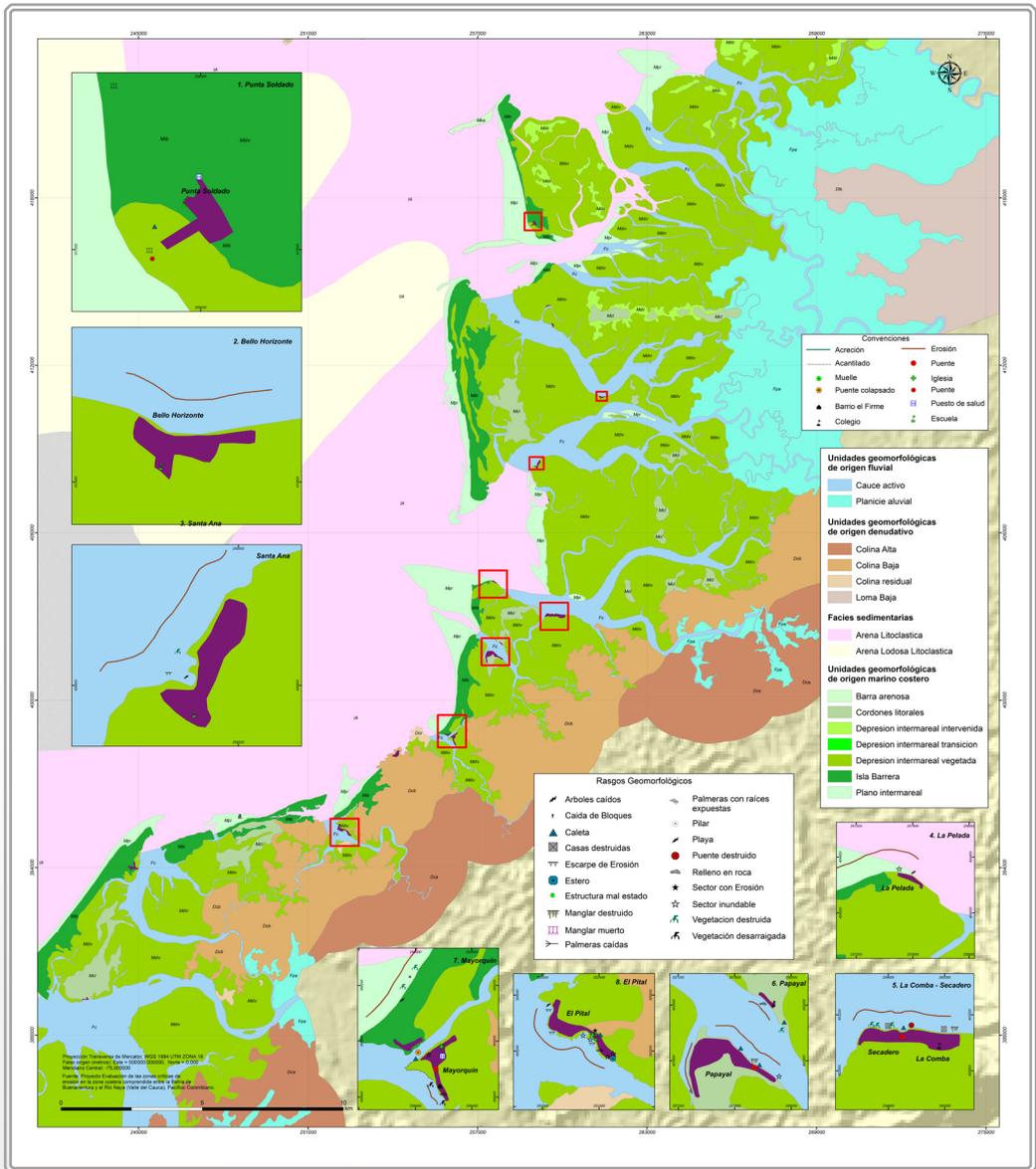


Figura 4. Mapa geomorfológico de la zona costera al sur de Buenaventura donde se aprecia el predominio de los pantanos intermareales vegetados que se extienden entre las islas barrera y las colinas hacia el continente (Henao *et al.*, 2012).



▼ Oceanografía

Estudios llevados a cabo en el 2012 en el Caribe colombiano permitieron entender con mayor detalle las corrientes costeras en bahía Gayraca del parque Tayrona y el golfo de Salamanca frente al km 19 en la costa del Magdalena (Bastidas *et al.*, 2012; Morales *et al.*, 2012); en el archipiélago Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo (Idárraga *et al.*, 2012) en donde además se hicieron mediciones de temperatura, salinidad y sólidos suspendidos; en la bahía de Cispatá, al este de la desembocadura del río Sinú (Bastidas *et al.*, 2012) y las Playas del Viento al oeste del mismo (INVEVAR-MADS, 2012), y alrededor de la isla de Providencia (INVEVAR-MADS, 2012). Adicionalmente se llevaron a cabo estudios oceanográficos e hidrodinámicos de detalle en el golfo de Morrosquillo y frente a las costas del departamento del Atlántico (INVEVAR-MADS, 2012).

La circulación a 10 m de profundidad al interior de la bahía de Gayraca en el 2012, en los meses de febrero y julio, estuvo inmersa dentro del patrón esperado para el primer semestre del año con dirección E-W, ingresando el flujo por el lado protegido y saliendo por el expuesto; en el mes de agosto la circulación tuvo sentido W-E, ingresando el agua por el lado expuesto y saliendo por el protegido, lo cual puso de manifiesto la contracorriente de Panamá-Colombia. Septiembre se catalogó como un mes de transición entre el debilitamiento de la contracorriente evidenciada en agosto y la reaparición de la corriente Caribe registrada en noviembre, con un comportamiento similar al de febrero (Bastidas *et al.*, 2012). En el mar, 3,4 km frente a la isla de Salamanca, las corrientes medidas a finales del mes de octubre tienen dirección SE, impulsadas por el predominio del viento proveniente del W (Morales *et al.*, 2012), lo cual concuerda con las observaciones en la bahía Gayraca (Figura 5). Entre tanto, las corrientes medidas en los archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo mostraron para el mes de mayo de 2012 patrones de circulación predominantemente N al parecer inmersos dentro de la rama costera de la contracorriente Panamá-Colombia e impulsadas por los vientos provenientes del S. En Octubre el patrón de circulación también resultó ser predominantemente N, pero según las observaciones sobre el estado del mar y el oleaje las condiciones fueron más adversas, viéndose reflejado en las mayores corrientes registradas en este mes (Idárraga *et al.*, 2012).

Las corrientes medidas en dos puntos en las inmediaciones del río Sinú a finales de octubre y principios de noviembre de 2012, no obedecieron al patrón esperado para el Caribe colombiano; frente a una de las bocas del delta del río Sinú y a 4 m de profundidad, las corrientes tuvieron dirección predominante W ($274^{\circ} \pm 6^{\circ}$); mientras que en Cispatá hubo cambio en la dirección con respecto al aumento de la marea y pasaron de ser principalmente SW al inicio de la mañana a NW al llegar el medio día, evidenciando el intercambio con la bahía adyacente. Una situación similar ocurrió con la magnitud, lo que llevó a pensar en una mayor dinámica en la bahía de Cispatá con respecto al delta del Sinú (Bastidas *et al.*, 2012). Al W del río Sinú, en las Playas del Viento, las mediciones realizadas mostraron gran variabilidad entre la superficie y 4 m de profundidad, con direcciones principales al NE y SE, y no pocas en dirección NW; la magnitud siempre fue baja, con valores por debajo de 500 mm/s.

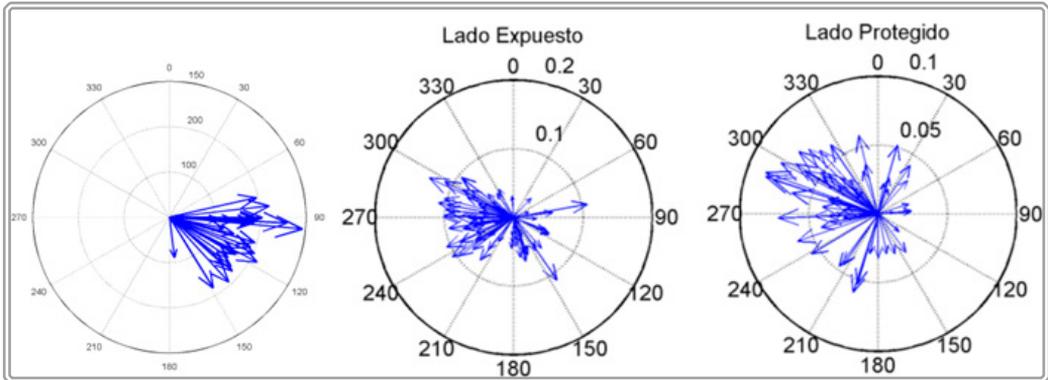


Figura 5. Rosa de corrientes en a) frente a la barra de Salamanca, departamento del Magdalena durante el mes de octubre; b y c) bahía Gayraca durante noviembre de 2012 en los lados expuesto y protegido. Por convención, las direcciones indican “hacia dónde va el agua” (Bastidas *et al.*, 2012).

En el Pacífico colombiano se llevaron a cabo estudios hidrodinámicos en inmediaciones de la bocana de Buenaventura, bahía Málaga y al sur de la bahía de Tumaco (INVEMAR-MADS, 2012); en punta Soldado se midieron puntualmente corrientes que permitieran una mejor interpretación de los procesos erosivos asociados a esta isla barrera en donde los estudios se complementaron con monitoreo de perfiles de playa durante cada mes a lo largo del año (Martínez *et al.*, 2012). Para la bocana de Buenaventura los estudios encontraron que los trenes de oleaje habituales se amplifican en su interacción con el fondo en la fase hacia la bajamar, produciendo un oleaje más alto que llega a las playas de la Bocana y en la punta de la barra de arena que flanquea la parte norte de playa Soldado, concentra el oleaje y lo redirige de frente hacia dichas playas (INVEMAR-MADS, 2012). Para la costa sur de Tumaco, la morfodinámica reciente del delta del Mira se caracteriza por “swells” con dirección predominante del SW, moderados niveles de energía de oleaje y corrientes asociadas; el clima de olas está dominado por trenes de olas provenientes del suroeste (SW) (47.2%) y el sur-suroeste (SSW) (28.8%), caracterizados por alturas significativas de 1 m en promedio, y periodos cercanos a los 13 s (INVEMAR-MADS, 2012).

A partir de los datos disponibles en todas estas investigaciones se pretende avanzar en el conocimiento de los procesos costeros que causan erosión de manera que sea posible encontrar los mecanismos adecuados para su prevención, mitigación y control.



▼ Hidrografía

Para la modelación de la dinámica litoral, indispensable para entender los procesos de erosión, es necesario el estudio hidrodinámico y batimétrico, teniendo en cuenta esto se ha estado avanzando en el levantamiento hidrográfico de los fondos de la plataforma a escalas detalladas y semidetalladas. En el año 2004 se comenzó con la plataforma somera en frente de las poblaciones del departamento de Córdoba: Puerto Rey, Los Córdobas, Puerto Escondido, La Rada, Paso Nuevo. Un ejercicio similar se logró en 2005 en la plataforma frente a las poblaciones guajiras de Puerto López, Manaure, Riohacha, Dibulla y Palomino. En el año 2009 se realizó una modelación hidrodinámica para el diseño de obras de protección costera en los sectores de Costa Verde, Isla del Rosario y km 19-20 de la vía Ciénaga-Barranquilla, del departamento del Magdalena; con tal fin se hizo un levantamiento batimétrico detallado hasta 10 m de profundidad en la plataforma. En la Ciénaga Grande de Santa Marta se hizo un levantamiento batimétrico semidetallado (2009), que permitió compararlo con otros dos de años previos, para seguir la evolución de los fondos. En el golfo de Urabá también se requirió de un levantamiento hidrográfico para la modelación hidrodinámica necesaria en el diseño de obras de protección costera para el municipio de Turbo y los corregimientos de Punta de Piedra y Zapata. Recientemente (2012), con el propósito de avanzar en los estudios sobre las causas de la erosión costera, se hicieron los levantamientos hidrográficos en el golfo de Morrosquillo; Tumaco, entre el delta del río Mira y Bocagrande; la bocana de la bahía de Buenaventura (Bazán, piangüita, Punta Soldado); la bocana de la bahía de Málaga (Juanchaco, Ladrilleros, La Barra); la isla de Providencia; la costa del departamento del Atlántico entre Puerto Colombia y Galerazamba y la costa del departamento de Córdoba entre Moñitos y San Bernardo del Viento.

▼ Erosión

La erosión costera la define Marchand (Ed., 2010) como el desgaste del material de una sección de la costa debido al desequilibrio en el suministro y salida del material desde la misma. Se presenta socavación en el pie de acantilados, dunas o en la zona intermareal. Se presenta principalmente cuando hay vientos fuertes, olas y mareas altas o en oleajes de tormenta, lo cual ocasiona retroceso de la línea de costa y pérdida de terreno. La erosión costera debe ser medida en un lapso de tiempo suficientemente largo que permita descartar efectos temporales o cíclicos debidos básicamente al clima. Los países europeos adoptan un kilómetro de longitud de línea de costa y un espacio de tiempo de diez años como representativos para determinar si hubo o no erosión costera en un sector determinado (European Commission, 2004).

Factores que causan erosión costera

Los estudios recientes, reseñados en los capítulos anteriores para varios lugares en el país, han permitido detallar acerca de los factores que más han incidido para que los procesos de erosión costera se hayan incrementado o acelerado en los sectores estudiados. Se citan a continuación los resultados más relevantes obtenidos, de manera que ilustren acerca de esta temática (Tabla 3).

Tabla 3. Factores que causan erosión costera en las áreas estudiadas (modificado de INVEMAR-MADS, 2012; Universidad del Valle 2010).

Área de estudio	Causas de erosión
ATLÁNTICO	Construcción del Tajamar occidental del río Magdalena - afectación del balance sedimentario por construcción de obras costeras.
CÓRDOBA	Construcción de la represa de Urrá que afecta el suministro de sedimentos (tamaño de grano) que llegaban al delta del río Sinú.
	Extracción de arenas de las playas y de los afloramientos rocosos que constituyen las puntas.
	Amoblamiento urbano y de servicios en zonas intermareales y playas.
	Deforestación principalmente manglares y extracción de pastos marinos.
	Construcción indiscriminada y sin criterios técnicos de estructuras de protección costera.
	Construcción de vías aledañas a la línea de costa o bordes de acantilados.
	Subsidencia tectónica - diapirismo de lodos.
GOLFO DE MORROSQUILLO	Destrucción o deterioro de arrecifes.
	Construcción de la represa de Urrá que afecta el suministro de sedimentos tamaño arena que llegaban al delta del río Sinú.
	Variación (alteración) del balance sedimentario por cambio de la configuración del delta de Tinajones.
	Extracción de arenas de playas.
	Amoblamiento urbano y de servicios en zonas intermareales y playas.
	Deforestación principalmente en manglares y extracción de pastos marinos.
BOCANA DE BAHÍA MÁLAGA	Construcción indiscriminada y sin criterios técnicos de estructuras de protección costera.
	Procesos oceanográficos como flujo y reflujo de marea con altas velocidades en los canales Norte y Sur, favorecidas por la configuración del fondo, rotura del oleaje en voluta sobre las playas de Juanchaco y Ladrilleros, corrientes de reflujo muy próximas al costado oeste de la bahía, falta de aportes de sedimentos arenosos.
	Aspectos climáticos como precipitación con un promedio de 300 días al año con lluvias lo que favorece la alta escorrentía.
	Fragilidad de las rocas que conforman los acantilados y bioerosión en la base de los mismos.
	Extracción de arenas de las playas para construcciones varias.
TUMACO	Sobrecarga de playas por aumento en la actividad turística, transporte de tractores, motocicletas sobre la playa.
	Procesos oceanográficos como corrientes fuertes que provienen del SW y son responsables del desplazamiento hacia el NE de los sedimentos que conforman los depósitos arenosos.
	Aspectos climáticos.
	Manejo de aguas de escorrentía.
BUENAVENTURA	Tsunamis.
	Mantenimiento para profundización del canal de acceso al puerto.
	Incremento en la altura del oleaje por la velocidad de los barcos en la entrada al puerto.
	Procesos oceanográficos.
	Aspectos climáticos.





PROVIDENCIA	Escorrentía en zonas de acantilados.
	Destrucción de la barrera coralina.
	Aspectos climáticos y oceanográficos como aumento en las magnitudes-recurrencia de eventos extremos de oleaje, aumento del nivel del mar.
	Actividades antrópicas como extracción de arenas, tala del mangle, construcción de estructuras de protección sin estudios previos, ocupación de zonas de playa para el turismo, dragados para puertos.

Diagnóstico de la erosión costera en el Caribe y el Pacífico Colombianos

La erosión en la zona costera del Caribe colombiano parece haberse acelerado a partir de los años 70-80, con el crecimiento de las ciudades costeras así como de aquellas situadas al interior del país como Medellín, Bogotá, Cali y Bucaramanga, que produjeron grandes impactos en la cuenca del río Magdalena en cuanto a caudal y la descarga de sedimentos, con repercusiones importantes en la zona costera (Restrepo Ed., 2005).

Las investigaciones realizadas sobre esta problemática en el país por varias instituciones académicas, centros o grupos de investigación presentan una caracterización geológica, oceanográfica, meteorológica y biológica de toda las franjas costeras, pero los estudios detallados de los cambios en la línea de costa y de sus procesos erosivos, son más escasos y se limitan a las áreas que ya han sufrido las consecuencias de este fenómeno.

“Según los resultados encontrados, es evidente que la costa Caribe colombiana está siendo afectada por una alta dinámica litoral y en muchos casos, a nivel local, por un desordenado desarrollo urbano. La gran mayoría de informes realizados basan sus metodologías de trabajo en el análisis de fotografías aéreas y mediciones puntuales en campo. La información derivada de monitoreo es casi nula, y en general, su implementación se está empezando a desarrollar de forma reciente a lo largo de la costa. Hoy en día, algunas mejoras se han llevado a cabo en este sentido gracias al desarrollo de nuevos estudios ambientales, colaboraciones con entidades de investigación y la formulación de directrices generales para contrarrestar la erosión costera a nivel regional y nacional. En un futuro, la información que se está adquiriendo en la actualidad con la tecnología “LIDAR” podría ser un insumo fundamental para el seguimiento de la erosión. Esto demandará un marco institucional armónico, a ser desarrollado, para apoyar la adquisición y análisis de datos” (INVEVAR-MADS, 2012).

La Figura 6 muestra la cantidad de evaluaciones realizadas por diferentes instituciones en el país, agrupadas por décadas, en las temáticas relacionadas con la erosión costera, en los aspectos geológicos, geomorfológicos, de dinámica marina y costera, oceanográficos y climáticos incluidos el ascenso del nivel del mar y el fenómeno de El Niño, de evaluaciones de impactos relacionados con los usos del suelo, diseños de obras de ingeniería de protección y monitoreo de cambios en las condiciones ambientales de las costas.

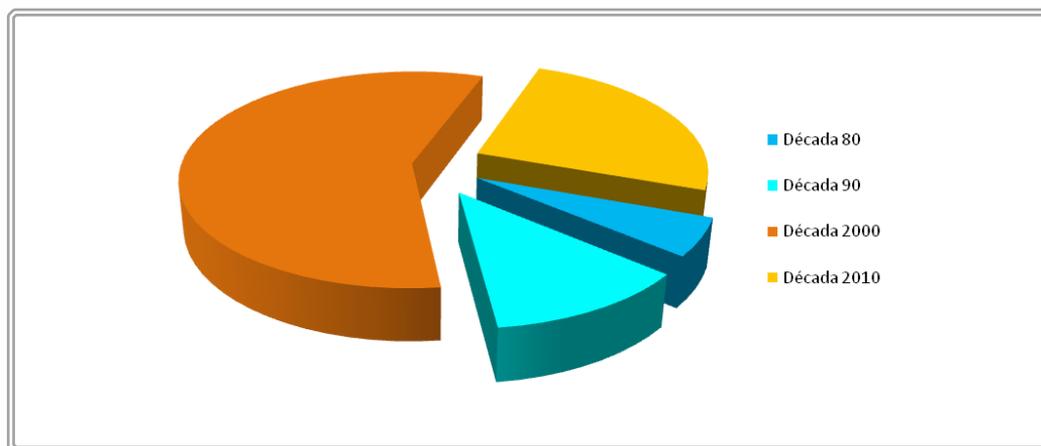


Figura 6. Evaluación de la información producida en los temas relacionados con la erosión costera por diferentes instituciones en el país, en donde se muestra un crecimiento importante en la década del 2000 y muy alto para los tres años que van transcurridos de la década del 2010.

A continuación se presentan los indicadores de áreas críticas por erosión costera y por departamentos actualizados a 2012 para la mayoría de ellos y la variación de la posición de la línea de costa actualizada con los estudios recientes.



Indicador de áreas críticas por erosión costera vs área total del departamento costero

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.

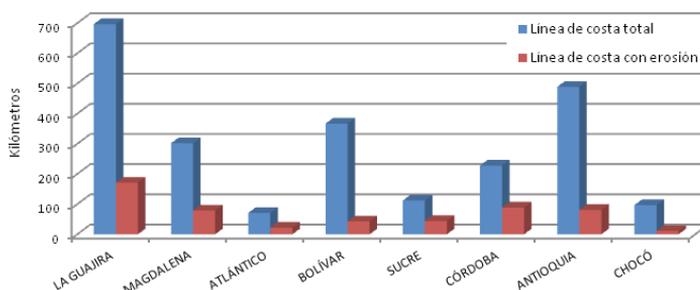
Fuente de los datos e información

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 y trabajo de campo llevado a cabo por el INVEMAR desde el año 2000 hasta 2011. Para la actualización al 2012 se tomaron las siguientes fuentes debidamente referenciadas en la bibliografía: Idárraga y Gámez, 2012; Idárraga *et al.*, 2012; Henao *et al.*, 2012; INVEMAR-MADS, 2012; INVEMAR-CarSucre; 2009.

Período reportado

- Se actualizaron a 2012 los datos para los departamentos de La Guajira, Atlántico, Bolívar, Sucre y para las islas del Rosario y San Bernardo para el Caribe colombiano. Para el Pacífico se actualizó Valle del Cauca.

Reporte o cálculo del indicador



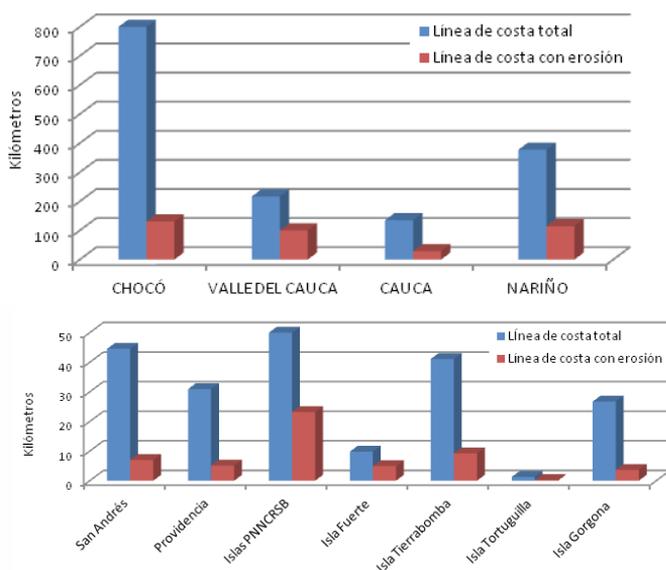


Figura 7. Cambios en la línea de costa por departamento y porción insular.

Tabla 4. Cambios en la línea de costa por litoral.

	Caribe	Pacífico	Islas
Línea de costa total (km)	2.363	1.545	213
Línea de costa con erosión (km)	540	375	53
% Erosión total	23	24	25

Interpretación de los resultados

La gráfica anterior (Figura 7) evidencia que aproximadamente una cuarta parte del litoral colombiano está sufriendo un proceso erosivo importante, con presencia de zonas críticas. Se estima un 23% para el Caribe, 24% para el Pacífico y para las zonas insulares 25% (Tabla 4).



Limitaciones del indicador

El indicador depende del diagnóstico de la erosión realizado en 2008, 2009 y 2011 para el Caribe, Pacífico y zona insular respectivamente y actualizado parcialmente a partir de estudios locales realizados hasta 2012.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Actualizar el diagnóstico de la erosión costera al menos cada 4 años, con la ayuda de imágenes de satélite y fotografías aéreas, con reconocimiento de campo de acuerdo con los resultados de la interpretación.

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 y trabajo de campo llevado a cabo por el INVEMAR desde el año 2000 hasta 2011. Para la actualización al 2012 se tomaron las siguientes fuentes debidamente referenciadas en la bibliografía: Idárraga y Gámez, 2012; Idárraga *et al.*, 2012; Henao *et al.*, 2012; INVEMAR-MADS, 2012; INVEMAR-CarSucre; 2009.

Indicador de variación de la línea de costa (m/año): Línea base de referencia

Definición e importancia del indicador

El indicador presenta los resultados del retroceso o avance de la línea de costa para sectores particulares de la costa, medido en metros por año y obtenidos de diferentes proyectos de investigación llevados a cabo por diferentes instituciones del país.

Fuente de los datos e información

Proyectos de investigación llevados a cabo por INVEMAR, CIOH, Universidad EAFIT, Universidad Nacional, Ingeominas, entre otros (Posada, 2002; Martínez, 2001; Rangel y Posada, 2005; Correa *et al.*, 2005; Restrepo, 2001; INVEMAR, 2006; Ordóñez C., 2002; Robertson K. & Chaparro J., 1998; Serrano, B., 2004; Mazorra, J., 2004; Palacio, H., & Restrepo, A., 1999; CIOH – CARDIQUE, 1998; INVEMAR, 2006, Idárraga y Gámez, 2012; Idárraga *et al.*, 2012; Henao *et al.*, 2012; INVEMAR-MADS, 2012; INVEMAR-CarSucre; 2009).

Periodo reportado

- Los resultados que aquí se presenta son de estudios publicados entre 1998 y 2012.

Reporte o cálculo del indicador

Tabla 5. Tasas de erosión/acreción reportadas por localidades y departamentos entre 1998 y 2012.

Departamento	Localidad	Periodo	Tasa de erosión m/año	Tasa de acreción m/año
Guajira	Palomino	1994-2006	2 a 7	
	Riohacha	1947-2003	1 a 6	
	Manaure	1971-2003		1 a 3
	Puerto López	2003-2010	1	1 a 21
	El Pájaro	2003-2010	1 a 6	
	Punta de los Remedios	2003-2010	1 a 5	
Magdalena	Barra de Salamanca	1938-2002	1 a 16	



Atlántico	Ciénaga Mayorquín	1986-2005	105	
	Puerto Colombia	1984-2011	22,64	
	Puerto Velero	1988-2011		115,75
	Cabo Barro Azul	1988-2011	19,59	
	Playa Mendoza	1984-2011	3,7	
	Playa Turipana	1988-2011		1,9
	Santa Verónica	1986-2005	5	
Bolívar	Playetas-Barú	1994-2011	2 a 13	
	Camaroneras-Barú	1994-2011	1 a 6	4,42 a 4,85
	Tierrabomba	1994-2011	1	
	Cartagena- El Laguito	1994-2011	1,58	
	Cartagena- Tenazas	1994-2011	0,25	
	La Boquilla	1994-2011		6,52 a 30
	Punta Canoas	1994-2011	1 a 6	
	Arroyo Piedra	1994-2011	1 a 3	
Sucre	Norte del Departamento	1986-2006	5	
	Isla Boquerón	1990-2000	1 a 2	1 a 2
	San Bernardo	1986-2006	2 a 3	
	Punta de los Muertos- Berrugas	1990-2000	2,5 a 5,1	
	Berrugas	1986-2006	4 a 5	
	Berrugas	2000-2012	1,5	
	Berrugas- Zaragocilla	1990-2012	3,18	
	Tolú	1986-2006	2	
	Boca Guacamaya-Caimanera	1938-2008	0,44 a 0,59	
	Caimanera-Coveñas	1990-2012	1,36 a 1,67	
	Coveñas- Playitas	1990-2012	1,14 a 1,68	
	Coveñas	1986-2006	4	
Córdoba	Paso Nuevo-La Ra	1938-2006	1 a 2	
	Moñitos-Broquel	1938-2006		
	La Cruz- Río Cedro	1938-2006	1	
	Mangle- Cristo Rey	1938-2006	1	
	Puerto Rey	1938-2006	6	
	Los Córdoba	1938-2006	2	
	Costa Brava	1938-2006	4	
	Puerto Escondido	1938-2006	1 a 3	

Antioquia	Arboletes	1968-1990	40	
	Tié	1989-2010	1 a 8	
	Punta de Piedra	1989-2010	1 a 2	
	Punta Yarumal	1959-2010		27
	Punta las Vacas	1959-2010	1 a 3	1 a 8

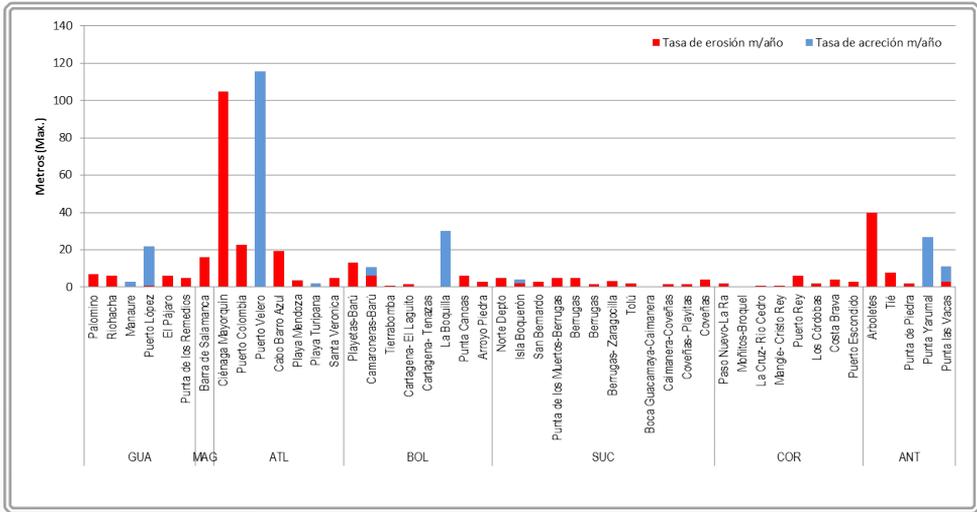


Figura 8. Tasa máxima de erosión/acreción por localidad y departamento.

Interpretación de los resultados

La Tabla 5 y Figura 8 son una muestra de la intensidad de la erosión en el Caribe colombiano. Se detecta que en muy pocos sitios se tiene erosión que pueda catalogarse como de rango bajo (< 2 m), mientras que predominan los sectores donde la erosión es media (2-4 m) y alta (> 4m). Se han detectado casos extremos de erosión en punta Arboletes, límite entre Antioquia y Córdoba y la ciénaga de Mayorquín al oeste del tajamar del río Magdalena. Los procesos de sedimentación son muy locales, asociados a deltas de los ríos.

Limitaciones del indicador

Este no es un indicador que esté implementado; para tener una idea del retroceso que está ocurriendo se recurrió a información secundaria de varios proyectos realizados por distintas entidades nacionales, debido a que no hay un monitoreo debidamente establecido.



Recomendaciones y alternativas de manejo

Implementar este indicador a partir del análisis de las variaciones de la línea de costa por imágenes de satélite de alta resolución espacial, que permita al menos el detalle de detectar las zonas con erosión alta ($> 4\text{m}$). Debe hacerse para todo el país con una periodicidad de 4 años. Debe tener control de campo e incorporar los resultados de otros proyectos que garanticen la calidad del análisis.

CALIDAD DE LAS AGUAS MARINAS-Y COSTERAS DEL CARIBE Y PACÍFICO COLOMBIANOS

En los últimos años el uso de indicadores de calidad y contaminación se presentan 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 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 las dos épocas climáticas típicas. 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 Pacífica 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 indefinible (Eslava, 1994; Tejada *et al.*, 2003).





Indicador de evaluación de la calidad del agua marino-costera para preservación de flora y fauna, ICAM_{PFF}

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 6). 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.

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum w_i}}$$

Ecuación 1

Donde:

- ICAM = es la calidad del agua en función de la concentración e importancia de cada una de las variables.
- ICAM= [(XOD)0.16 x (XpH)0.12 x (XSST)0.13 x (XDDBO)0.13 x (XCTE)0.14 x (XHAT)0.12 x (XNO3)0.09 x (XPO4)0.13]^{1/wi}
- Xi = subíndice de calidad de la variable i
- Wi = factor de importancia para cada subíndice i, según su importancia en el ICAM, ponderado entre cero y uno.

Tabla 6. Escala de valoración del índice de calidad de aguas marinas – ICAM (Vivas-Aguas, 2011).

Escala de calidad	Categorías	Descripción
Óptima	100-90	Calidad deseada del agua
Adecuada	90-70	Buenas condiciones y pocas limitaciones
Aceptable	70-50	Conserva buenas condiciones pero muchas limitaciones
Inadecuada	50-25	Presenta muchas limitaciones y desventajas
Pésima	25-0	Las desventajas superan las ventajas

Para mayor información consultar la hoja metodológica en: http://siam.INVEMAR.org.co/indicadores/ier_icam.jsp Fuente de los datos e información.

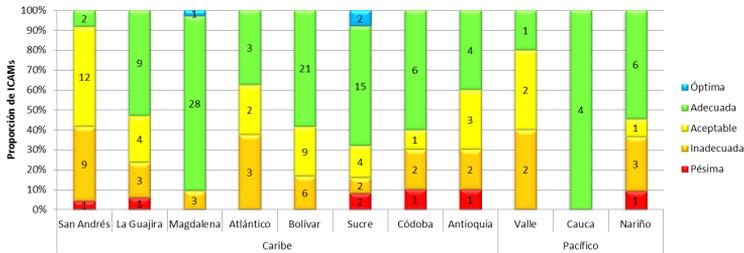
Fuente de los datos e información

Programa de Monitoreo Nacional 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.

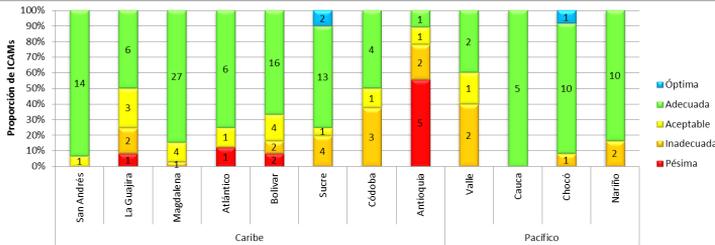
Periodo reportado

- Año 2011 en las dos épocas climáticas, seca y de lluvias.

Reporte o cálculo del indicador



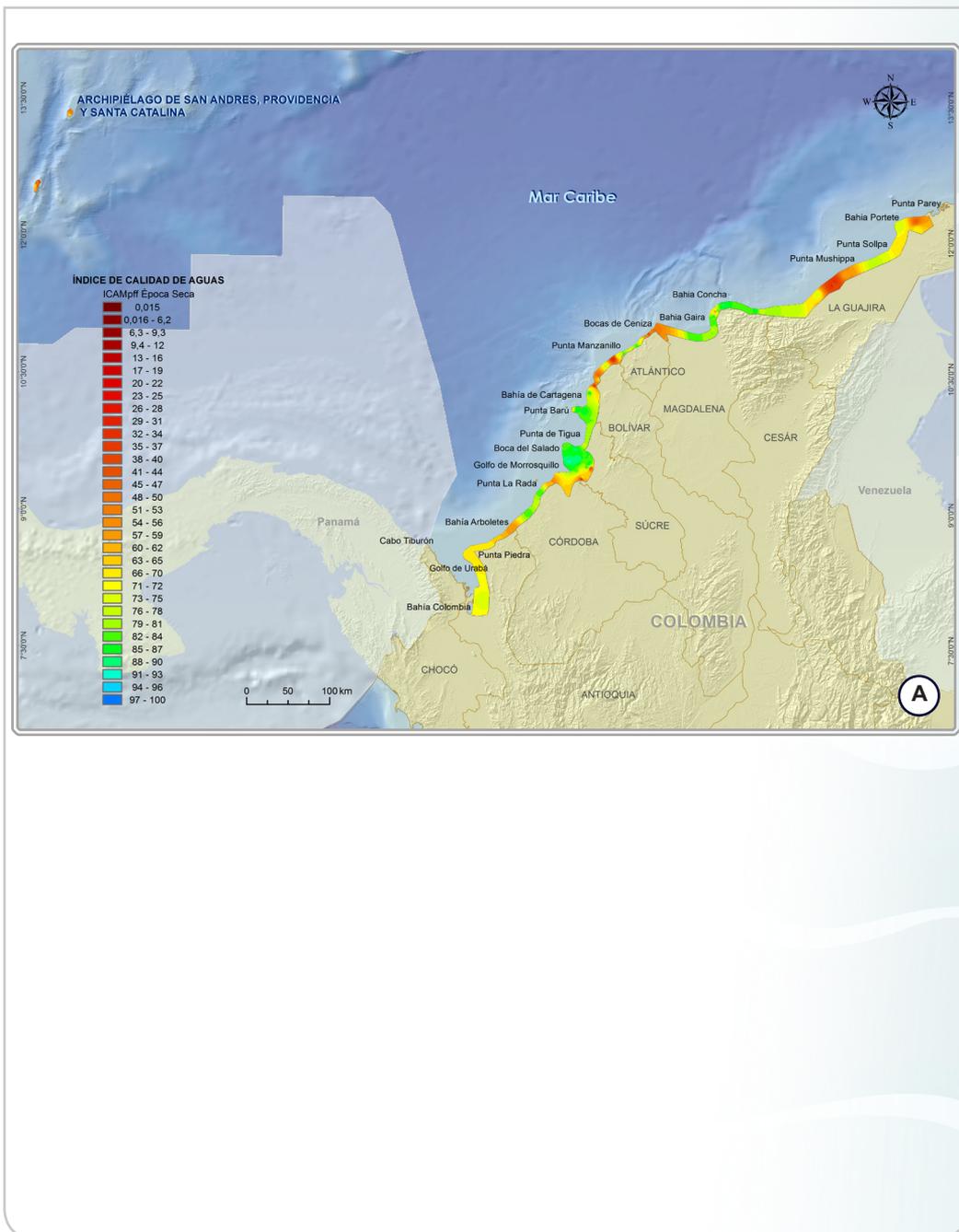
A

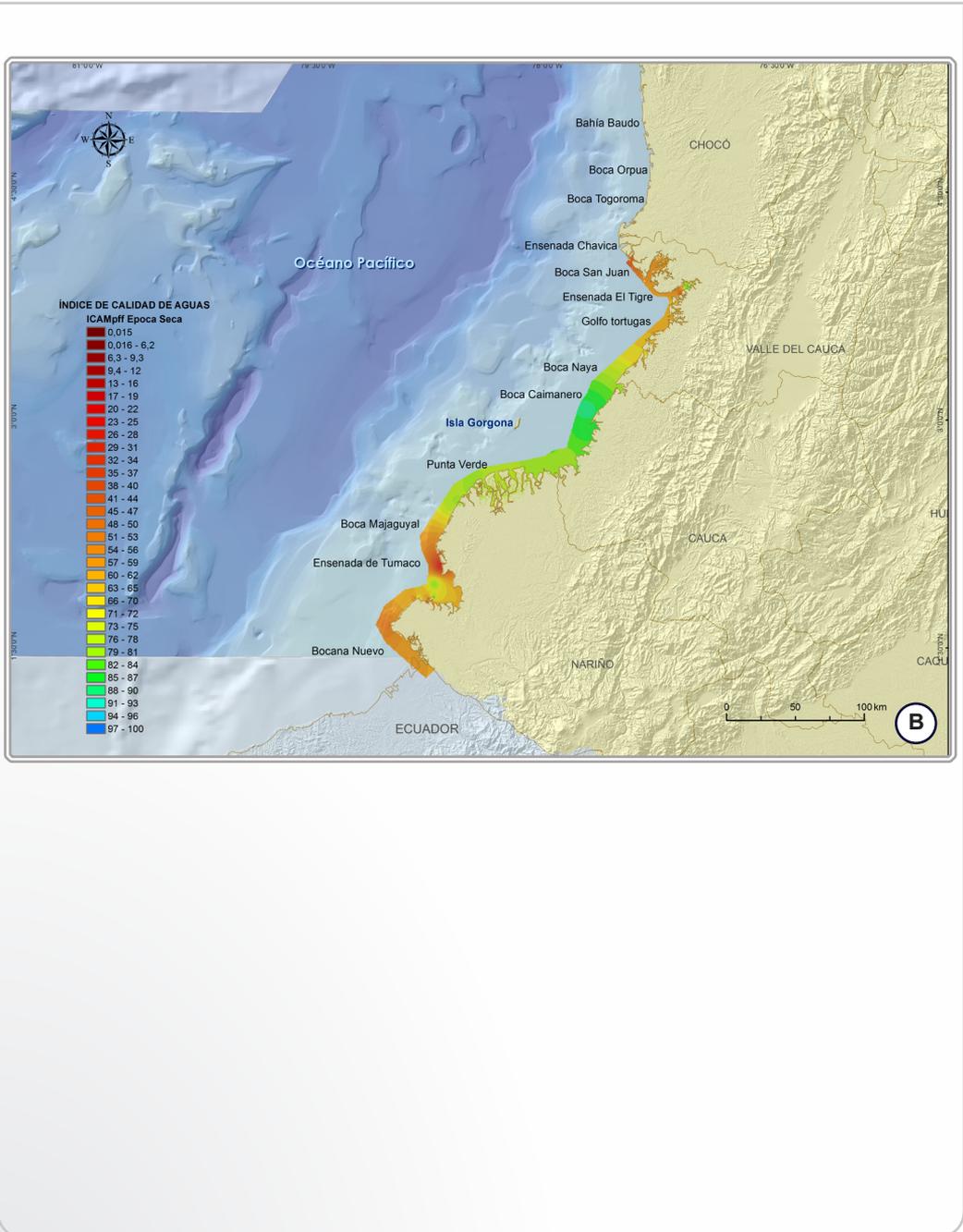


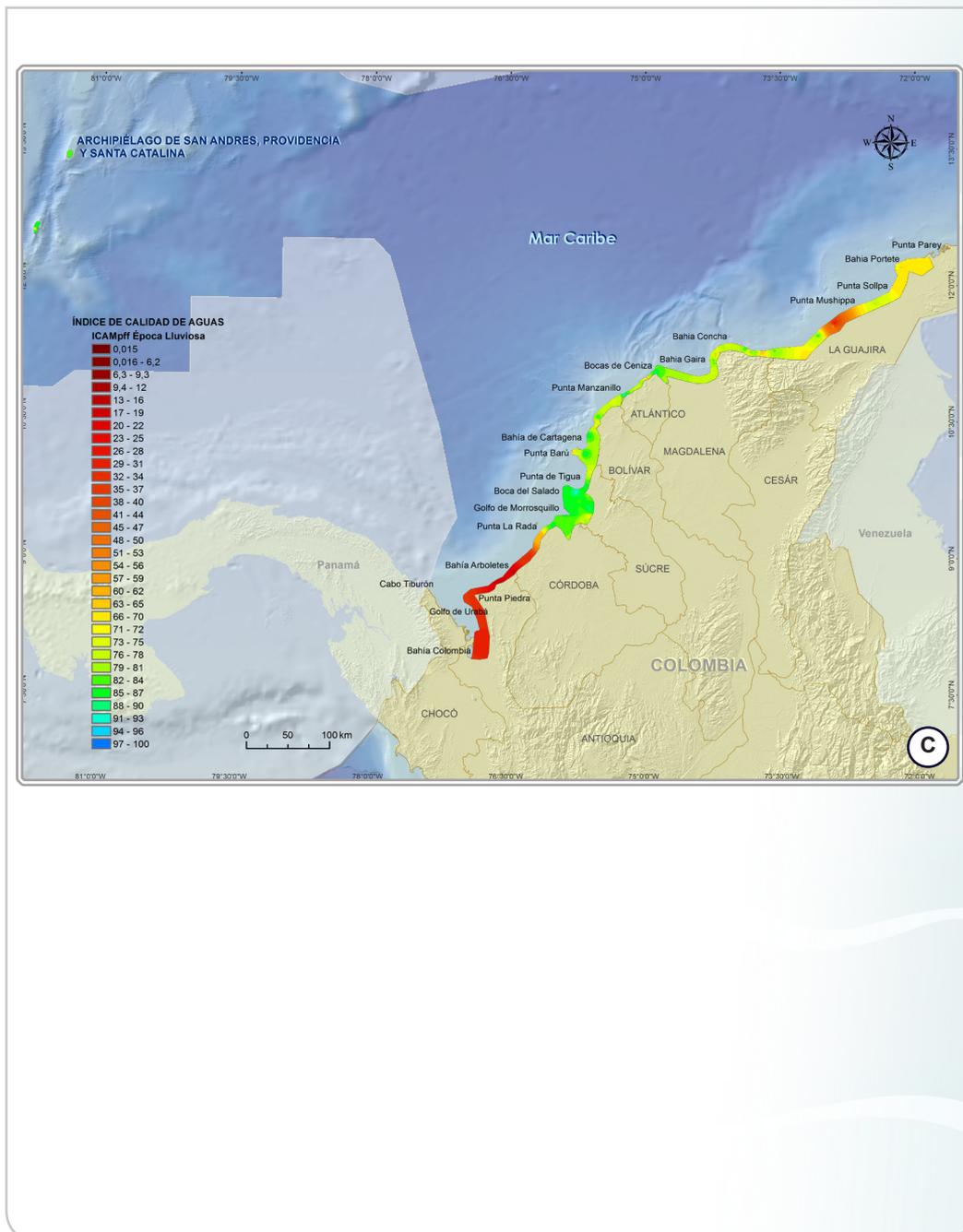
B

Figura 9. Calidad del agua marino-costera evaluada con el índice para preservación de flora y fauna (ICAM_{PF}), en las zonas costeras del Caribe y Pacífico colombiano en época seca (a) y de lluvias (b) de 2011³.

³ Los valores en las barras representan el número de sitios (índices) en cada categoría; los colores de las barras representan la calidad de acuerdo con la escala indicativa (Tabla 6). Para mayor información consultar el portal web: http://siam.INVEMAR.org.co/indicadores/ier_icam.jsp.







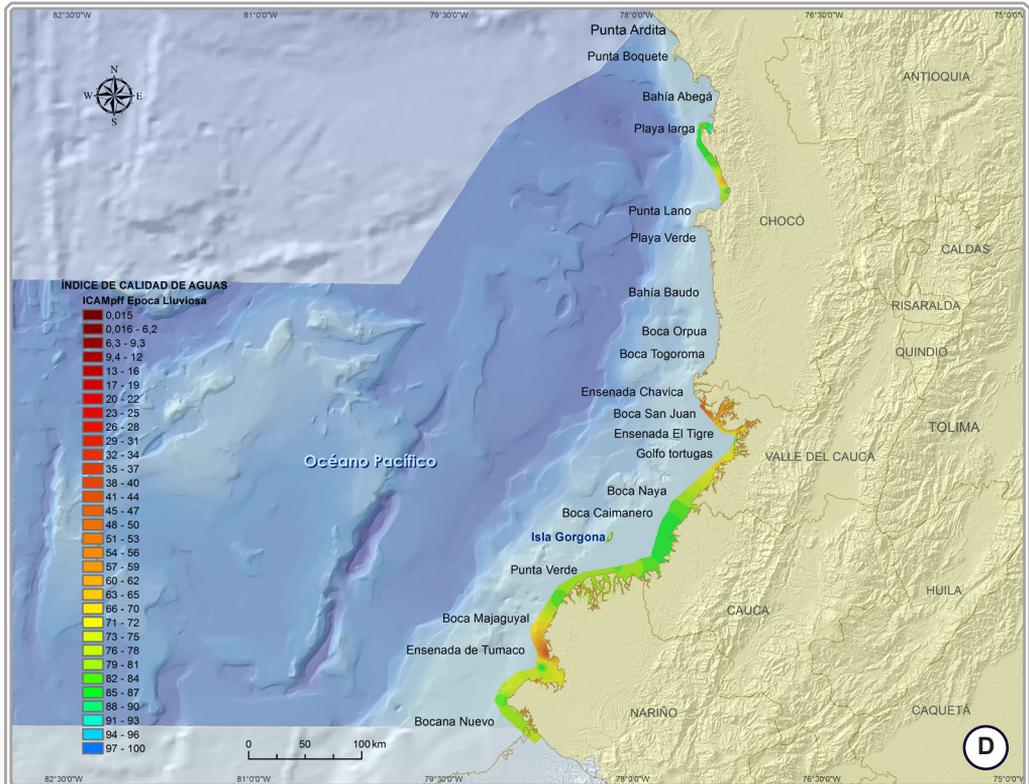


Figura 10. Estado del agua marino-costera evaluada con el índice de calidad para preservación de flora y fauna ($ICAM_{PFF}$) en sitios con tendencia al deterioro durante la época seca (a y b) y lluvia (c y d) de 2011⁴.

⁴ Los colores de la leyenda representan la categoría de calidad de acuerdo con la escala indicativa de la Tabla 6.

Interpretación de los resultados

Los resultados de los 344 ICAM_{PF} calculados durante el año 2011 en las estaciones más representativas de los 12 departamentos costeros de Colombia, mostraron que el 2% (6) se mantuvo dentro de la calidad *óptima*, y el 62% (213) condiciones *adecuadas* del agua para la preservación de la vida acuática; lo cual demuestra que el estado de buena calidad en varios sitios de los departamentos de Sucre, Magdalena, Bolívar (Caribe), Nariño y Chocó (Pacífico), básicamente en la época seca (Figura 10 a y b). El 16% (55) de los ICAM_{PF} mostraron condiciones *aceptables* del agua; el 16% (54) *inadecuado* y el 5% (16) una *pésima calidad*. Esta última condición no deseada para el recurso hídrico marino se encontró en la mayoría de los departamentos pero en muy pocas estaciones ambas épocas climáticas, a excepción de Antioquia que presentó 6 casos, de los cuales 5 de ellos fueron en la época de lluvias (Figura 10 c y d).

Durante los muestreos de la época seca de 2011 los 182 ICAM_{PF} mostraron el 2% (3) de estaciones con condiciones *óptimas* del agua, en los departamentos de Sucre (2) y Magdalena (1) en el Caribe. El 54% (99) de los sitios presentaron características *adecuadas* del agua, principalmente en los departamentos de Magdalena (28), Bolívar (21) y Sucre (15) en el Caribe; y Nariño (6) en el Pacífico (Figura 10a). El 21% obtuvo una calidad *aceptable*; el 19% *inadecuada* y el 4 % una *pésima* calidad del agua en 7 estaciones de los departamentos de San Andrés (Johnny Cay), La Guajira (Vertimiento Riohacha), Sucre (caño Zaragocilla y Coveñas Coquerita), Córdoba (frente a Tinajones), Antioquia (frente a río León) y Nariño (playa Sala Honda; Figura 10a).

Mientras que en la época de lluvias 2011 se observaron variaciones en la distribución de calidad de los 162 ICAM de varios departamentos (Figura 10c). El 2% (3) mostró condiciones *óptimas* nuevamente en 2 sitios del departamento de Sucre (isla Palma y frente a Tolú) y en la estación frente a bahía Solano en Chocó. El 70% (114) mostró *adecuada* calidad del agua, el 10% (17) alcanzó una *aceptable* calidad; el 12% (19) *inadecuada* y el 6% (9) características *pésimas* del agua para la preservación de los ecosistemas marinos y costeros, especialmente en los departamentos de Antioquia (las playas de Arboletes, Necoclí y Uveros, y los frente de los ríos León y Atrato), en Bolívar (frente al emisario y Alcalís), Atlántico (Bocas de Ceniza) y en La Guajira (frente al río Ranchería; Figura 10c). Los porcentajes de sitios en malas condiciones aumentaron en la época de lluvias con relación a la época seca, y aunque se concentraron en pocos departamentos las calidades bajas, se mantienen en algunos sitios de Antioquia, Atlántico y Bolívar, que año tras año han reincidido (Posada *et al.*, 2012). A diferencia del Caribe, en la costa del Pacífico se presentaron condiciones *inadecuadas* del

agua en Valle del Cauca (frente a los ríos San Juan y Dagua), Nariño (playa Sala Honda y en el puente El Pindo) y en Chocó (estero Jurubidá).

Después de analizar los sitios con las peores características del agua para la preservación de la vida acuática, se observó que las variables que mayor influencia ejercieron sobre estos resultados fueron las altas concentraciones de coliformes termotolerantes, nitratos, sólidos suspendidos y algunos valores bajos de oxígeno disuelto.

En el año 2011 se mantuvo el aumento de las precipitaciones ocasionadas por el evento “La Niña” que iniciaron a finales de 2010 con excesos por encima del promedio en noviembre y diciembre en la mayor parte de la región Caribe, Pacífica, así como en las ciudades de Cartagena y Santa Marta (IDEAM, 2011). La influencia de las lluvias sobre las variaciones de los resultados ICAM_{PF} en 2011 logró condicionar la calidad del agua en muchas estaciones de muestreo, principalmente durante la época seca que cambió sus condiciones históricas, debido a que en el primer y segundo trimestre del año los porcentajes de precipitación estuvieron muy por encima de lo normal, especialmente en los meses de marzo, abril y mayo donde persistieron los excesos de lluvia en gran parte del territorio nacional (IDEAM, 2012) y coincidentes con los muestreos REDCAM en la mayoría los departamentos (Antioquia, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, San Andrés, Magdalena y Nariño).

Por otro lado, el aumento de las precipitaciones también condicionó las inundaciones en las cuencas bajas de los ríos favoreciendo el aumento del caudal, las escorrentías y las descargas de aguas cargadas de sólidos en suspensión, microorganismos de origen fecal (coliformes), nutrientes y todo tipo de sustancias contaminantes que drenan desde el continente a la zona costera, las cuales se manifestaron en el aumento del porcentaje de índices con inadecuada y pésima calidad, demostrando riesgo de contaminación hacia la zona costera.

Limitaciones del indicador

El ICAM_{PF} está formulado para estimar principalmente la calidad del agua con fines de preservación de flora y fauna en cuerpos de agua marinos y costeros. Se recomienda excluir aplicaciones en aguas típicamente continentales o estuarinas (p.e. Ciénaga Grande de Santa Marta – Caribe colombiano) ó 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 manejo

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_{PPF} se propone adoptar medidas de seguimiento e investigación descritas en la Tabla 7, para identificar la causa y la o las 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 7. 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, diagnóstico, 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

▼ Ecosistemas y hábitats

Los principales ecosistemas marinos costeros estratégicos de Colombia (arrecifes coralinos, manglares, pastos marinos, litorales rocosos, playas, estuarios y los recién conocidos arrecifes de profundidad) constituyen las principales fuentes de vida y productividad en los litorales costeros del país. Su biodiversidad intrínseca y exuberante, ha permitido que las distintas comunidades humanas hayan hecho uso de los recursos naturales propios de éstos desde tiempos históricos prevaleciendo en algunos casos el uso indebido presentado en el favorecimiento de la introducción de especies exóticas, pérdida o daño del hábitat y en los últimos años, el daño que se ha realizado sobre el medio ambiente en general identificado como cambio climático. Paralelamente a esto, la conversión en los tipos de uso del suelo, las malas prácticas agropecuarias o la alteración y modificación de los sistemas hidrológicos, sumado a las políticas y programas de expansión y desarrollo sectorial (pesquero, turístico, agropecuario, minería, portuario, entre otros), que se planifican y ejecutan sin suficientes consideraciones y manejo ambiental de sus impactos sobre la base natural, son las principales causas de que la pérdida de biodiversidad (entendida en su sentido general de ecosistemas, especies y genes) sea el factor limitante y reductor de los beneficios económicos y ambientales provistos por los ecosistemas. Los datos a nivel mundial sobre la biodiversidad marina son preocupantes ya que se calcula que la tasa de pérdida es 5 veces mayor a la terrestre, según un estudio realizado por el Fondo Mundial de la Naturaleza (World Wildlife Found) quien identifica a 231 especies y sus hábitats en peligro de extinción, amenaza o vulnerable y solo se está hablando de las especies y hábitats conocidos, ya que se estima que aun millones de especies y relativamente sus ecosistemas están aún por conocerse y se ignora la tasa de pérdida anual de éstos, con el tratamiento que estamos haciendo de los recursos hoy día.

Otras interacciones que multiplican el efecto de la degradación sobre los ecosistemas, consiste en su interrelación de manera directa, en la que la afectación de cada uno de ellos por separado tiene repercusiones directas en la degradación o reducción de los servicios ecosistémicos generados por otro(s).

Actualmente en el país, se tienen implementados tres sistemas de monitoreo: Arrecifes coralinos (en 16 áreas geográficas del Caribe y Pacífico), Manglares (Ciénaga Grande de Santa Marta) y Pastos marinos (PNN Tayrona y Los Corales del Rosario y San Bernardo) que con avances de conocimiento en grado distinto, se les ha levantado la información primaria mínima con la cual se han elaborado los Indicadores de Integridad Ecológica IIE como herramienta de gestión y seguimiento para los administradores del recurso.

El monitoreo de arrecifes coralinos SIMAC es la fuente de información para cinco de los indicadores de estado de la biodiversidad, estos son: indicador de variación interanual de la cobertura





de corales duros y algas, indicador de variación interanual de ocurrencia de enfermedades y blanqueamiento de corales duros, indicador de abundancia de erizos e indicador de integridad biológica para corales, todos en áreas de monitoreo SIMAC.

Teniendo en cuenta que el poblamiento de los indicadores derivados del monitoreo SIMAC requiere que durante el año previo a la publicación de este informe, se colecte la información en campo, ingrese al sistema y se analice, se hará un corte, para el ajuste de tiempos entre la presente publicación y los monitoreos de campo, con el fin de entregar la información lo más actualizada posible en adelante. Este desfase es debido a que la toma de información en los monitoreos es efectuada durante el segundo semestre del año, los análisis son realizados durante los primeros meses del año siguiente, y así los resultados se preparan para ser publicados. Por tal motivo, durante esta versión del informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia 2012, el tema de biodiversidad marina y en específico la información correspondiente a indicadores para arrecifes coralinos y pastos marinos no se presenta, pues no se tiene novedad respecto a la versión 2011. Se espera que esta situación no cause algún inconveniente, y en caso de requerirse para consulta deberá remitirse a la versión 2011.

Manglares

Los manglares son ecosistemas dominados por asociaciones vegetales costeras de zonas litorales tropicales y subtropicales, ubicadas en áreas protegidas de las fuertes olas, 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 en ambientes anóxicos, con influencia salina, inundados e inestables (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983; Sánchez-Páez *et al.*, 2000). Entre las adaptaciones más importantes se destacan la presencia de raíces zancos 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), de las cuales se pueden mencionar: brindan refugio, alimentación y anidación a diversas especies de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, regulación de la temperatura, los vientos y la precipitación local, la protección de la línea de costa, retención y fijación de suelos y sedimentos evitando la erosión y formando barreras que reducen la energía del oleaje, protección contra tormentas, huracanes y tsunamis, almacenamiento y reciclaje de nutrientes, fijación de grandes cantidades de carbono, entre otras, (Field, 1997; Sánchez-Páez *et al.*, 1997; Sánchez-Páez *et al.*, 2000). Además de los beneficios mencionados anteriormente, los manglares representan fuentes importantes de recursos para el aprovechamiento forestal, hidrobiológico y la

obtención de productos requeridos en la construcción industrial y doméstica (Guevara–Mancera *et al.*, 1998; Ulloa–Delgado *et al.*, 1998).

A pesar del sinnúmero de bienes y servicios que brindan dichos ecosistemas, las zonas costeras donde estos bosques se desarrollan, han sido afectadas por diversas causas de origen antrópico y natural (Field, 1997). Entre los factores antrópicos más destacados de los manglares de Colombia se incluyen los procesos de expansión turística, el cambio del uso del suelo para la agricultura, acuicultura y ganadería, las construcciones civiles, drenaje y canalización, y la disposición de residuos industriales y domésticos. Estos factores se traducen en la degradación de cientos de hectáreas de manglar, generando para estos ecosistemas la pérdida de biomasa, la desaparición de nichos ecológicos, la disminución de la biodiversidad, la formación de playones salinos, la reducción del porte y vigor de los árboles, 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 desarrollan cinco de las nueve especies de mangle reportadas para Colombia (Tabla 8), de las cuales, *Avicennia germinans* (L.) Stearn. y *Rhizophora mangle* L., son las más abundantes y de mayor uso, 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, sector occidental de la bahía de Barbacoas en Bolívar, ciénaga Honda y de Pablo en Sucre, en el golfo de Morrosquillo y en la bahía de Marirrió en el Urabá antioqueño (MMA, 2002b). En el Pacífico colombiano, además de las especies mencionadas para el Caribe, se hallan *Rhizophora harrisonii* Leechman, *Rhizophora racemosa* Meyer, *Avicennia bicolor* Standley y *Mora oleifera* (Triana) Ducke. Debido a la poca penetración de la marea, en el litoral Caribe se observan manglares limitados a estrechas franjas inundadas a lo largo de la línea intermareal, formando parches dentro de lagunas, ciénagas, estuarios y desembocadura de ríos y quebradas. Las mayores coberturas se establecen en las desembocaduras de los grandes ríos que vierten sus aguas en el Caribe, principalmente en la Ciénaga Grande de Santa Marta, el canal del Dique y los deltas de los ríos Sinú y Atrato (Sánchez–Páez *et al.*, 2004) (Figura 11). Por el contrario los manglares del litoral Pacífico se distribuyen en una franja casi continua, desde el río Mataje al sur de Nariño, hasta las cercanías de Cabo Corrientes (Chocó), donde se interrumpe para continuar con pequeñas franjas en el golfo de Tribugá, ensenada de Utría y en Juradó, en límites con Panamá (Von Prael, 1989) (Figura 12).



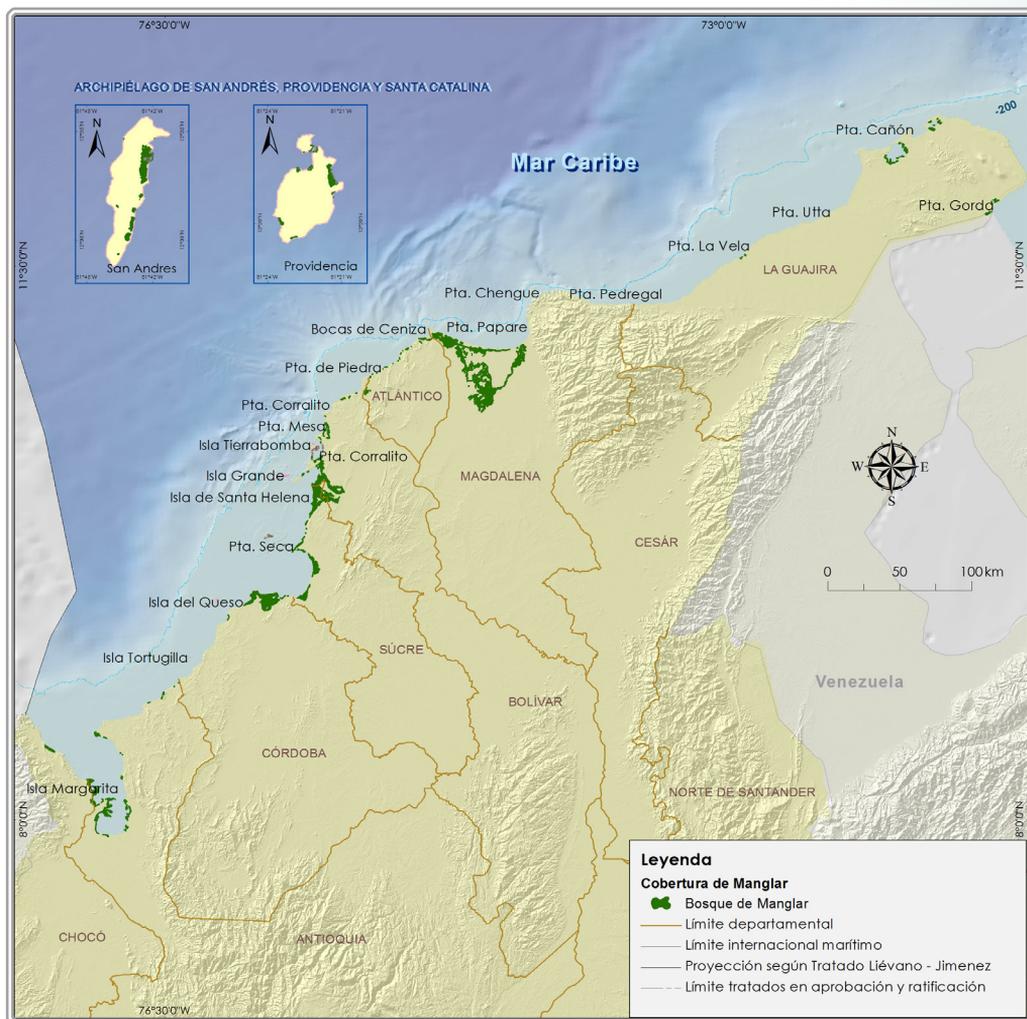


Figura 11. Ubicación espacial de los manglares en el Caribe continental e insular colombiano.

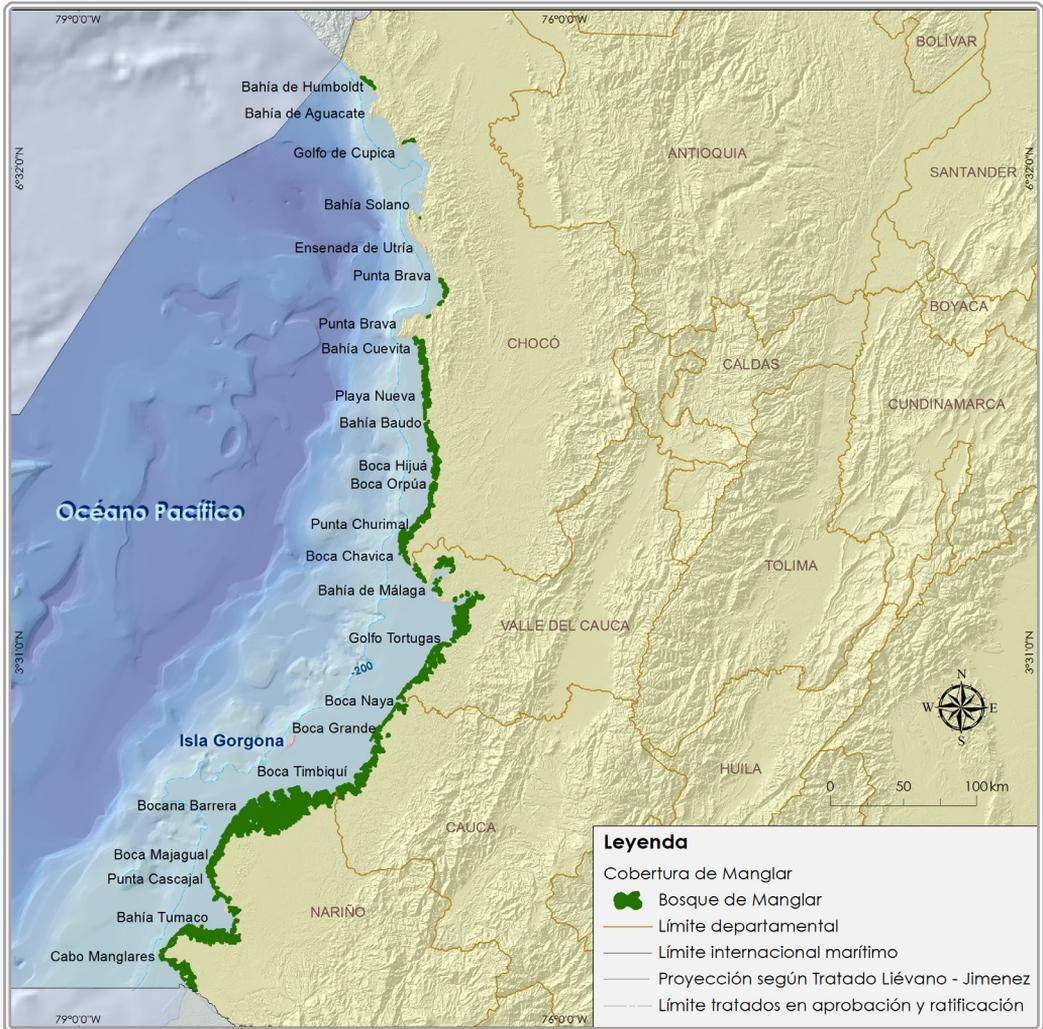


Figura 12. Ubicación espacial de los manglares en el litoral Pacífico colombiano.

Tabla 8. Distribución de las especies de mangle en las costas del Caribe y Pacífico colombiano, agrupadas por ecorregiones y departamentos⁵.

Departamento	Ecorregión	Sub-ecorregion	Especie								
			<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Rhizophora harrisonii</i>	<i>Rhizophora racemosa</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Avicennia bicolor</i>	<i>Pelticiera rhizophorae</i>	<i>Mora oleifera</i>
La Guajira	GUA		x			x	x	x			
	PAL		x			x	x	x			
Magdalena	TAY		x			x	x	x			
	MAG	Sal	x			x	x	x			
CGSM		x			x	x	x				
Gal		x			x	x	x		x		
Bolívar, Sucre y Córdoba	ARCO		x			x	x	x		x	
Sucre y Córdoba	MOR		x			x	x	x		x	
Sucre	DAR	Arb	x			x	x	x		x	
Córdoba			x			x	x	x		x	
Antioquia		Atr	x			x	x	x			
Chocó		Cap	x			x	x	x			
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	SAN		x			x	x	x			
Chocó	PAN		x	x	x	x	x	x	x	x	
	BAU										
Valle del Cauca	BUE		x	x	x	x	x	x	x	x	
	NAY		x	x	x	x	x	x	x	x	
Cauca	GOR										
	MAL										
Nariño	SAQ										
	TUM		x	x	x	x	x	x	x	x	

⁵ Datos tomados de Sánchez-Páez *et al.* (2004). SAN: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, GUA: Guajira, PAL: Palomino, MAG: Magdalena, TAY: Tayrona, ARCO: Archipiélagos Coralinos, MOR: Morrosquillo, DAR: Darién, PAN: Pacífico Norte, BUE: Buenaventura, NAYA: Naya, TUM Tumaco, SAQ: Sanquianga, MAL: Malpelo, GOR: Gorgona, BAU: Baudó. Subecorregiones; Sal: Golfo de Salamanca, CGSM: Ciénaga Grande de Santa Marta, Gal: Galerazamba, Arb: Arboletes, Atr: Atrato y Cap: Capurgana.

Indicador de extensión: tasas de forestación o deforestación de manglar (cambio de cobertura)

Definición e importancia del indicador

Es un indicador simple que muestra la cobertura de mangle y su variación en el tiempo, permite determinar la localización del bosque por presencia o ausencia, así como su extensión mediante la estimación de áreas a través de la obtención de contornos o límites del bosque. Este indicador logra cuantificar la pérdida, estabilidad o incremento de las áreas de manglar.

Fuente de los datos e información

Si bien el indicador se encuentra formulado, no se tiene información sistemática para poblarlo, ya que actualmente el país no cuenta con un sistema de monitoreo nacional que brinde los datos necesarios para determinar la dinámica temporal de todas las áreas de manglar. No obstante, el presente informe reporta la cobertura de manglar más actualizada de cada departamento, generada principalmente en estudios de diagnóstico y zonificación realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's), que están aprobados o en proceso de aprobación por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y en otros estudios específicos (Tabla 9).

Adicionalmente, se incluye como ejercicio de cálculo del indicador de extensión para el caso de estudio de la dinámica de la cobertura de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), a partir de la interpretación y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas en el marco 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 10).

Periodo reportado

- Nivel nacional incluye la información de coberturas de manglar más reciente, por tanto el periodo de estudio es variable.
- Para el caso CGSM se incluye el último periodo de análisis (2009 a 2011).





Reporte o cálculo del indicador

Tabla 9. Actualización de cobertura de manglar en Colombia, discriminada por departamentos.

Departamento	Cobertura actual (ha)	Año actualización	Sectores incluidos
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ¹	209,7	2009	San Andrés Providencia y Santa Catalina
La Guajira ²	2.514	2009	Alta, Media y Baja Guajira
Magdalena ^{3,4}	37.812	2011	CGSM, PNNT
Atlántico ⁵	613	2005	Ciénaga Mallorquín, Puerto Velero, Cerro Punta de Piedra, Astilleros y Bocatocino
Bolívar ⁶	7.001	2002	Delta de Canal del Dique y Bahía de Barbacoas, Insulares, Bahía de Cartagena, Caños y lagunas de Cartagena, Complejo cenagoso de la Virgen y Juan Polo y Zona Norte
Sucre ⁷	9.303	2004	Ciénagas: Benítez, Puertobelo, Pablo, Punta comisario- Punta San Bernardo y Boca Matona.
Córdoba ^{6,8}	9.264	2009	ZDERS, golfo de Morrosquillo
Antioquia ⁹	6.993	2009	Municipios de Arboletes, San Juna de Urabá, Necoclí, y Turbo
Total Caribe	73.710		
Chocó ¹⁰	41.315	2010	Juradó, Bahía Solano, Nuquí, Bajo Baudó, Litoral de San Juan.
Valle del Cauca ¹¹	31.374	2007	San Juan, Bahías Málaga y Buenaventura, Dagua, Anhicayá, Raposo, Mayorquín, Cajambre, Yurumanguí, Naya
Cauca ^{12,13,14}	18.691	2009	Guapi, Timbiquí y López de Micay
Nariño ^{15,16}	102.768	2010	Tumaco, Francisco Pizarro, Mosquera, Olaya Herrera, La Tola, El Charco, Santa Bárbara de Iscuandé y PNN Sanquianga
Total pacífico	194.148		
Total Colombia	267.858		

** Cobertura de manglar reportada para el año 2010 en INVEMAR, 2011a.

Los datos para la cobertura del 2011 fueron tomados de: ¹López-Rodríguez *et al.*, 2009a. ²Gil-Torres *et al.*, 2009. ³MAVDT, 2007a. ⁴Cadavid *et al.*, 2011. ⁵INVEMAR, 2005. ⁶MMA, 2002a. ⁷Sánchez-Páez *et al.*, 2004. ⁸Solano *et al.*, 2009. ⁹MAVDT, 2009. ¹⁰Codechocó e IAP, 2010. ¹¹Restrepo, 2007. ¹²López-Rodríguez *et al.*, 2009b. ¹³Rodríguez-Peláez *et al.*, 2009. ¹⁴Sierra-Correa *et al.*, 2009. ¹⁵MAVDT, 2007. ¹⁶MAVDT, 2010; PNNT: Parque Nacional Natural Tayrona, ZDERS: Zona Deltaica Estuarina de Río Sinú.

Tabla 10. Indicador de extensión Caso “Ciénaga Grande de Santa Marta”.

Valor línea base año 2009	Valor línea base año - 2011	Estable (ha)	Pérdida (ha)	Ganancia (ha)	IEmanglar (ha)
34.470	37.443	4.130	317	3.313	2.973

Sector: Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), Escala: 1:50.000. Fuente de datos: 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”.

Interpretación de los resultados

De acuerdo a los documentos tomados como referencia para determinar la cobertura de manglar en cada uno de los departamentos, actualmente el país cuenta con 267.858 ha de manglar, de las cuales 73.710 ha se ubican en el Caribe y 194.148 ha en el Pacífico (Tabla 9). Es importante resaltar que la mayoría de coberturas incluidas en la Tabla 9 se encuentra desactualizadas y que solo se cuenta con valores recientes para algunos sitios en particular.

La Tabla 9 muestra los valores de cobertura de mangle discriminados por departamento, durante el 2012 no se encontraron publicados estudios de cobertura de manglar, por tanto las coberturas son las mismas a las reportadas en INVEMAR (2011a).

Con el propósito de presentar la utilidad del IEmanglar, se incluye el cálculo para la CGSM durante su último periodo de interpretación (2009 – 2011). La Tabla 10, muestra que para el periodo de estudio mencionado la cobertura de mangle presentó una estabilidad del 99% (34.130 ha) y una pérdida por mortalidad del 1% (317 ha). En adición, se presentó una ganancia de mangle de 3.313 ha que representan un incremento del 9,6%. Con la información anterior es posible calcular el IEmanglar de 2.973 ha para la CGSM, el cual indica aumento neto en la extensión de manglar entre el 2009 y 2011 reflejando el proceso de recuperación actual del sistema.

Limitaciones del indicador

Carencia de información sistemática (calidad, resolución y frecuencia adecuadas) de las coberturas de manglar a nivel nacional que sirvan como insumo para poblar el IEmanglar, tal como se establece en la hoja metodológica del mismo (INVEMAR, 2009).



Recomendaciones y alternativas de manejo

Es necesario contar con un sistema nacional de monitoreo de manglares, el cual incluya en sus objetivos el levantamiento sistemático de información remota para poblar el indicador. Dicha información debe seguir los lineamientos descritos en la hoja metodológica del IEmanglar (INVEMAR, 2009).

Indicador de integridad biológica para manglar

Definición e importancia del indicador

Es un indicador de estado y refleja las características estructurales, funcionales y de salud comparándolo con un ecosistema que se hallara en un estado deseado (de referencia), o consigo mismo en periodos posteriores (Tabla 11). Este índice actualmente se encuentra en fase de prueba y ajuste, principalmente porque fue desarrollado con información obtenida de los bosques de mangle de la Ciénaga Grande de Santa Marta, ecosistema en proceso de recuperación, que exhibe una altísima dinámica temporal y espacial.

Este índice permite integrar variables estructurales (densidad y área basal), de salud/calidad (salinidad) y de función (regeneración natural), que se califican según su incidencia positiva o negativa en el estado del ecosistema y que se integran con ponderaciones definidas, de acuerdo a funciones de promedio geométrico ponderado y posterior validación con expertos.

$$IBI_m = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{a_i} \right)^{\frac{1}{\sum_i a_i}} \quad (\text{Ecuación 2.})$$
$$IBI_m = \left(D_{(sp1)}^{0,2(62,5\%)} \times D_{(sp2)}^{0,2(25\%)} \times D_{(sp3)}^{0,2(12,5\%)} \times AB_{(sp1)}^{0,3(62,5\%)} \right. \\ \left. \times AB_{(sp2)}^{0,3(25\%)} \times AB_{(sp3)}^{0,3(12,5\%)} \times h^{0,2} \times S^{0,15} \times R^{0,15} \right)^{\frac{1}{\sum \text{pesos}}}$$

Donde:

D: es densidad, **AB**: área basal, **h**: promedio de la altura total del bosque, **R**: reclutamiento; **sp**: corresponde a las especies de mangle presentes en el rodal, donde 1 es la especie dominante y 3 la menos representativa del bosque.

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



Tabla 11. Escala de valoración del indicador de integridad biológica.

Valor total del IBIm	Interpretación
1 a < 1.5	No deseable
≥ 1.5 a < 2	Estado de alerta
≥ 2 a < 3	Estado regular
≥ 3 a < 4	Buen estado
> 4 a 5	Deseable

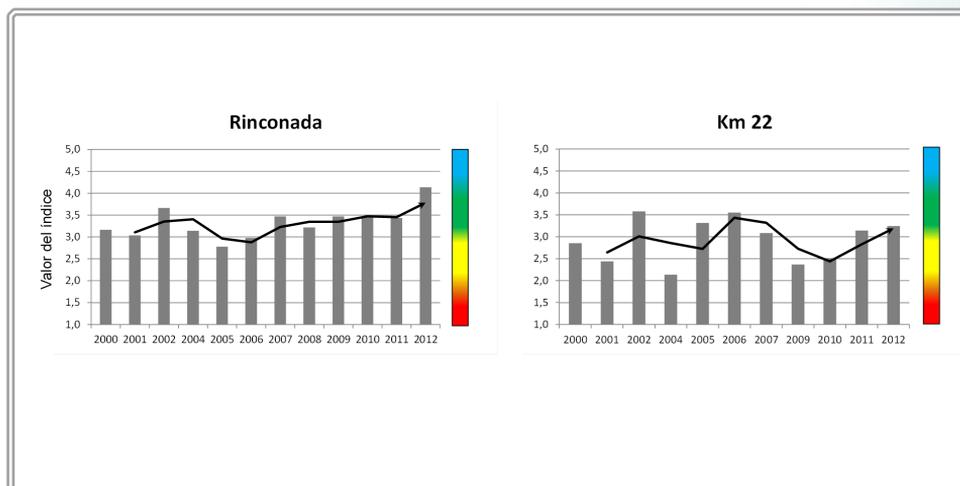
Fuente de los datos e información

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”.

Periodo reportado

- Año 2000 -2012.

Reporte o cálculo del indicador



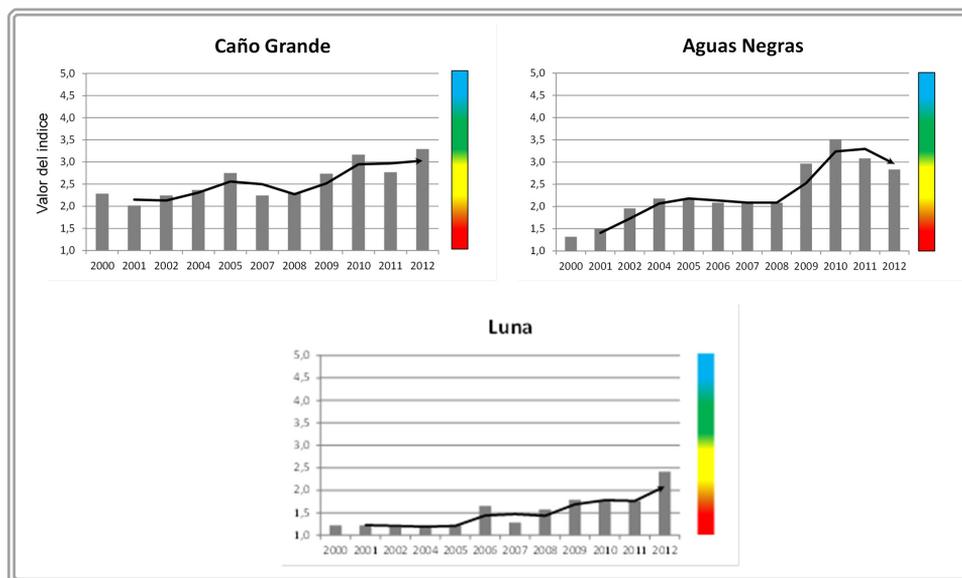


Figura 13. Serie histórica del Indicador de Integridad Biológica de manglares (IBIm) en cinco estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

Interpretación de los resultados

A lo largo del tiempo se observan cambios en el valor del $IBIm$, atribuidos principalmente a variaciones ambientales (salinidad) o en la estructura y función (regeneración natural) de los bosques de mangle de la CGSM.

Los resultados del $IBIm$ en las estaciones de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) dan fe de la enorme dinámica que presenta dicho ecosistema de manglar durante su proceso de rehabilitación. En términos generales la Figura 13 muestra la tendencia de aumento en la integridad de los bosques de mangle en todas las estaciones de monitoreo de la CGSM a partir del año 2000, año La Niña con fuertes precipitaciones que favorecieron el lavado de suelos y la disminución de la salinidad al interior de los bosques. Como el sistema se encuentra en proceso de recuperación, es muy sensible a cambios en las condiciones ambientales, especialmente ocasionadas por las precipitaciones que afectan directamente la concentración de sales en aguas y suelos, e indirectamente la producción e implantación de propágulos. La reducción de los valores del indicador refleja cambios principalmente en las variables salinidad y reclutamiento.



Rinconada, es la estación escogida como referencia por tener el menor grado de perturbación, mayor desarrollo estructural y rangos óptimos de salinidad para el desarrollo del mangle (< 50). Se observan reducciones del IBIm para esta estación en los años 2001 y 2005 (Figura 13), como consecuencia de un déficit hídrico y la reducción del área basal por muerte de árboles, respectivamente, no obstante, el indicador mantiene valores superiores a tres, indicando estados de integridad biológica de bueno a deseable durante el tiempo de monitoreo.

La estación Km22, de acuerdo al cálculo de IBIm, tiene actualmente buen estado de integridad, sin embargo para el 2002 como consecuencia del rápido crecimiento de individuos de *L. racemosa* reclutados (hasta 4.973 ind./ ha), alcanzó sus máximos valores (Figura 13), no obstante, en el 2004 las condiciones ambientales se tornaron desfavorables para *L. racemosa*, presentándose muerte masiva de esta especie (Figura 13). El cambio en las condiciones favorecieron a *A. germinans* (especie dominante), quien aportó a la densidad y área basal del bosque, hasta la actualidad. Los valores bajos del IBIm en 2009 y 2010 corresponden a incrementos de salinidad y poco reclutamiento, respectivamente.

En la estación de Caño Grande los bosques de mangle pasaron de un estado regular (2000-2009) a un buen estado en el 2009, dicha mejora fue favorecida por la reforestación con *R. mangle* realizada por el proyecto “Manglares de Colombia” en el año 2000, individuos que desde el 2009 aportan a la estructura del sector (densidad y área basal), en este sector la apertura de un microcanal aseguró el suministro permanente de agua y lavado continuo de sales, facilitando el crecimiento de los individuos. En la actualidad la recuperación del bosque se ha visto afectada por la extracción masiva y selectiva de árboles de *R. mangle*, lo cual se refleja en la reducción en el valor del indicador para el año 2011 (Figura 13), no obstante, el IBIm no se ha visto muy afectado por la alta capacidad de reclutamiento y regeneración del bosque.

El canal Aguas Negras re-abierto en 1998 ha influenciado directamente el cambio en las condiciones ambientales y el desarrollo de la vegetación en la estación Aguas Negras, especialmente a partir de 2001, con la disminución de sales en aguas y suelos y la reactivación del reclutamiento y regeneración natural del sector, propiciando el desarrollo del bosque de mangle en buen estado en 2010 (Figura 13). La pérdida de integridad a partir de 2011 (Figura 13), obedece a disminución del reclutamiento y pérdida de densidad y área basal por tala de árboles de *L. racemosa*.

En el sector Luna, el establecimiento y desarrollo del mangle ha estado limitado por alta concentración salina y por la baja oferta de propágulos, sin embargo, se evidencia un progreso en su integridad, especialmente a partir de 2006, favorecido por el cambio en las

condiciones ambientales (disminución de la salinidad), reclutamiento y desarrollo de árboles desde la orilla colonizando las áreas de pantano desprovistos de vegetación. Actualmente, no solo los valores de salinidad y reclutamiento son óptimos, sino que se evidencia formación de bosque de mangle e incremento del área basal (Figura 13), especialmente de *L. racemosa*, especie considerada pionera durante la recuperación de áreas de manglar.

Limitaciones del indicador

Debido a la carencia de información periódica, rigurosa, sistemática y oportuna, derivada a partir de un protocolo de monitoreo, este indicador está diseñado para mostrar los cambios en los bosques de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Para cálculos en otras áreas deben hacerse algunos ajustes a la ecuación. Se requiere diseñar y mantener un sistema de monitoreo nacional que contemple la recolección rigurosa de información sistemática, de calidad y oportunamente que permita el ajuste, aplicación y cálculo periódico del indicador con resultados confiables.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se requiere diseñar y mantener un sistema de monitoreo de los ecosistemas de manglar a nivel nacional, que contemple la recolección rigurosa de información sistemática, de calidad y oportuna, y considere la homogeneidad de coberturas, representatividad y estandarización de métodos para su posterior análisis. La información obtenida a partir de dichos trabajos será de utilidad para el ajuste, aplicación y cálculo periódico del IBIm y para establecer índices de estado pertinentes, acordes a la realidad y que permitan el manejo adecuado de estos ecosistemas.



Capítulo III

CAUSAS Y TENSORES DEL CAMBIO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS Y SUS SERVICIOS: INDICADORES DE PRESIÓN



invemar

COLOMBIA
50% MAR

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

Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Vista del puerto de Santa Marta, 2012

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marino-costeros y sus servicios ecosistémicos son objeto de intervención humana y variabilidad ambiental. Ambas fuerzas actúan en forma aislada o en sinergia, ocasionando generalmente cuando de actividades humanas se trata, efectos principalmente negativos que transforman, degradan y destruyen los ecosistemas y sus servicios, si no existe un uso sostenible de los mismos. Las causas y tensores (motores), que direccionan estos procesos se clasifican en directos o indirectos, según su incidencia sobre la base natural. Este capítulo se basa en tensores directos (por ejemplo la pesca y acuicultura), que inciden sobre la biodiversidad marina y costera de Colombia; mientras que los tensores indirectos (como el crecimiento de la población humana y la demanda de recursos), no son tratados explícitamente, aunque la demanda de algunos recursos como el esfuerzo de pesca son un reflejo de los tensores indirectos. Este capítulo no solo determina el estado actual de un recurso a través de un tensor, sino que identifica su patrón en el tiempo para los espacios del país de que se dispone información tomada por el INVEMAR o por otras instituciones.

CAUSAS Y TENSORES DIRECTOS

▼ APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PESQUEROS

El aprovechamiento de poblaciones marinas por pesca ejerce diferentes impactos sobre los recursos y ecosistemas, en la medida en que la actividad no se ejerce de manera controlada dentro de un código de conducta para pesca responsable con el ambiente. Por un lado el exceso de pesca (sobrepesca) y el uso de artes de pesca no selectivos, tiene incidencia directa sobre la biodiversidad marina al afectar la estructura de las poblaciones y comunidades ocasionando alteraciones en las redes tróficas. Así mismo, algunas tecnologías de pesca tienden a modificar físicamente la estructura de los hábitats (por ejemplo el arrastre realizado con redes de fondo), afectando los ciclos biogénicos con repercusiones en la productividad y sustento de la biodiversidad marina. A continuación se presentan una serie de indicadores que documentan el estado bioeconómico de los recursos pesqueros y el impacto de la pesca sobre la biodiversidad marina, tanto para la pesca artesanal como industrial.



Indicador de captura total y captura por especie (nacional)

Definición e importancia del indicador

Es una medida de producción ó rendimiento de un recurso pesquero que se desembarca o llega a puerto luego de ser capturado por algún tipo de arte de pesca durante el ejercicio de la pesca 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 (INCODER) y Convenio entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y la Corporación Colombia internacional - CCI (MADR- CCI-2007-2008-2009-2010-2011).

Periodo reportado

- 1990-2010.

Nota: El convenio Ministerio de Agricultura - CCI no reportó información de pesca industria y artesanal para 2011. Por tanto se mantiene para 2012 la información oficial presentada hasta 2010.

Reporte o cálculo del indicador

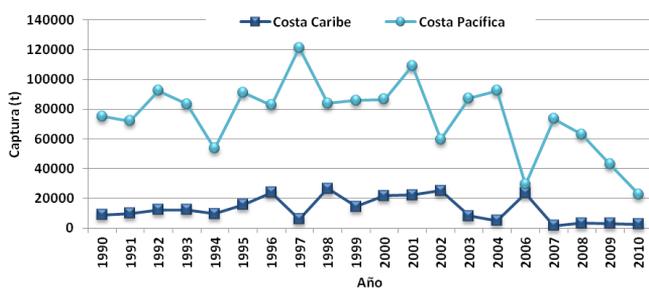


Figura 14. Captura industrial y artesanal desembarcada para el Caribe y Pacífico colombiano.

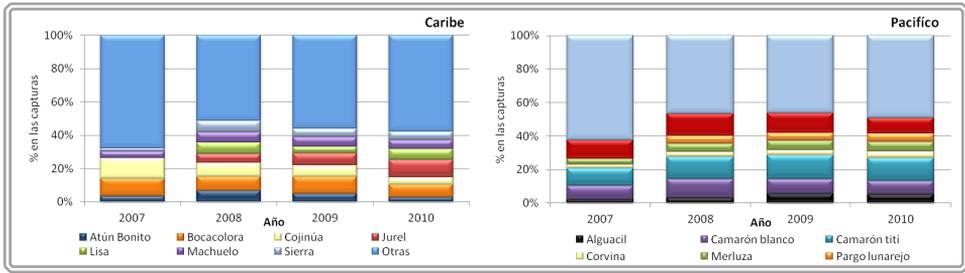


Figura 15. Composición interanual de la captura artesanal desembarcada por especies para el Caribe (A) y Pacífico colombiano (B).

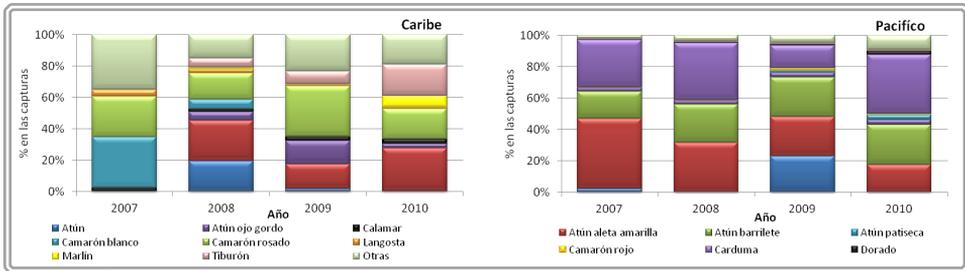


Figura 16. Composición interanual de la captura industrial desembarcada por especies para el Caribe (A) y Pacífico colombiano (B).

Interpretación de los resultados

Las capturas totales desembarcadas, han mostrado históricamente ser mayores en el Pacífico que en el Caribe, con excepción de 2006, donde las capturas son semejantes. No obstante, es clara la disminución vertiginosa de los desembarcos en ambas costas durante los últimos cuatro años. Por ejemplo con respecto a 2009, las capturas en 2010 cayeron un 11% en Caribe y 47% en Pacífico (Figura 14). La imagen de 2010 muestra que la producción pesquera del Caribe fue 2.632t (41% industrial y 59% artesanal), mientras que en el Pacífico fue de 22.672t (79% industrial y 21% artesanal). El indicador no incluye las capturas del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina ni de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

Durante 2010, la pesca artesanal en el Caribe estuvo representada principalmente por el grupo de “otras especies” (898t), reflejando la gran diversidad en las capturas (Figura 15A).



Otros aportes individuales importantes fueron de los jureles (163t), bocacolorá (121t) y lisa (101t). Se capturaron 64t de crustáceos, representados principalmente por camarones (52t). Los moluscos estuvieron representados por caracoles, ostras, chipichipi, calamares y pulpos, con muy bajos desembarques registrados.

En el Pacífico sobresalen las capturas de sierra (457t), pargos (381t), atunes (329t), merluza (286t) y alguacil (255t); mientras el grupo “otras especies” llega al 50% de los desembarques (Figura 15B). Los camarones continuaron siendo la especie con mayor aporte entre los crustáceos (1.252t) y la piangua (49t) entre los moluscos, aunque esta cifra descendió en 47% respecto a 2009.

En el Caribe la captura industrial estuvo dominada por atunes (384t en 2010; Figura 16A), seguida por los tiburones (216t). Las capturas de crustáceos sumaron 219t, de las cuales el camarón fue la mayoría (207t). La pesca de moluscos fue principalmente de calamares con una mínima parte de caracoles. La pesca industrial en el Pacífico está fundamentada también en atunes (9.037t), seguidos por la carduma (6.653t); aunque la disminución de los desembarcos en 2010 fue protagonizada por el atún (Figura 16B). Los camarones continuaron siendo el recurso más capturado (508t) de crustáceos, sin embargo, su disminución con respecto a 2009 fue significativa (56%).

Limitaciones del indicador

Existe un nivel de incertidumbre importante en los desembarcos de los últimos años, no obstante son los datos oficiales colectados con un enfoque censal poco práctico en la pesca artesanal. 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. No existen documentados valores de esfuerzo de pesca asociados a las capturas reportadas, los cuales permitirían la estimación de un índice de abundancia relativa (captura por unidad de esfuerzo).

Recomendaciones y alternativas de manejo

Este indicador permitió identificar un descenso importante de los desembarcos, los cuales no necesariamente implican un descenso del tamaño de las poblaciones naturales. Es necesario contar con información del esfuerzo de pesca y estructura por tallas de las capturas. La disminución de capturas podría ser causa de sobrepesca, reducción de esfuerzo por altos costos de operación o simplemente reflejar un efecto del ambiente, contaminación y/o



degradación de hábitats esenciales. La relación de las capturas con el esfuerzo de pesca, pueden ser usados para identificar la dinámica de la pesquería y obtener estimaciones de cuotas de pesca a través del cálculo de valores conservadores de captura (ver indicadores abajo poblados con información del INVEMAR).



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 el ejercicio de la pesca en un área determinada. Este indicador contribuye a la formulación de medidas de manejo pesquero.

Fuente de los datos e información

Base de datos del Sistema de Información Pesquera del INVEMAR – SIPEIN. Esta fuente es tomada por la autoridad pesquera para manejo.

Período reportado

- 2000-2012 (corte en septiembre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador

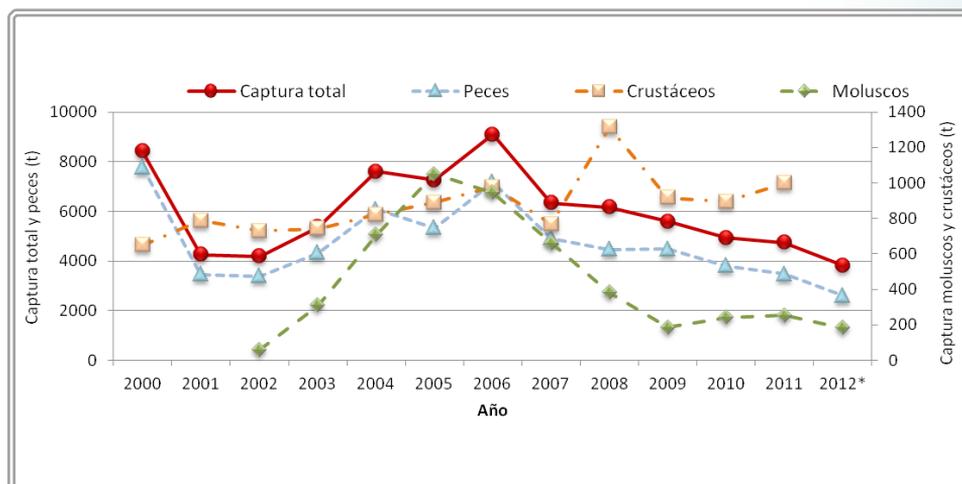


Figura 17. Captura desembarcada total y por grupos de especies en la CGSM. * 8 meses.

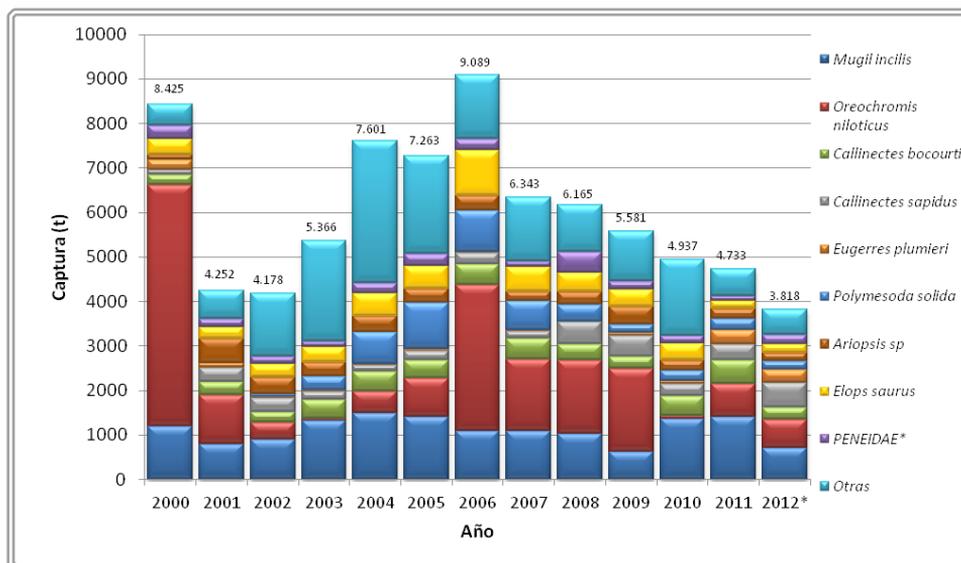


Figura 18. Composición interanual de la captura desembarcada por especies en la CGSM. * 8 meses.

Interpretación de los resultados

En 2012 la producción pesquera se estimó con corte a septiembre en 3.818t (Figura 17), continuando su descenso de los últimos años. Los peces fueron los de mayor participación con 2.600t (68,1%), seguidos por los crustáceos con 1.034,5t (27,1%) y los moluscos con 183,8t (4,8%). La captura de peces mantiene la distribución de 2011, destacándose entre las especies más capturadas la lisa (27,6%), la mojarra lora (24,5%) y la mojarra rayada (11,3%) (Figura 18). Es notoria la recuperación de la mojarra rayada, aunque no en los niveles de 1996. Con respecto a 2011, en los 8 meses evaluados en 2012, los crustáceos (en su mayoría jaibas) se incrementaron en un 3,7% y los moluscos representados por la almeja (*Polymesoda solida*) disminuyeron en un 27,6%.

Limitaciones del indicador

El indicador posee una certidumbre esperada, basada en un enfoque muestral aplicado por el INVEMAR para las estadísticas de pesca. Cabe igual la anotación de no ser tomada la captura como un indicador de abundancia del recurso.



Recomendaciones y alternativas de manejo

Su relación con datos de esfuerzo pueden ser usados para determinar la incidencia de pesca sobre el recurso y la necesidad de direccionar medidas de manejo a un arte de pesca determinado o a las capturas restringidas a determinado componente poblacional y/o área geográfica. Por lo anterior, 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 un indicador del nivel de explotación. 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. Es específico a un arte que posee un poder de pesca propio (tecnología).

Fuente de los datos e información

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

Periodo reportado

- 2000-2012 (corte a septiembre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador

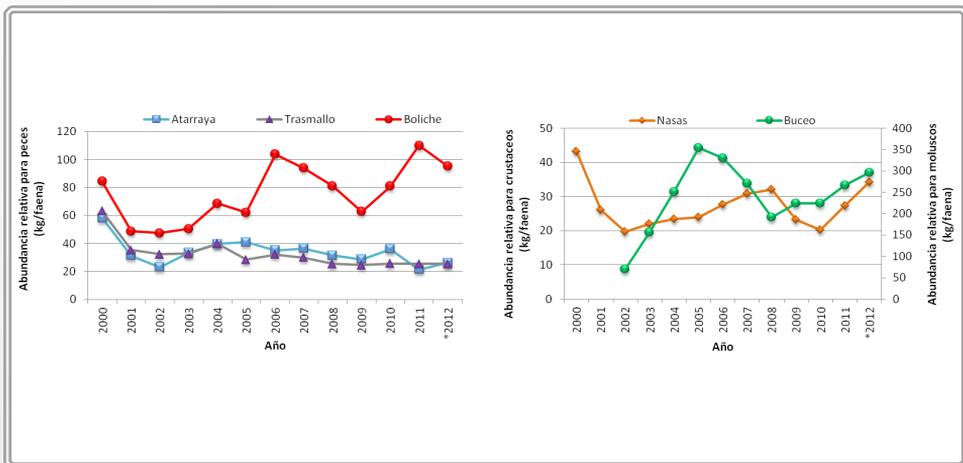


Figura 19. Abundancia relativa de peces (A) e invertebrados (B) por arte de pesca en la CGSM.



Interpretación de los resultados

La abundancia íctica reflejada por tres artes de pesca selectivos para peces, muestra un patrón consistente estable entre artes durante el periodo analizado (Figura 19A); no obstante, es claro que el boliche es mucho más eficiente, debido a su mayor poder de pesca. Para 2012 el boliche mostró una disminución de la abundancia de peces, mientras que la atarraya mostró un leve aumento y el trasmallo se mantuvo constante. Las nasas mostraron una recuperación de las poblaciones de jaiba con respecto a los 11 años anteriormente evaluados (2001-2011) y el buceo lo hizo para las de almejas, luego de un abrupto descenso entre 2005 y 2008 (Figura 19B).

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 y 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 para estimar cuotas de pesca y esfuerzo óptimo. Tales puntos de referencia se obtienen producto de la modelación de variables de desempeño pesquero aplicando modelos cuantitativos bajo un enfoque precautorio. En 2012 se sugirió una cuota global anual límite de 4.916t para los peces, 262t para los camarones, 776t para las jaibas y 226t para las almejas (peso con concha). Los valores de esfuerzos óptimos sugeridos para 2012 están alrededor de 104.516 faenas de atarraya, 41.544 de trasmallo, 33.788 faenas de boliche, 40.237 faenas con nasas y 949 faenas de buceo. Estas medidas deben ser concertadas con los pescadores.

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 es adoptada 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.

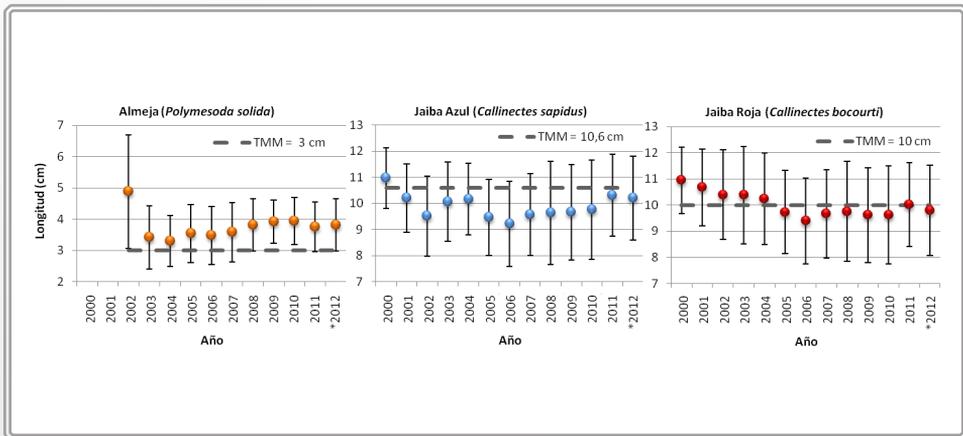
Fuente de los datos e información

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

Periodo reportado

- 2000-2012 (corte a septiembre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador



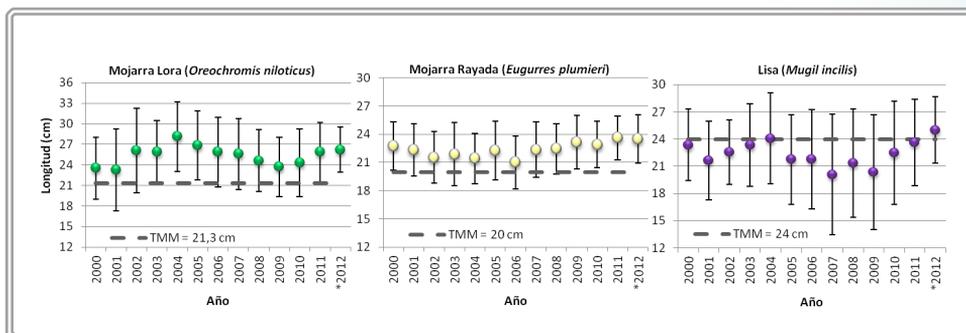


Figura 20. Variación interanual de las tallas media de captura (TMC) para las principales especies en la CGSM y su ubicación con respecto a la talla media de madurez sexual (TMM). *8 meses.

Interpretación de los resultados

La lisa (*Mugil incilis*) se encuentra fuertemente explotada por debajo de la TMM (Figura 20), aunque en 2012 hubo leve 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 (*Eugerres plumieri*) y mojarra lora (*Oreochromis niloticus*), al igual que la almeja, generalmente han sido extraídas por encima de su talla media de madurez, lo cual representa un riesgo bajo de sobrepesca.

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. 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 mar por su nulo interés comercial. Este indicador permite determinar el impacto de los artes de 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

• 2012 (corte a septiembre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador

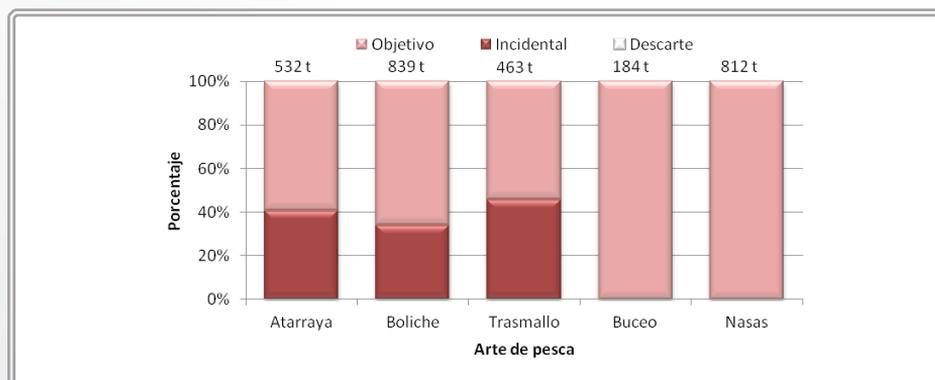


Figura 21. Composición porcentual de las capturas por arte de pesca para 2012, discriminando las capturas objetivo, incidental y descartes en la CGSM.



Interpretación de los resultados

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 (e. g. especies pequeñas para alimento de zocriaderos e incluso para alimento humano). Lo anterior es indicador de un fuerte impacto sobre la biodiversidad de dicho ecosistema. Los únicos artes totalmente selectivos son las nasas para jaibas y el buceo para almejas; mientras que el boliche, atarraya y red fija (trasmallo), son los artes menos selectivos (la atarraya capturó 54 especies, siendo el objetivo principal la lisa; en el boliche la captura objetivo fue lisa y mojarra rayada con 34 especies más capturadas; mientras el trasmallo tuvo el mayor número de especies capturadas (64) (Figura 21).

Limitaciones del indicador

El indicador es fuertemente dependiente de la información suministrada por el pescador, pues solo se desembarca lo que será vendido. Existe imposibilidad técnica de hacer monitoreos a bordo en pesca artesanal en la CGSM.

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 (e. g. juveniles). Esto plantea un fuerte compromiso con los pescadores.

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 talla media de madurez sexual. La mayor o menor fracción desovante o juvenil, indicará la presión de pesca ejercida sobre uno u otro componente poblacional.

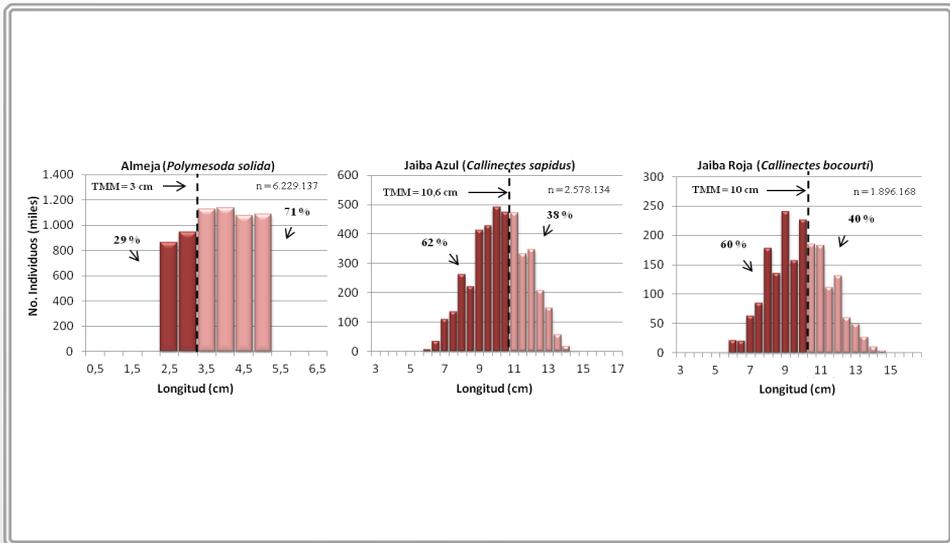
Fuente de los datos e información

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

Periodo reportado

- 2012 (corte a septiembre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador



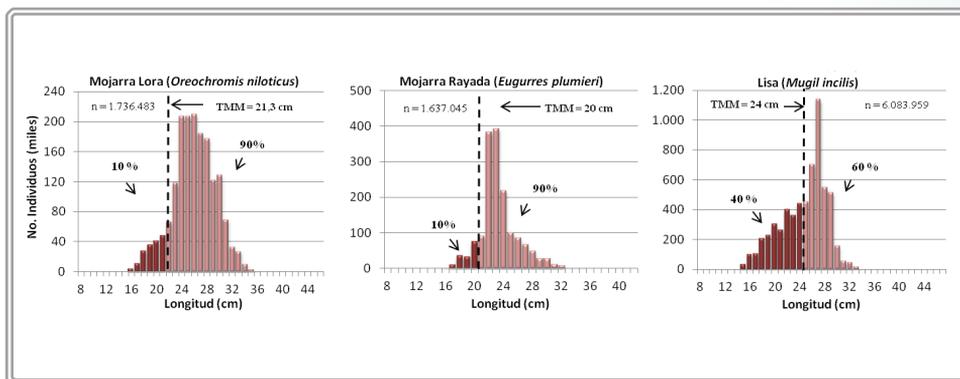


Figura 22. Fracción desovante y juvenil de los principales recursos pesqueros en la CGSM durante 2012.

Interpretación de los resultados

La fracción explotada por debajo de la talla media de madurez para lisa (40%), jaiba azul (62%), jaiba roja (60%) y almeja (29%; Figura 22), es alta, lo cual indica que buena parte de los desembarcos se componen de juveniles, 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 en monitoreo al desempeño de diferentes artes de pesca. Otra limitante puede ser la ausencia de estimaciones actualizadas de las TMM.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda fijar las tallas mínimas de captura igual o mayor a la TMM, lo anterior controlando la selectividad de los artes de pesca (e. g. 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 lo es el salario mínimo legal mensual vigente (smlmv). 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.

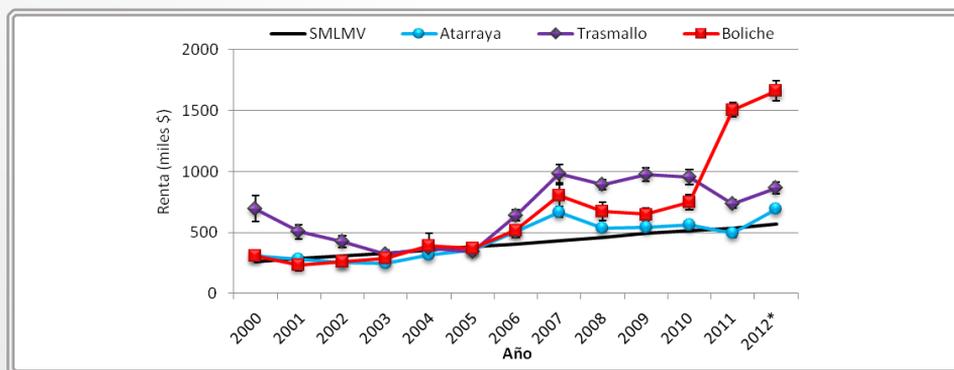
Fuente de los datos e información

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

Periodo reportado

- 2000-2012 (corte a septiembre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador



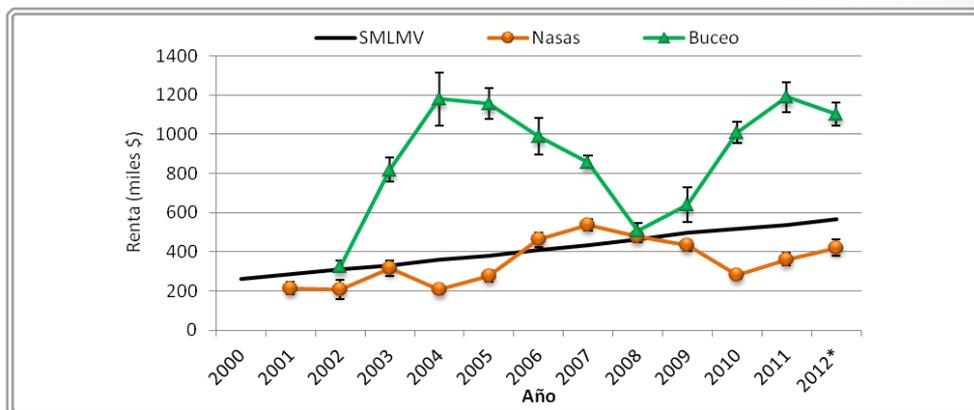


Figura 23. Variación interanual de la renta económica promedio mensual (+/- EE) por pescador para los principales artes de pesca en la CGSM y su ubicación con respecto a una renta umbral del SMLMV para cada año (en el 2012: SMLMV = \$ 566.700).

Interpretación de los resultados

En 2012 la renta de los pescadores que utilizaron boliche, trasmallo, atarraya y buceo, superaron el umbral de referencia. De igual manera todos los artes usados a excepción del buceo, incrementaron sus ganancias con respecto a 2011. Aunque las nasas incrementaron su ganancia en 16% con respecto al año anterior, no alcanzaron el umbral fijado. Destaca el aumento en la renta del boliche, debido a las importantes capturas de la mojarra rayada que tiene un alto valor comercial en el mercado (Figura 23).

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 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 (sostenible).

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 red de arrastre de fondo. 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. Información usada por la autoridad pesquera.

Periodo reportado

- 2008 a octubre de 2012 para el Pacífico.
- 2009 a octubre de 2012 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador

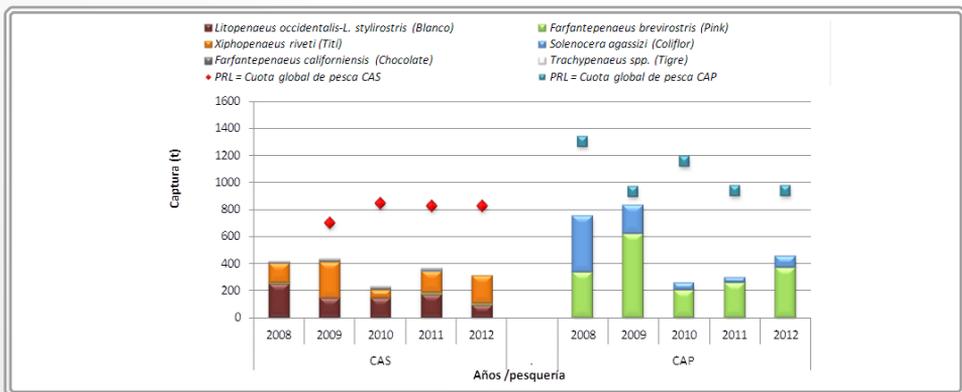


Figura 24. Variación interanual de la captura objetivo en las pesquerías de camarón del Pacífico (CAS y CAP) y su relación con la cuota global de pesca anual (punto de referencia).

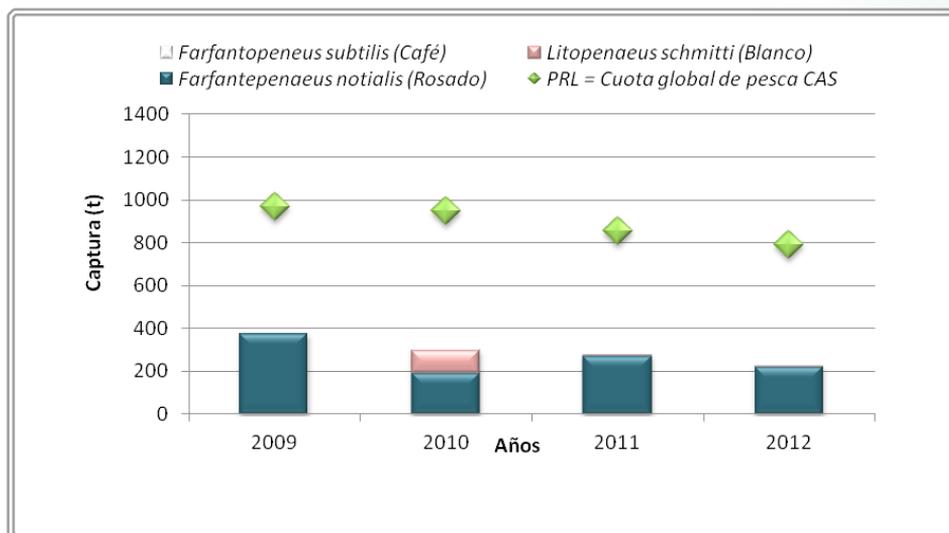


Figura 25. Variación interanual de la captura objetivo en la pesquería de camarón del Caribe colombiano y su relación con la cuota global de pesca anual (punto de referencia).

Interpretación de los resultados

En 2012 la pesquería de CAS en el Pacífico capturó 311,7t, valor 13,4% menor que la captura en 2011 y correspondiente al 37,8% de la cuota global de pesca (PRL= 824t; Figura 24). El camarón blanco (*L. occidentalis*) representó el 30,7% de las capturas objetivo, seguido del tití (*X. riveti*; 65,2%) y pink (*F. brevisrostris*; 3,8%). La captura del CAP (456,7t) aumentó en más del 50% con respecto a 2011 y estuvo compuesta por pink (*F. brevisrostris*; 81,2%), coliflor (*S. agassizi*; 18,5%) y blanco (*L. occidentalis*; 0,2%), además correspondió al 48,5% de la cuota de pesca asignada para 2012 (Figura 24). Al igual que en años anteriores las capturas estuvieron por debajo de las cuotas asignadas, lo que implica que tales cuotas podrían estar sobre-estimadas, debido al actual estado entre fases de sobre-explotación y recuperación del recurso, especialmente para aguas someras (INVEMAR, 2012). Las especies dominantes en las capturas se han mantenido desde 2008 y en el CAP el volumen de captura de camarón pink ha ido en ascenso y el de coliflor en descenso.

La captura del CAS en el Caribe durante 2012 fue 224,6t; valor menor al de 2011 (278,2 t) (Figura 25). El camarón rosado (*F. notialis*) representó el 99,9% de la captura objetivo, seguido del blanco (*L. schmitti*; 0,1%). A pesar de que esta captura representa el 28,4% de

la cuota de pesca para el 2012 (PRL= 790t), se debe considerar que en la última década se reportó que el recurso pasó de ser sobre-explotado a colapsado con indicios de recuperación (Páramo *et al.*, 2006; Manjarrés *et al.*, 2008; Páramo y Saint-Paul, 2010).

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. La información presentada corresponde solo a la captura objetivo de especies de camarón. La fauna acompañante es mostrada en otro indicador.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Se recomienda analizar este indicador junto con otros para fines de manejo pesquero. Por sí solo muestra que la producción pesquera industrial de camarón en el Pacífico aumentó en 2012; no obstante, esto no es indicador de un estado de recurso saludable.

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 artes 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. Información usada por la autoridad pesquera.

Periodo reportado

- 2007 a octubre de 2012 para el Pacífico.
- 2010 a octubre de 2012 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador

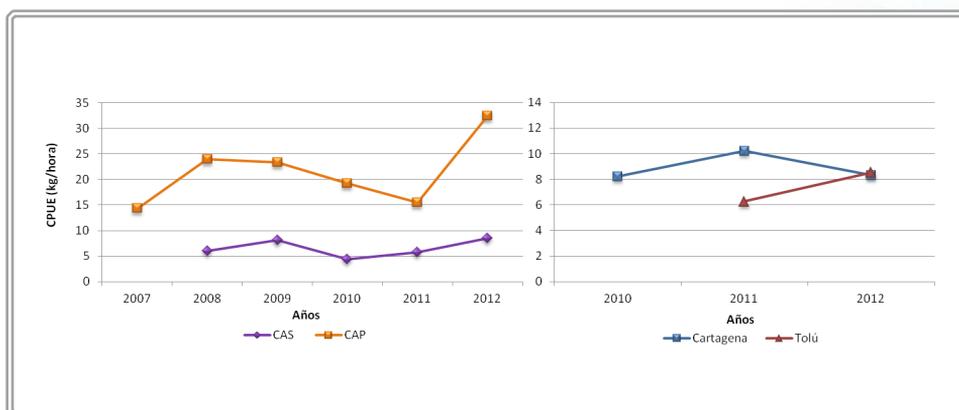


Figura 26. Variación interanual de la captura por unidad de esfuerzo (kg/h) estimada en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y Caribe (B) colombiano.

Interpretación de los resultados

La CPUE del CAS en el Pacífico durante 2012 (8,4kg/h) fue la más alta presentada en los tres últimos años (5,8 kg/h en 2011; 4,3 kg/h en 2010 y 8,1 kg/h en 2009), lo cual podría indicar recuperación del recurso después de una fase de agotamiento (Figura 26 A). De la misma manera, la CPUE del CAP en 2012 fue 32,45 kg/h, correspondiendo al mayor valor registrado desde 2007 (Figura 26 A) y confirmando el estado de moderada explotación que debe mantener la pesquería.

En el Caribe la CPUE del CAS para el puerto Tolú (8,5 kg/h) aumentó con respecto al año 2011 (6,3 kg/h Figura 26 B). Por otra parte para el puerto Cartagena (8,3 kg/h) se encontró un descenso en comparación con 2011 (10,2 kg/h); pese a la disminución en el esfuerzo en faenas de la flota con base en este puerto (43 en 2011 y 39 en 2012). Lo anterior implica que el recurso continúa entre estado de agotamiento y recuperación, muy sensible a cambios del esfuerzo de pesca o efectos ambientales.

Limitaciones del indicador

La calidad de la estimación de la CPUE es altamente dependiente de la información que las empresas pesqueras suministran, por tanto, la negativa de algunos industriales para suministrar información confiable no permite una evaluación más precisa del estado de este recurso.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Las poblaciones de camarones objeto de pesca industrial, tanto en el Caribe como Pacífico, 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 deben verificarse a través de un control del esfuerzo de pesca permisible. Para el caso del CAS en el Pacífico, se debe igualmente hacer fuerte control sobre el esfuerzo y selectividad de la pesca artesanal realizada con artes como el riflillo, trasmallo electrónico y la changa (red de arrastre pequeña). Para el CAP, las medidas de manejo deben dirigirse a mantener niveles de esfuerzo por debajo del rendimiento máximo sostenible.

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 contrastarlo 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.

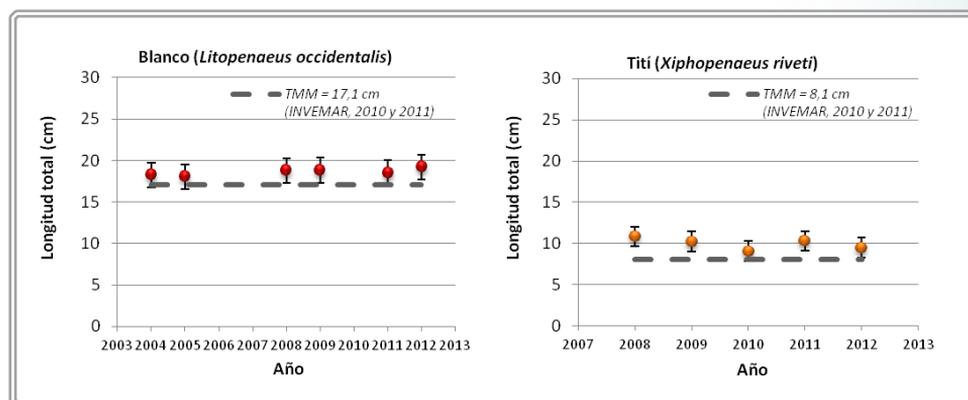
Fuente de los datos e información

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. Información usada por la autoridad pesquera.

Periodo reportado

- 2004 a octubre de 2012 para el Pacífico.
- 2010 a octubre de 2012 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador



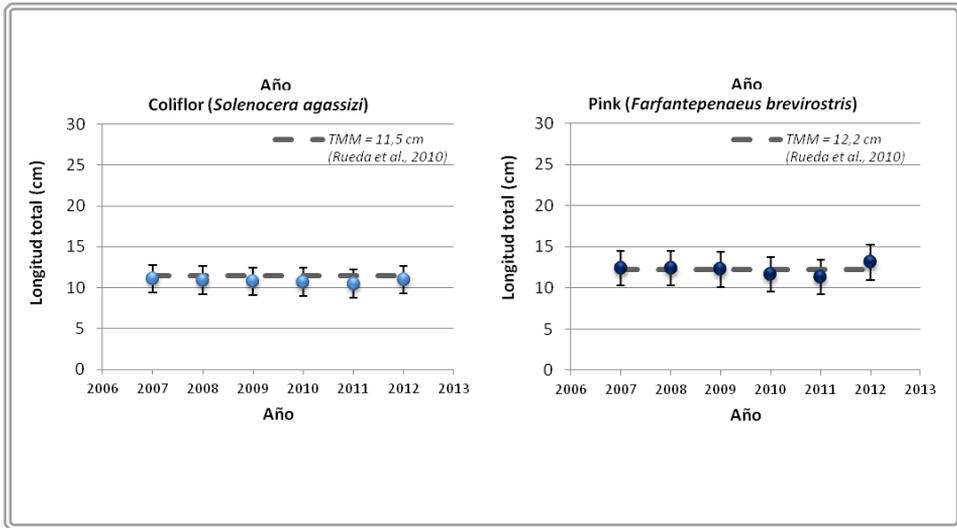


Figura 27. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de las principales especies en las pesquerías de camarón del Pacífico con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).

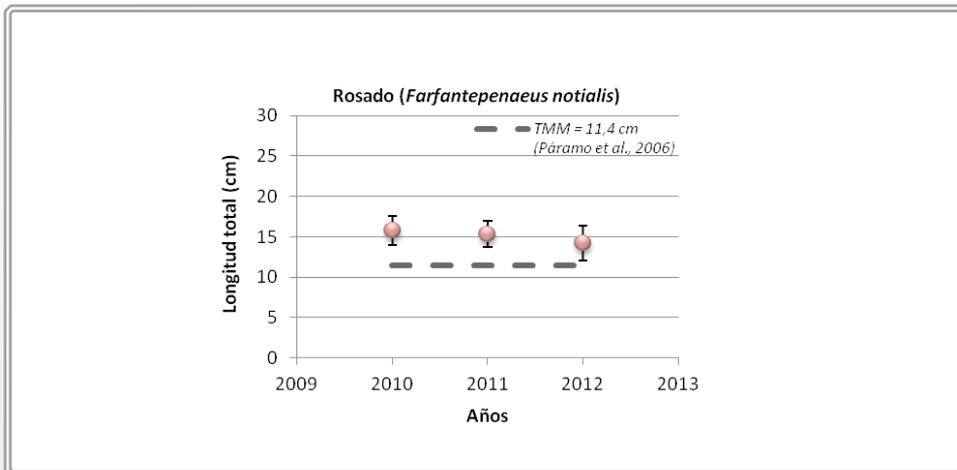


Figura 28. Variación interanual de las tallas medias de captura (TMC) de las hembras de *F. notialis*, principal especie en la pesquería de CAS del Caribe colombiano con respecto al punto de referencia límite (PRL) que es la talla media de madurez sexual (TMM).



Interpretación de los resultados

De las cinco especies de camarón evaluadas en el país (Figura 27 y Figura 28), tan solo *S. agassizi* (coliflor) presentó un riesgo alto de sobrepesca por reclutamiento ya que la TMC calculada (11 cm) sigue siendo inferior al PRL (11,5 cm; Figura 27 C). Las demás especies, *L. occidentalis*, *X. riveti*; *F. brevis* y *F. notialis* (Figura 27, 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 al permitir que desove al menos un 50% de las hembras (García y Le Reste, 1981).

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, por lo que la calidad de la estimación depende de que el diseño de muestreo sea lo suficientemente representativo para extrapolarlo al total de faenas efectuadas por la flota. La negativa de algunos industriales para permitir la realización del muestro, limita el alcance espacio temporal y sesga la precisión de la estimación.

Recomendaciones y alternativas de manejo

A fin de conservar en el Pacífico la estructura de la población desovante para el camarón coliflor, 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. Información usada por la autoridad pesquera.

Periodo reportado

- 2005 – 2012 para el Pacífico.
- 2010 – 2012 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador

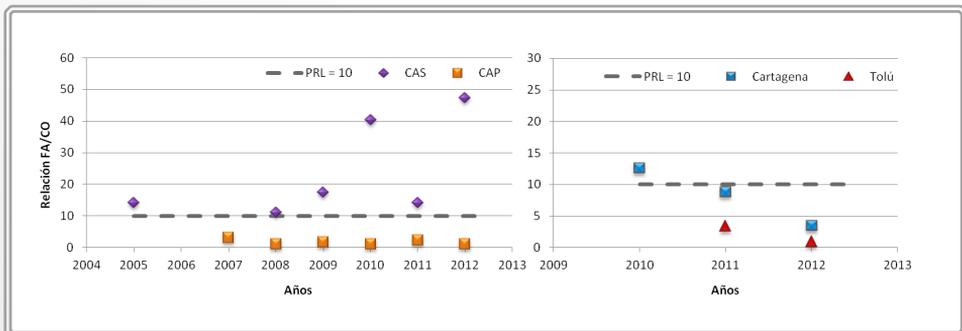


Figura 29. Variación interanual de la relación fauna acompañante/captura objetivo (FA/CO) en las pesquerías de camarón del Pacífico (A) y del Caribe colombianos (B).

Interpretación de los resultados

En la pesquería del CAS en el Pacífico colombiano la relación FA:CO para el 2012 fue de 47,4:1, siendo el valor más alto desde que se tiene registro y reflejando el fuerte impacto sobre la biodiversidad marina (Figura 29A).

Se encontró que 66% de los organismos descartados fueron especies de peces de valor comercial que en estado adulto son aprovechados por otras pesquerías (e. g. *Diplectrum* spp, 15,2%), lo que genera una externalidad incidental hacia otras pesquerías (Seijo *et al.*, 1998), comprometiendo la seguridad alimentaria de miles de pobladores del litoral Pacífico. En la pesca del CAP, la relación FA:CO fue de 1,1:1, manteniéndose en esta tendencia desde que inicio la pesquería, lo que redundo en un menor impacto sobre la biodiversidad; no obstante, el 59% del descarte evaluado estuvo compuesto por especies de valor comercial.

En el Caribe, la relación FA/CO fue de 3,1:1 para la flota con puerto base en Cartagena y de 0,9:1 para los barcos con puerto base en Tolú (Figura 29B). El caso de Cartagena, a pesar que la flota pesca normalmente hacia la Guajira, en especial durante el primer semestre del año, las faenas de pesca que fueron monitoreadas dirigieron su esfuerzo pesquero hacia la zona permitida del Golfo de Urabá. Por otro lado, de la flota que desembarca en Tolú se obtuvo una relación bastante baja (0,94:1) si se compara con la obtenida el año anterior (3,4:1).

Limitaciones del indicador

Este indicador depende de la representatividad del muestreo a bordo, por tanto, la negativa de algunos industriales para permitir la realización del muestreo, limita el alcance espacio temporal y sesga la precisión de la estimación. 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). 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 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.

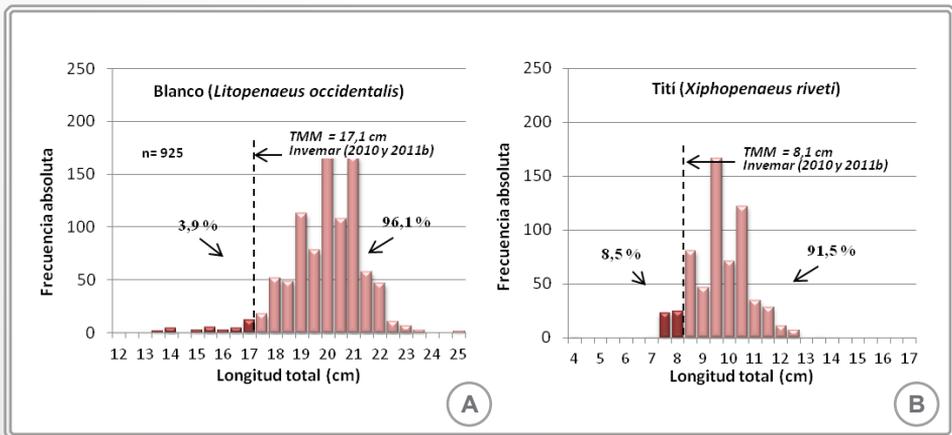
Fuente de los datos e información

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. Información usada por la autoridad pesquera.

Periodo reportado

- 2012.

Reporte o cálculo del indicador



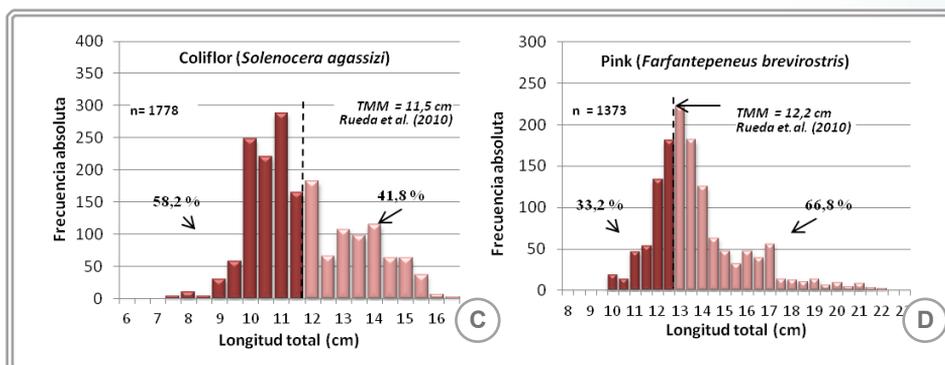


Figura 30. Estructura de tallas para las hembras de las principales especies objetivo en las pesquerías de CAS (A y B) y de CAP (C y D) del Pacífico colombiano durante 2012, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de ma madurez (TMM).

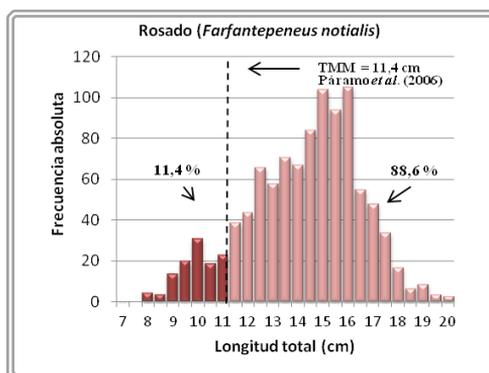


Figura 31. Estructura de tallas para las hembras de la principal especie objetivo en la pesquería del Caribe colombiano durante 2012, indicando la fracción juvenil y adulta de las capturas y el valor de la talla media de madurez (TMM).

Interpretación de los resultados

Las hembras muestreadas del CAS en el Pacífico y en el Caribe, eran en su mayoría maduras (94,2% para blanco, 91,5% para tití y 88,6% para rosado; Figura 30 A, B y Figura 31), indicando poca presión de pesca sobre la estructura poblacional de estos recursos. Por otro lado, aunque las proporción de hembras maduras de CAP no fueron tan bajas (41,8% para coliflor y 66,8% en el caso de camarón pink; Figura 30 C, D), la TMC estuvo muy cerca de la TMM, lo que implica riesgo de sobrepesca por reclutamiento.

Limitaciones del indicador

Este indicador es calculado de un monitoreo a bordo de la flota, por lo que la calidad de la estimación depende de la representatividad de dicho muestreo. Dado que el PRL usado es la TMM, la calidad de esta estimación incide de manera directa en la interpretación de la TMC.

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 útiles para 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.

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. Información usada por la autoridad pesquera.

Periodo reportado

- 2007 a 2012 para el Pacífico.
- 2009 a 2012 para el Caribe.

Reporte o cálculo del indicador

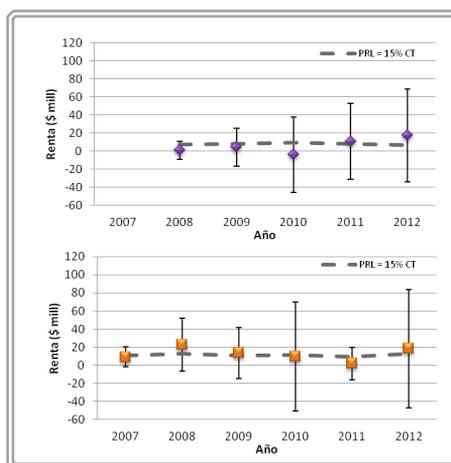


Figura 32. Variación interanual de la renta promedio por faena (\pm DE) en las pesquerías de CAS (A) y CAP (B) en el Pacífico colombiano. CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).

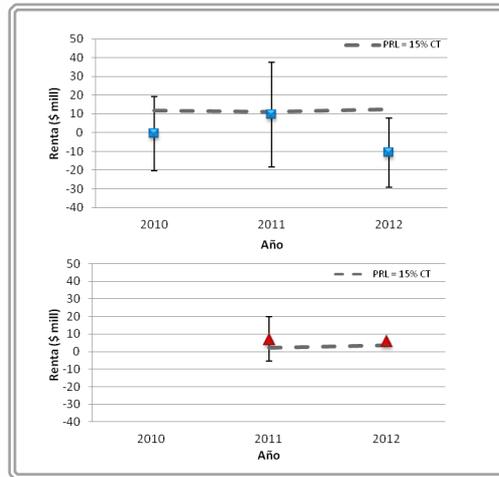


Figura 33. Variación interanual de la renta promedio por faena (\pm DE) en las pesquerías de CAS del Caribe colombiano, con puerto de desembarco Cartagena (A) y Tolu (B). CT = Costos totales. (- - - PRL = 15%CT).

Interpretación de los resultados

Se estableció arbitrariamente como PRL que la renta correspondiera al 15% de los costos totales promedio de una faena. Para la pesquería del CAS del Pacífico, la renta promedio (\$17,6 \pm 50,3 millones) (Figura 32A), refleja que en algunos casos se superó el PRL (\$6,9 millones) y que en general hubo una recuperación económica de la actividad comparada con los últimos años. Así como en 2011, el 50% de los ingresos de esta pesquería fueron aportados por la CI con fines de alcanzar un margen de ganancia, generando un impacto negativo sobre la biodiversidad marina asociada. Para la pesquería del CAP la renta económica (\$18,1 \pm 63,1 millones; Figura 32B) está levemente por encima del PRL (\$12,9 millones) y denota signos de recuperación económica con respecto a los dos últimos años. Para esta flota los ingresos provienen en su mayoría de la CO (\$81,2 \pm 52,4 millones), por lo que el aumento en la renta es reflejo del incremento en la abundancia del camarón para el presente año.

Para la flota de CAS que desembarca en Cartagena, la renta promedio (\$-10,7 millones \pm 18,4 millones DE), estuvo muy por debajo del PRL (\$12,5 millones). A pesar de que las capturas en los dos últimos años se mantienen constantes (278,2 t - 224,6 t), la baja



rentabilidad se debe a los altos costos de operación y bajos precios de la CO (Figura 33A). La representatividad de la CI en los ingresos percibidos incentiva la captura de este tipo de especies y genera una perturbación en la composición de la comunidad íctica demersal, ya que se dirige a juveniles y peces pequeños.

Para la flota de Tolú la renta (\$5,9 millones \pm 12,6 millones DE), fue superior al PRL (\$3,4 millones) y levemente inferior a la del 2011 (Figura 33B). En este puerto, los ingresos en su gran mayoría, provienen de la CO (28,7 millones \pm 5,04 millones DE), los del CI son bajos, ya que están compuestos por especies poco comerciales con tallas pequeñas. Las diferencias entre las dos flotas pueden ser atribuidas a los bajos costos de operación de la flota de Tolú (22, millones \pm 12,4 millones DE), comparados con los de la flota de Cartagena (91,5 millones \pm 21,7 millones DE).

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, es imperante 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

Colombia es el único país de América del Sur con costa sobre dos océanos, Pacífico y Caribe, con aproximadamente 3.000km, lo que significa, una posesión de 988.000km² de zona marina con potencial interés económico. Aunque la acuicultura se ha consolidado como el sector de más rápido crecimiento en la producción mundial de alimentos y actualmente contribuye con cerca del 50% del alimento de origen acuático para consumo humano en el mundo (CENIACUA, 2010), en nuestro país la principal actividad económica proveniente de la acuicultura se reduce al cultivo del camarón *Penaeus vannamei* y la cobia (*Rachycentron canadum*). Los demás cultivos peces (pargos sábalo), moluscos (ostiones, pulpo), crustáceos (langostas) están en el momento en estado de experimentación.

La producción y comercialización de camarón de cultivo es una actividad agropecuaria con menos de 30 años de historia en Colombia. Desde sus inicios la producción de camarón de cultivo se intentó en los dos litorales con que cuenta Colombia. En el litoral Pacífico, con 1.300 km, el cultivo se centró en la zona de Tumaco; sin embargo, la aparición de enfermedades, especialmente el virus de la mancha blanca (WSSV), ha llevado a una significativa reducción en producción y área cultivada. El Caribe con 1.700km registra ventajas comparativas importantes en cuanto a infraestructura y el aspecto sanitario del camarón, por lo cual hoy en día, la mayor parte de la producción se concentra en dicha costa (Newmark *et al.*, 2009). Pese a la excelente calidad de la semilla, las limitantes radican en el alto costo del alimento concentrado, el riesgo de nuevas enfermedades, debido a la alta sensibilidad del camarón y las alteraciones del orden público que afectan su entorno.

La cobia incursionó en el 2009 y se convierte en la primer pez que se cultiva en jaulas flotantes a mar abierto en las inmediaciones de la isla de Tierrabomba en Cartagena; tiene alto valor, rendimiento y habita en todos los mares tropicales y subtropicales del mundo (incluidas el Caribe colombiano). Una de las preocupaciones de sus cultivadores es que la alimentación de este animal es bastante costosa, teniendo en cuenta que para que llegue al crecimiento esperado requiere una alta cantidad de proteínas. Aunque Colombia posee condiciones naturales únicas para el desarrollo de la acuicultura marina, esta actividad todavía es incipiente y aún no impacta en el medio ambiente; sin embargo si aumenta, las actividades humanas producen cambios en los ecosistemas, los que, muchas veces, generan efectos adversos como por ejemplo introducción de especies sin permiso, sustancias químicas y antibióticos, eutroficación, desechos entre otros.



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 marino 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, la Corporación Colombia Internacional - CCI, ACUANAL y AGROCADENAS CAMARÓN.

Periodo reportado

- 1995 a 2012 (corte a junio de 2012).

Reporte o cálculo del indicador

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

		Caribe					Pacífico	TOTAL
		Atlántico	Bolívar	Córdoba	Guajira	Sucre	Nariño	
Área instalada (ha)	2009	168	1.682	432	100	793	*	3.175
	2010	163	1.532	405	100	793	*	2.993
	2011	163	1.532	405	100	793	1.545	4.538
	2012	*	*	*	*	*	*	*
Área activa (ha)	2009	127	1.264	45	11	793	*	2.240
	2010	126	1.052	0	0.7	793	*	1.971
	2011	126	1.052	0	0.5	793	271	2.242
	2012		*	*	*	*	*	*
Producción (t/año)	2009	114	4.843	302	274	11.591	260	185
	2010	30	5.500	63	87	6.655	241	12.865
	2011	41	2.522	0	0	5.554	346	10.474
	2012	*	*	*	*	*	*	*
		185	12.865	365	361	23800	847	38.423

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

Interpretación de los resultados

El sector camaronero en la costa Caribe ha reducido su área de infraestructura instalada de 3.175 hectáreas (ha) en 2009 a 2.993 ha en 2011. Así mismo, la superficie dedicada al cultivo ha disminuido de 2.240ha (2009) a 1.971ha (2011), que corresponden a un reducido número de granjas que están en operación total o parcialmente y que al estar inactivas conlleva a un deterioro de las mismas.

Entre 2009 y 2011, la producción de camarón de cultivo estuvo concentrada principalmente en Sucre y Bolívar, aportando en 2011 el 95% del total producido para la costa Atlántica. Sin embargo, la producción ha disminuido, sobresaliendo el departamento de Bolívar que pasó de 5.500t a 2.522t. Entre las principales razones que incidieron en este comportamiento se relacionan los costos elevados de producción y la baja cotización del dólar en el mercado, que a su vez desestimuló las exportaciones y por ende la producción. También el invierno ocurrido en el segundo semestre de 2011, afectó esta producción. En cuanto a la costa del Pacífico (Nariño), la producción paulatinamente se ha recuperado de 260t (2010) a 346t (2011) de los problemas de enfermedades causadas por el virus de la mancha blanca (WSSV) que azotaron los años 2006 y 2007.

A diciembre de 2012, no fue posible obtener la información por parte de los entes que la recopilan, sobre área instalada (Ha), área activa dedicada al cultivo ni tampoco producción de camarón (toneladas) por departamento para las dos costas.

Limitaciones del indicador

La incertidumbre implícita en los datos obtenidos de la fuente.

Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican por el momento.



Indicador anual de la acuicultura marina nacional

Definición e importancia del indicador

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, la Corporación Colombia Internacional - CCI, ACUANAL y AGROCADENAS CAMARÓN.

Periodo reportado

- Camarón de cultivo: 1995-2012. (corte a junio de 2012).
- Cobia: 2010 a 2012. (corte a octubre de 2012).

Reporte o cálculo del indicador

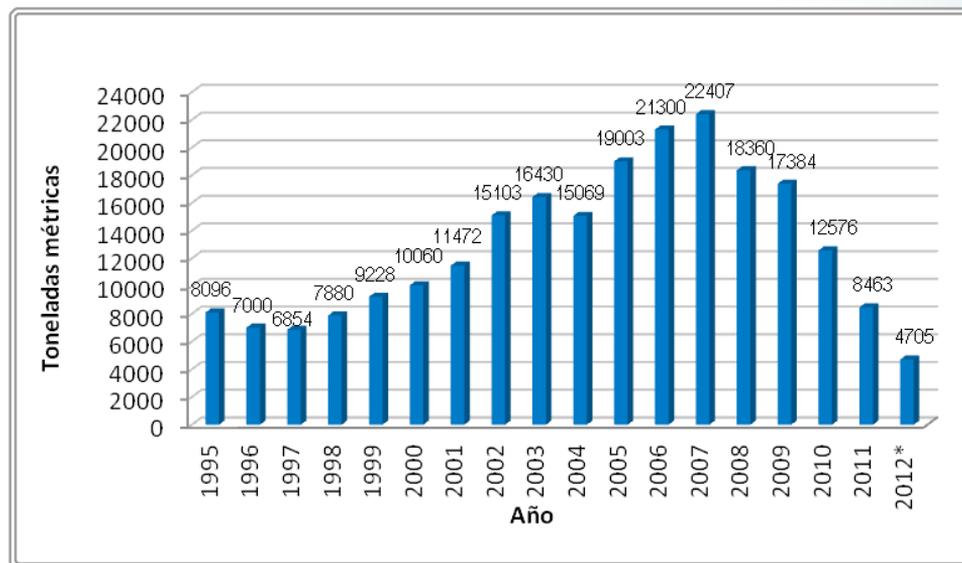


Figura 34. Producción anual de cultivo del camarón *P. vannamei* en Colombia (hasta junio de 2012).

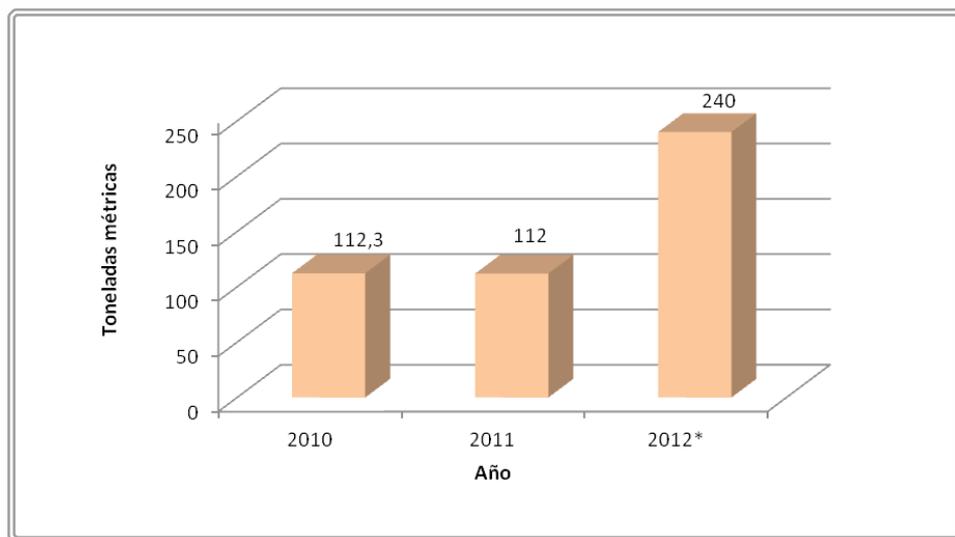


Figura 35. Producción anual de cultivo de cobia *Rachycentron canadum* en Colombia (hasta octubre de 2012).

Interpretación de los resultados

El cultivo del camarón *Penaeus vannamei* representa el segundo renglón en importancia dentro de la acuicultura nacional, superado por el volumen de la producción del sector piscícola. Para el primer semestre del 2012, su producción fue de 4.705t (Figura 34).

Con relación al cultivo de cobia (*Rachycentron canadum*) la actividad ha incrementado su producción desde que incursionó en el 2010, aumentó de 112t en el 2011 a 240t a octubre de 2012 (Figura 35).

Limitaciones del indicador

La incertidumbre implícita en los datos obtenidos de la fuente.

Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican por el momento.

▼ BIOPROSPECCIÓN MARINA

La bioprospección es una herramienta que puede convertir a países con gran biodiversidad como Colombia en potenciales fuentes de productos con amplias posibilidades de aplicación. Para que los procesos de bioprospección se lleven a cabo, deben darse una gama de interacciones que compromete desde el conocimiento tradicional, pasando por el científico y tecnológico de entes académicos e investigativos del país.

En este informe se evidencia que las investigaciones relacionadas con la búsqueda de compuestos con bioactividad de productos naturales marinos colombianos, han disminuido considerablemente reportando para este informe un incremento de dos publicaciones con respecto al informe del 2011 (INVEMAR, 2012), una sobre un coral y la otra sobre una esponja (Márquez,-Fernández *et al.*, 2012 y Tello *et al.*, 2012) (Tabla 13).

Tabla 13. Consolidado de especies cuya bioactividad ha sido evaluada y las que se han caracterizado químicamente hasta el 2011 y las publicadas en el 2012.

Grupo	Número estimado de especies	Especies ensayadas hasta 2011	Especies ensayadas 2012	Especies caracterizadas químicamente hasta 2011	Especies caracterizadas químicamente 2012
Equinodermos	296	7	0	6	0
Bryozoa	113	0	0	0	0
Poliquetos	246	0	0	0	0
Corales	97	11	1	7	1
Antipatharios	13	0	0	0	0
Anemonas	22	0	0	0	0
Hidrozoos	65	0	0	0	0
Esponjas	314	100	1	34	0
Algas	565	23	0	18	0
Zoantideos	43	3	0	3	0
Total	1.774	144,0	2,0	68	1

Lo anterior es evidencia de que la investigación en el tema sigue estando limitada posiblemente por la duración de los proyectos, los altos costos relacionados con equipos, insumos y personal calificado que se requieren. Se deben redoblar los esfuerzos para avanzar en el conocimiento del potencial de la biodiversidad marina colombiana, con miras a obtener fuentes alternativas de recursos explotables de manera sustentable.

Indicador de especies bioprospectadas (ensayadas)

Definición e importancia del indicador

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.

Periodo reportado

• 2007-2012.

Reporte o cálculo del indicador

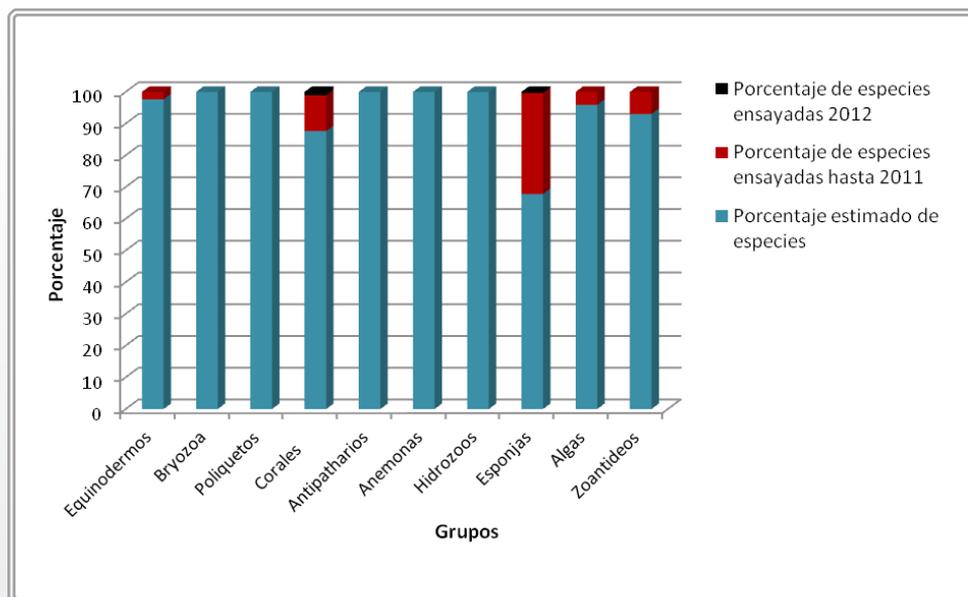


Figura 36. Especies de organismos marinos por grupos ensayadas para evaluar su bioactividad.



Interpretación de los resultados

Durante el 2012 sólo se publicaron resultados de la evaluación de 2 especies de organismos marinos, para un total de 146 especies evaluadas de las 1.774 especies estimadas para el país (Figura 36).

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 manejo

Existe una base de datos de especies y ensayos realizados disponible en el SIAD y actualizada anualmente, pero debe incluir información que sea generada por las instituciones de investigación y los entes de control.

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 2012.

Definición e importancia del indicador

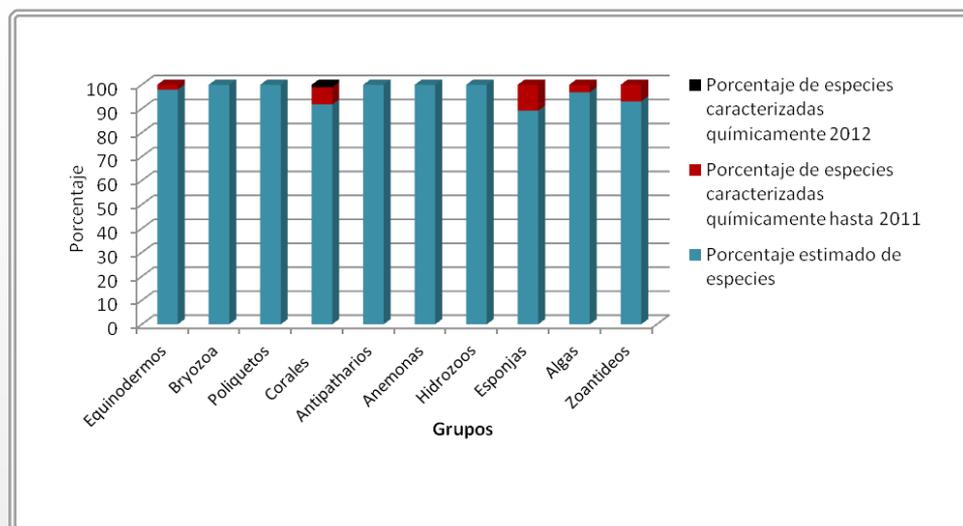


Figura 37. Especies de organismos marinos cuyos extractos han sido caracterizados químicamente.



Interpretación de los resultados

En el 2012 se redujo a una el número de publicaciones en el tema de caracterización química de los compuestos de organismos marinos, la cual avanzó en la caracterización de una especie de esponja (Figura 37).

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 manejo

Existe una base de datos de especies y ensayos realizados disponible en el SIAD y actualizada anualmente, pero debe incluir información que sea generada por las instituciones de investigación y los entes de control.

▼ CONTAMINACIÓN Y APORTES DE CARGAS A LA ZONA COSTERA

Fuentes terrestres de contaminación de las aguas marinas y costeras

La contaminación marina está estrechamente relacionada con el aumento creciente de las poblaciones costeras y el desarrollo de las actividades socioeconómicas en las cuencas hidrográficas, principalmente la parte baja y en los litorales, las cuales juegan un papel significativo en el deterioro de los recursos naturales (Vivas-Aguas *et al.*, 2011). Para hacer un análisis detallado de dicha situación es necesario empezar por identificar las fuentes en las cuales se originan los contaminantes, las vías por donde estos llegan a los estuarios y al mar, los flujos y la dinámica que experimentan en el medio marino y la manera como afectan a los ecosistemas, a los pobladores costeros y sus actividades (Garay *et al.*, 2001; Restrepo *et al.*, 2006).

A nivel mundial el crecimiento de la población es una de las principales causas del deterioro ambiental, y la zona costera de Colombia no es la excepción, ya que alberga cerca de 4,7 millones de habitantes (11,9 % del total nacional; DANE, 2005) de los cuales el Caribe concentra el 83,2% (81 % de urbanización superior al promedio nacional), y el Pacífico el 16,8% restante de la población (63 % de área urbanizada; DNP, 2007; DANE, 2011).

El uso de las corrientes y cuerpos de agua como vías de transporte, sumidero de residuos domésticos, agrícolas e industriales que reciben en mayor o menor grado el aporte de las cargas contaminantes, logran reducir la calidad del agua a lo largo de las cuencas hidrográficas y en la zona costera, ya que un 90% de los contaminantes es transportado por los ríos al mar, amenazando la salud humana y el funcionamiento natural de los ecosistemas marino-costeros (Escobar, 2002; UNEP-RCU/CEP, 2010). En la costa Caribe, las principales vías de entrada de contaminantes al mar provienen de las cuencas de los ríos Magdalena, Atrato y Sinú; y en el Pacífico, aunque con una menor proporción la mayor carga contaminante la transportan los ríos San Juan, Mira y Patía (Figura 38).



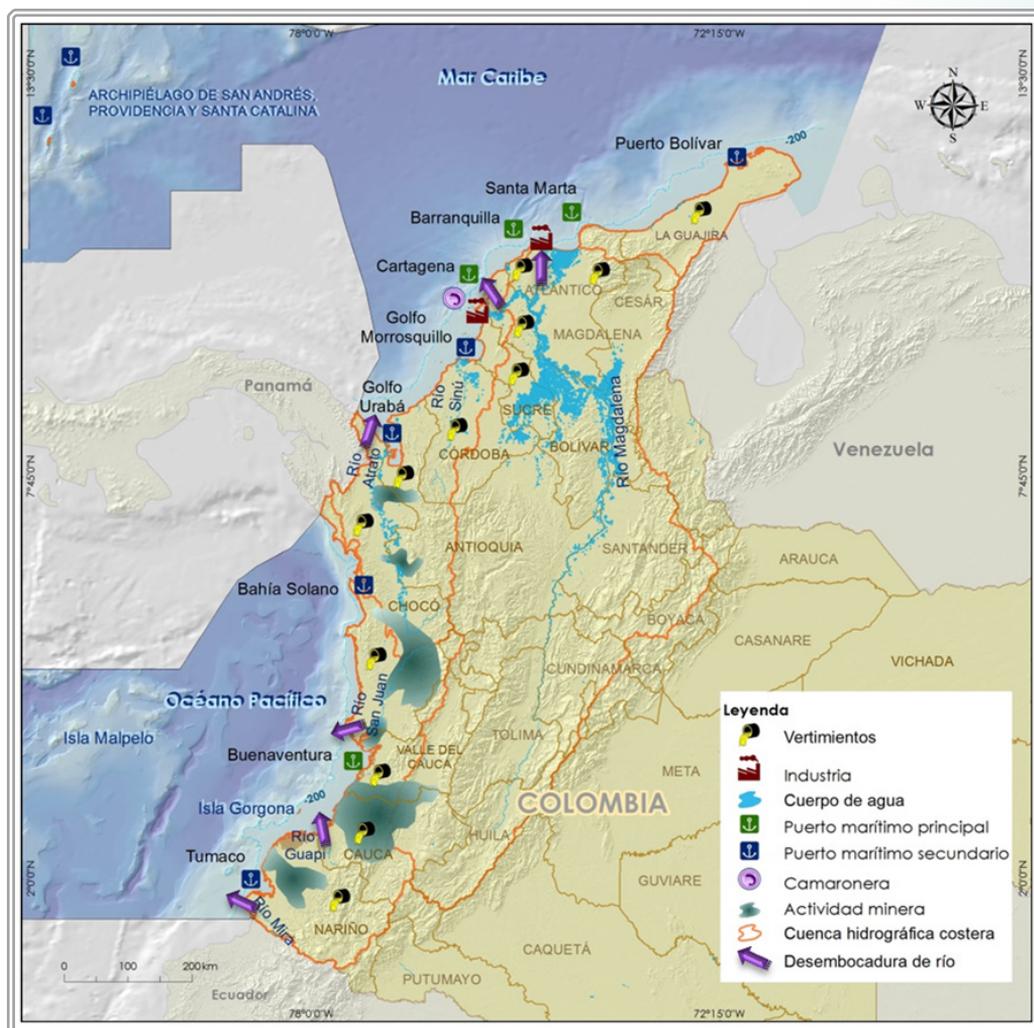


Figura 38. Principales fuentes terrestres de contaminación a las aguas marinas y costeras de Colombia (IGAC, 2002; Supertransporte, 2008; DANE, 2011).

Aguas Residuales Domésticas

Las aguas residuales domésticas (ARD) son el vertimiento al mar más común de los municipios costeros en Colombia, debido a que son pocos los municipios que cuentan con adecuados sistemas de tratamiento y disposición final (INVEMAR y MADS, 2011) y teniendo en cuenta que los residuos líquidos domésticos contienen material disuelto en suspensión, materia orgánica, detergentes,

sólidos, microorganismos de origen fecal que aumentan la DBO_5 y su inadecuada recolección, tratamiento y disposición ha generado una creciente problemática de contaminación ambiental y sanitaria en el país (IDEAM, 2010; Federación Colombiana de Municipios, 2012).

De los cerca de 4,8 millones de habitantes asentados en las costas colombianas (proyecciones DANE 2012) se calculó que producen alrededor de 714.000 m^3 /día de ARD, según la metodología UNEP-RCU/CEP, 2010), de este volumen se estima que el 34% es vertido sin un adecuado tratamiento previo directamente en cuerpos de agua superficial, y su impacto sobre el ambiente depende en cierta medida, de los sistemas de tratamiento de agua residual (STAR) instalados en cada municipio y la cobertura de alcantarillado. No obstante, la gran mayoría de poblaciones costeras no cuentan con STAR y su cobertura de alcantarillado es baja (Figura 39; Tabla 14), incrementando la problemática de contaminación hídrica en las zonas costeras, dado que las ARD vienen cargadas de un diverso tipo de sustancias contaminantes (Vivas-Aguas *et al.*, 2012).

De acuerdo a los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (STAR) existentes en los municipios costeros del país, las lagunas de oxidación y estabilización son las más frecuentes (Tabla 14) y las que más se emplean en comunidades rurales por su flexibilidad, bajo costo de inversión, operación y mantenimiento, siendo una opción viable para el tratamiento de aguas residuales municipales (Mindesarrollo, 2000).

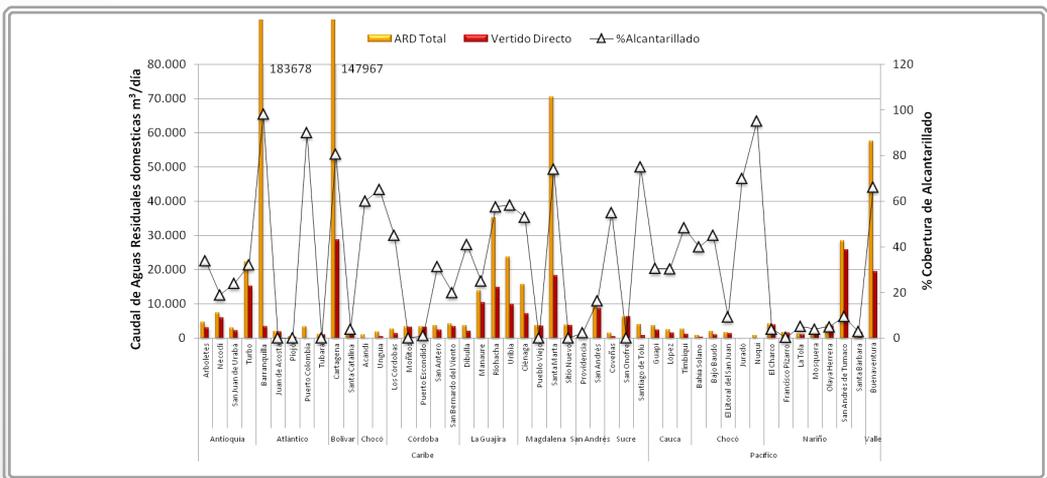


Figura 39. Caudal calculado de producción y vertido de aguas residuales domésticas y cobertura de alcantarillado de los municipios costeros de Colombia⁶.

⁶ Fuente caudal: cálculo INVEMAR, metodología RAS-2000. Fuente población y cobertura alcantarillado: Censo General 2005 proyecciones DANE 2012; Federación Colombiana de Municipios, 2012.



La carga doméstica total calculada para el 2012 (UNEP-RCU/CEP, 2010) fue de 30.270 t/año de materia orgánica representada en DBO₅ y 60.540 t/año de DQO; de 7.265 t/año de nitrógeno inorgánico disuelto, 484 t/año de fósforo inorgánico, 30.270 t/año de sólidos en suspensión y 1,2 x 1020 NMP/año de microorganismos de origen fecal como los coliformes. De esta producción las poblaciones de la costa Caribe aportaron el 71 % y el Pacífico sólo el 29 %, de acuerdo a la cobertura de alcantarillado de cada municipio y el número de habitantes, fue la ciudad de Cartagena la que contribuyó con el mayor caudal de vertido directo (28.780 m³/día) y con cargas del orden de 3.433 t/año de DBO₅, 6.866 t/año de DQO, 824 de nitrógeno inorgánico disuelto; 54,93 t/año de fósforo inorgánico, 3.424 t/año de sólidos en suspensión y 1,4 x 1019 de NMP/año de coliformes; seguido por los municipios de Tumaco, Buenaventura y Santa Marta.

Tabla 14. Sistema de tratamiento de aguas residuales (STAR) existentes en municipios costeros del Caribe y Pacífico colombiano⁷.

Municipio	Residuos sólidos (t/mes)	Cobertura Aseo %	Cobertura Acueducto %	Cobertura Alcantarillado %	STAR
San Andrés	-	-	45,6	12,5	Emisario Submarino
Providencia	-	-	73,1	5,2	PTAR
Riohacha	176	60,4	72,1	57,6	PTAR
Dibulla	-	-	54,6	14,6	Laguna de Retención
Manaure	-	-	10,6	13,5	Laguna de Oxidación
Uribia	-	-	3,5	5,2	Laguna de Oxidación
Santa Marta	11.482	99	87	74	Emisario Submarino
Ciénaga	1800	93	87	53	Laguna de Oxidación
Sitio Nuevo	91	0	0	0	No tiene
Pueblo Viejo	159	40	0	0	No tiene
Barranquilla	1184	100	99	98	Laguna de Oxidación
Puerto Colombia	16,23	99	99	90	Laguna de Estabilización
Juan de Acosta	4,7	95	83	0	No tiene
Piojó	2,03	85	99	0	No tiene
Tubará	4,39	95	99	0	No tiene
Cartagena	*21900	100	89,6	76,7	Emisario Submarino
Santa Catalina	*60	0	82	0	No tiene
Tolú	750	89	92	75	Laguna de Estabilización
Coveñas	186,6	90	85	55	Laguna de Estabilización
San Onofre	480	89	92	75	Laguna de Estabilización
San Antonio de Palmito	60	91	95	87	Laguna de Estabilización

Municipio	Residuos sólidos (t/mes)	Cobertura Aseo %	Cobertura Acueducto %	Cobertura Alcantarillado %	STAR
San Antero	32,4	-	61,8	31,3	Laguna de Oxidación
San Bernardo del Viento	16,2	-	31,1	20	Laguna de Oxidación
Moñitos	6,3	-	32,6	0	No tiene
Puerto Escondido	5,1	-	24,2	1	No tiene
Canaletes	4,1	-	36,8	45	Laguna de Oxidación
Turbo	1646	50	44,3	30,9	Laguna de Oxidación
Acandí	-	-	69	29,3	-
Bahía Solano	-	-	83,4	32,1	-
Bajo Baudó	-	-	28,6	10,6	-
Juradó	-	-	20,6	2,5	-
Nuquí	-	-	74,1	12,8	-
San Juan	-	-	27,3	16,7	-
Ungía	-	-	48,5	21,7	-
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
San Andrés de Tumaco	-	-	29,2	5,7	No tiene
Santa Bárbara	-	-	1,2	0,4	No tiene

*Estimada según la población y producción per cápita – CARDIQUE.

⁷ Fuentes: Consejo municipal de Los córdobas, 2008; Consejo municipal de Puerto Escondido, 2008; Vivas-Aguas *et al.*, 2010; INVEMAR y MADS, 2011; Consejo municipal de Canaletes, 2012; Consejo municipal de San Antero, 2012; SUI, 2012; información CORPOGUAJIRA, CORPOURABA; CORPAMAG; CARSUCRE; CVS; CARDIQUE.



De los vertimientos industriales y portuarios que potencialmente llegan al mar en Colombia, las principales cargas se presentan en los municipios de Cartagena (zona industrial de Mamonal), Buenaventura y Tumaco. Pero no se pueden desconocer otras áreas de interés industrial como en Barranquilla la vía 40 que aunque su principal cuerpo receptor es el río Magdalena el área de influencia de los vertimientos es muy cercana al mar; Santa Marta con la presencia del corredor portuario Ciénaga Santa Marta que alberga cuatro puertos o terminales de carbón combinadas con turismo y otras actividades económicas; la zona noroccidental del departamento de La Guajira y en el golfo de Urabá las actividades en Turbo (INVEMAR-MADS, 2011).

De acuerdo a la información recopilada sobre vertimientos puntuales al mar (INVEMAR-MADS, 2011), del total de las empresas analizadas que descargan sus efluentes residuales a las aguas marinas y costeras del Caribe y Pacífico colombiano, el 20,4% realizan la disposición de aguas residuales municipales, el 24,2% se agrupan en un conjunto actividades industriales como el manejo de carnes (3,8%), productos pesqueros (4,5%), cría de animales (7.6%), cultivos (3,8%), y de servicios conexos al suministro de combustible (4,5%), según las actividades económicas de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme-CIIU.

Asimismo se identificó que el 9,5% de los vertimientos provienen de la actividad hotelera y turística, de los cuales el 7% son de centros vacacionales y 2,5% de balnearios turísticos; y además que el 6,4% lo producen las industrias petroleras y sus derivados de efluentes de la extracción de petróleo crudo (3,2%) y de industrias derivadas como la elaboración de formas básicas de plástico (3,2%).

Descarga de ríos

Las concentraciones del monitoreo REDCAM en el año 2011 y los caudales reportados por el IDEAM (2012) mostraron que 40 de los tributarios más importantes que desembocan en los litorales colombianos aportaron en total 16.000 m³/s de aguas cargadas con sólidos, nutrientes, microorganismos y diferentes residuos de sustancias contaminantes (Tabla 15). La carga total que llegó al mar por dichos tributarios en términos de nitrógeno inorgánico disuelto (NID) fue de 241.000 t/a con los mayores aporte en los ríos San Juan (111.860 t/a), Magdalena (50.322 t/año) y Atrato (52.370 t/a) y en cuanto a fósforo inorgánico disuelto fue de 23.000 t/a de las cuales sólo el río Magdalena aportó el 53 % del total; debido a su mayor área de drenaje, transporte de sedimentos, además que es donde se concentra la actividad agrícola del país, sumado a los vertimientos puntuales de aguas residuales que recoge de los municipios del interior del país (Restrepo *et al.*, 2006; CORMAGDALENA, 2007; Restrepo *et al.*, 2006).

Los 40 tributarios descargaron 9×10^7 t/a de sólidos en suspensión, de los cuales el 55 % lo aporta el río Magdalena y el 25 % el río San Juan en el Pacífico. En cuanto a la contaminación fecal los tributarios evaluados aportaron 2×10^{24} NMP/a de microorganismos de origen fecal en términos de coliformes termotolerantes (CTE), relacionados con los vertimientos de aguas residuales domésticas

que tienen altas concentraciones de coliformes, bacterias que pueden generar riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales a la salud humana. Por este razón, las descargas de los ríos y las escorrentías agrícolas, especialmente las que se producen en épocas de altas precipitaciones son consideradas las principales vías de entrada de sustancias contaminantes hacia las costas y mares, ya que pueden ocasionar fuertes cambios en el litoral y en los ecosistemas (Escobar, 2002; Restrepo *et al.*, 2005; Restrepo *et al.*, 2008).

Tabla 15. Caudal histórico medio y carga anual estimada de contaminantes que aportaron los principales tributarios al litoral Caribe y Pacífico colombiano en el 2011⁸.

Departamento	Corriente	Caudal m ³ /s	NID t/a	PO ₄	DBO ₅	SST	HDD	CTE NMP/a	CTT
Antioquia	Atrato Matuntugo	1874,89	52368	296	2,2E+05	3,7E+06		2,1E+24	3,3E+24
	Guadualito	2	4	0,32	7,9E+01	7,6E+03		4,1E+16	8,8E+17
	Mulatos	4,69	3	0	2,2E+02	8,5E+05		3,5E+18	1,4E+19
	Necoclí	3	2	0,5	1,3E+02	4,6E+03	0,003	3,4E+16	6,9E+16
	Currulao	6,74	112	1	4,0E+02	1,6E+05		1,2E+19	1,8E+19
	León	75,05	86	12	3,4E+03	3,7E+06	0,1	3,9E+21	1,1E+22
	Turbo	3,57	4	1	5,3E+01	1,3E+04		7,5E+17	2,8E+18
Atlántico	Clarín	23	161	19		2,1E+05	1,6	3,2E+17	2,1E+18
	Magdalena	7200,83	50322	12047		4,9E+07	660	7,2E+22	8,4E+22
Bolívar	Caño Correa	128,34	1215	162	6,3E+02	6,1E+04		9,3E+17	9,3E+17
	Canal del Dique	427,26	4231	1684	9,9E+03	2,6E+06		2,7E+18	6,9E+18
Córdoba	Sinú	394,5	2251	120		1,6E+06	250	1,1E+20	5,8E+20
La Guajira	Cañas	12	71	13		2,4E+03	2,1	1,7E+18	3,6E+18
	Jerez	15	119	16		3,0E+03	0,6	3,5E+17	1,2E+18
	Palomino	25,37	1118	45		1,1E+04	0,9	1,5E+19	1,7E+19
	Ranchería	8,22	41	25		2,5E+04	0,6	2,4E+18	3,5E+18

⁸ HDD hidrocarburos del petróleo; NID: nitrógeno inorgánico disuelto (amonio+ nitritos + nitratos); PO₄: ortofosfatos; SST: sólidos suspendidos totales; CTE: Coliformes termotolerantes; CTT: Coliformes totales; DBO₅: demanda bioquímica de oxígeno. Fuente caudal: serie de tiempo 1959-2010 (IDEAM, 2012); Restrepo, 2006; Garay *et al.*, 2006: Fuente concentraciones: Base de datos REDCAM (INVEMAR, 2012).



Magdalena	Buritaca	89,84	170	99		3,5E+04	1,1	1,4E+18	3,9E+19
	Córdoba	10	30	21		8,7E+03	0,2	2,5E+17	8,5E+18
	Don Diego	38,62	91	43		2,1E+04	1,2	4,1E+17	1,6E+19
	Gaira	2,74	7	8		3,5E+03	0,2	1,1E+19	1,7E+19
	Guachaca	15,85	45	26		3,7E+03	0,3	2,4E+17	1,2E+18
	Manzanares	1,89	19	12		3,2E+03	0,1	3,0E+18	1,9E+19
	Piedras	4,56	26	10		5,9E+03	0,2	1,6E+17	4,5E+18
	Toribio	10	34	16		4,3E+03	0,3	1,8E+18	7,1E+18
Sucre	C. Pechelín	0,93	2	0,16		1,7E+03	0,0		
Total CARIBE		10379	112531	14677	2,3E+05	6,2E+07	918,7	2,1E+24	3,3E+24
Cauca	Guapi	357,05	550	91		4,7E+05	5,2	4,2E+19	3,2E+20
	Micay	274,41	1088	128		1,3E+06	1,9	1,4E+20	2,2E+20
	Saija	165,84	521	83		1,5E+05	0,8	3,5E+19	9,8E+19
	Timbiquí	147,13	251	624		3,9E+05	1,0	1,5E+19	2,1E+19
Chocó	San Juan	2593,7	111859	2617	4,0E+04	2,2E+07	41,1	5,2E+19	4,2E+21
Nariño	Brazo Patía	374,83	1700	272		5,7E+05	2,1	3,4E+19	8,5E+19
	Chagüi	133,5	668	191		4,3E+05	1,0	5,4E+18	6,1E+18
	Iscuandé	212,77	408	61		4,6E+05	1,6	8,4E+18	9,2E+18
	Mejicano	45	91	72		2,3E+03	0,1	7,0E+18	4,0E+19
	Mira	868,08	1748	1386		4,4E+04	1,3	1,3E+20	7,7E+20
	Rosario	146	704	1419		1,0E+05	1,9	3,1E+19	3,2E+19
Valle	Anchicayá	74	2210	75	1,1E+03	2,0E+05	5,2	1,0E+18	5,1E+19
	Dagua	125,89	3180	1100	5,3E+03	4,8E+05	5,3	4,1E+19	5,8E+20
	Potedó	60	1685	61	9,2E+02	2,7E+04	3,8	2,0E+18	4,0E+19
	Raposo	70	1788	71	1,1E+03	1,1E+05	7,8	2,5E+18	7,3E+19
Total PACIFICO		5648	128449	8251	4,8E+04	2,7E+07	80	5,5E+20	6,6E+21
Total NACIONAL		16027	240980	22928	2,8E+05	9E+07	999	2,1E+24	3,3E+24

Capítulo IV

INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LOS ESPACIOS OCEÁNICOS Y ZONAS COSTERAS E INSULARES DE COLOMBIA: INDICADORES DE RESPUESTA



invemar

COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

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 la 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 40).

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.



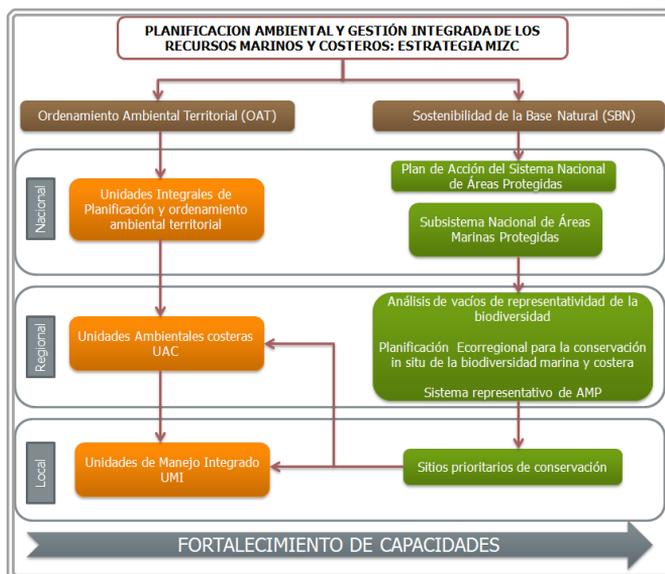
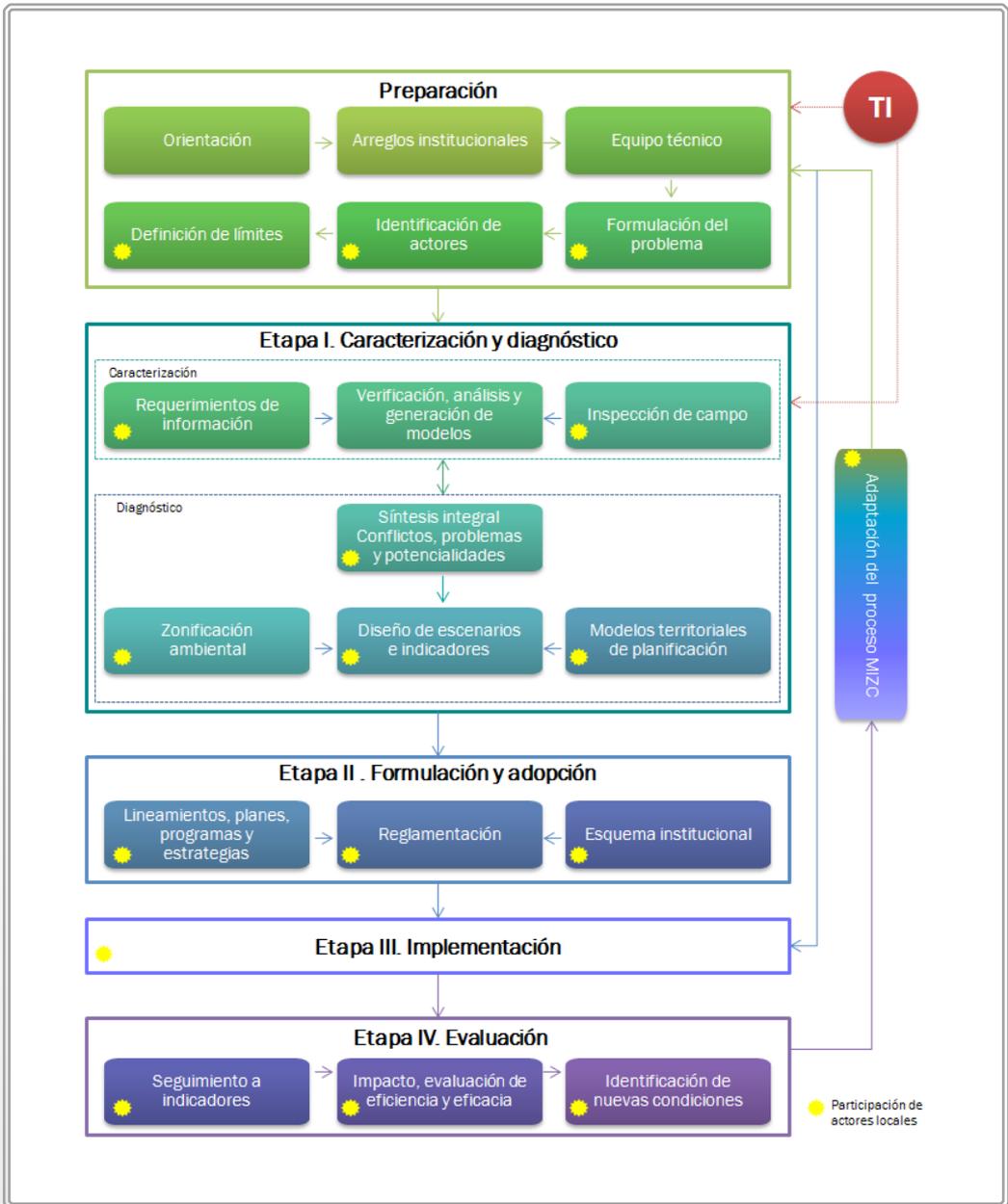


Figura 40. Esquema de las acciones desarrolladas para la planificación ambiental y la gestión integrada de los ambientes marinos y costeros en Colombia.

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 41).

Figura 41. Metodología COLMIZC (tomado de Rojas *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.



Indicador de avances en 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:

$$\frac{\#UACO \text{ con avances en la etapa } N \text{ de metodología COLMIZC}}{\#total \text{ de UACO en zona costera}} \times 100$$

Donde N se refiere a las etapas del esquema metodológico COLMIZC:

1. Preparación
2. Caracterización
3. Diagnóstico
4. Lineamientos
5. Plan de manejo
6. Implementación
7. Evaluación

Para el 2012 se hizo la revisión de las etapas reportadas en el indicador del 2011, dejando sólo las etapas generales del esquema metodológico COLMIZC.

Fuente de los datos e información

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

Periodo reportado

• 1999–2012.

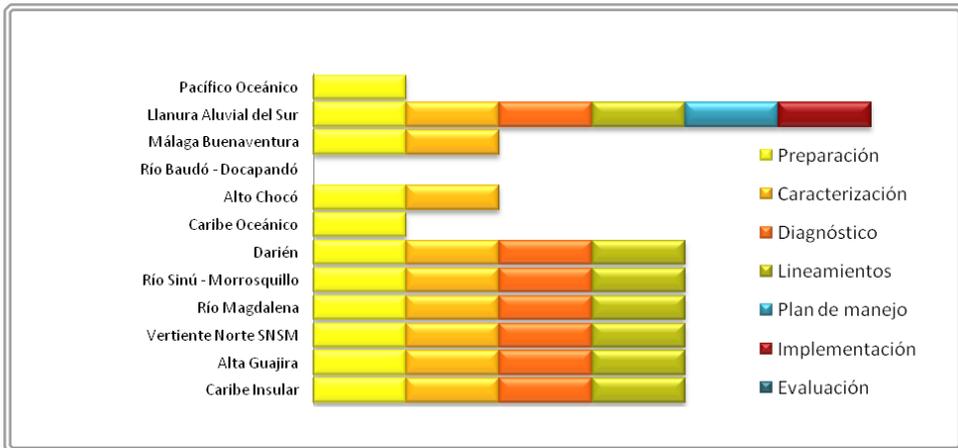
Reporte o cálculo del indicador

Figura 42. Nivel de implementación alcanzado en cada una de las UAC's.



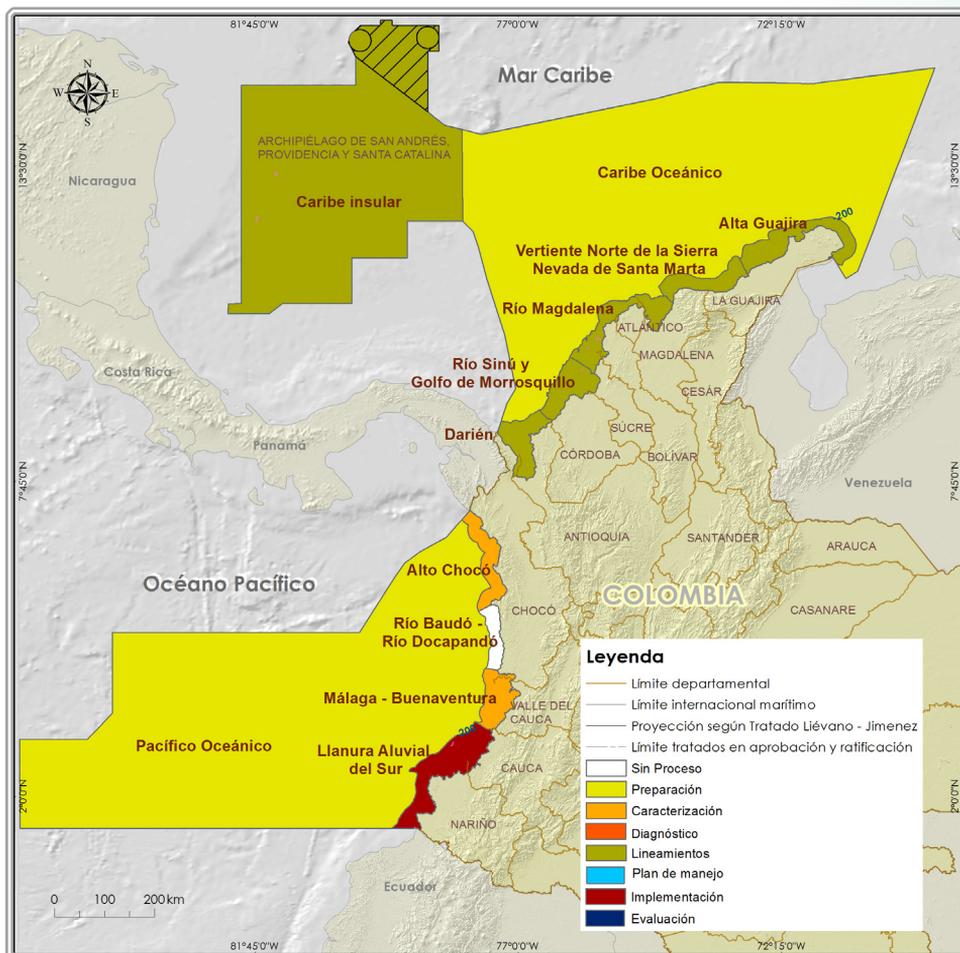


Figura 43. Localización de UACs con su representación de nivel de avance alcanzado.

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 lineamientos del MIZC al OAT, los cuales se enmarcan en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 "Estado Comunitario: desarrollo para todos", específicamente

en el capítulo 5 del programa: "Una Gestión Ambiental que promueva el Desarrollo Sostenible"(DNP, 2007b). 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, 2007a). 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, el hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

Limitaciones del indicador

No aplican.

Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican.





Indicador de fortalecimiento de capacidades en manejo integrado costero (número de personas capacitadas)

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 y Áreas Marinas Protegidas (AMP). Su unidad de medida es número de personas.

No. personas capacitadas en T_i + No. personas capacitadas en T_{i+1} .

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 – 2012.

Reporte o cálculo del indicador

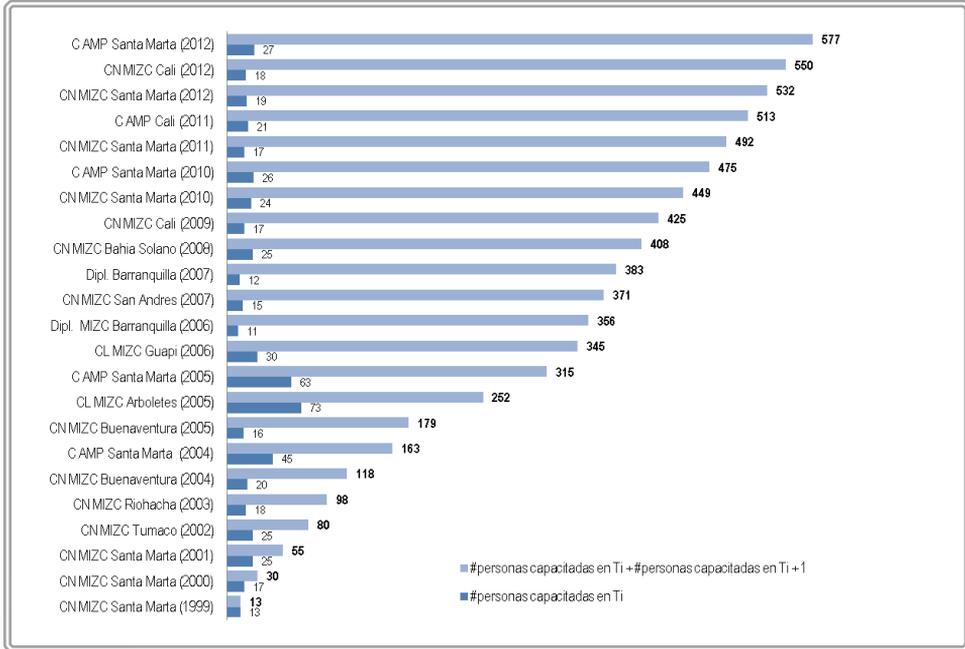


Figura 44. Número de personas capacitadas por año en los diferentes eventos de capacitación realizados.



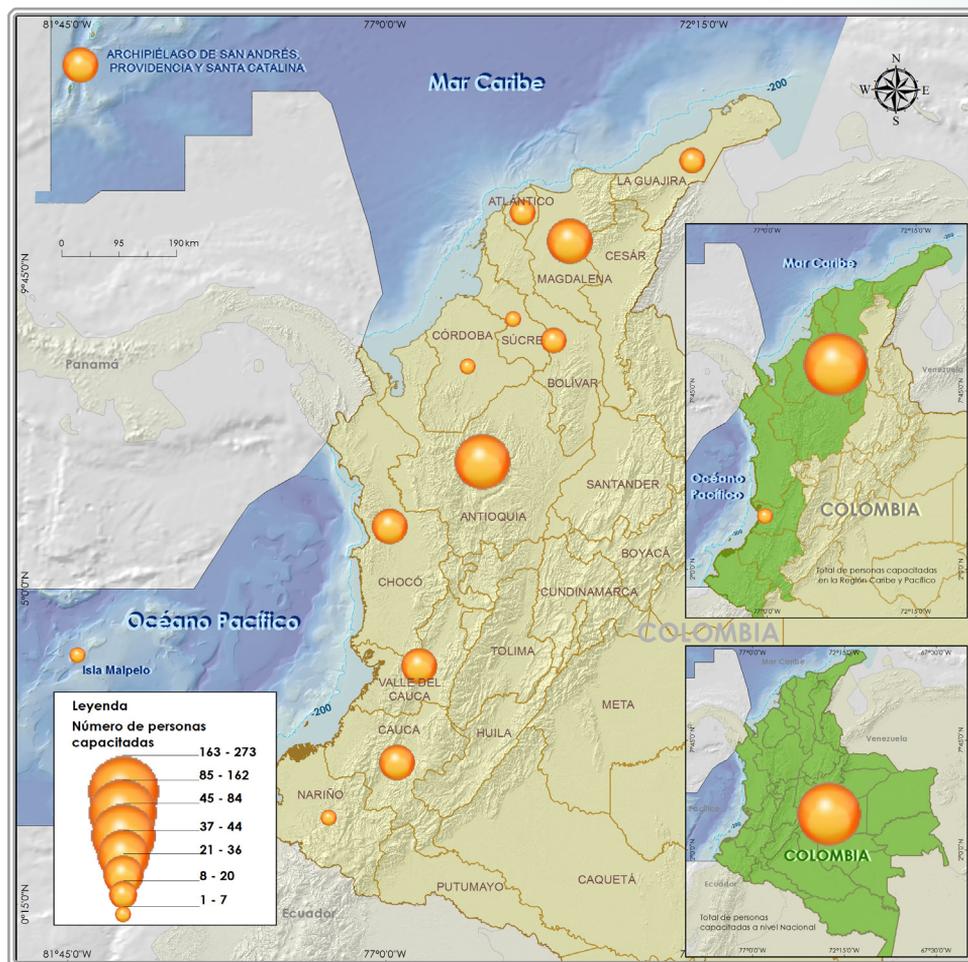


Figura 45. Número de personas capacitadas en MIZC y AMP por departamento.

Interpretación de los resultados

En total se han capacitado 577 (Figura 44) personas entre estudiantes, comunidad local, representantes de Corporaciones Autónomas Regionales, UAESPNN, MAVDT, entre otros. Para el desarrollo de los cursos se han invitado a 26 expositores nacionales y 6 expertos 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 2012 el curso MIZC se realizaron dos sesiones: una “Caribe” en la ciudad de Santa Marta y la segunda “Pacífico” en la ciudad de Cali.

Limitaciones del indicador

No aplican.

Recomendaciones y alternativas de manejo

No aplican.





DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SUBSISTEMA DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COLOMBIA

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, contaminación, 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 10 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, reproducción 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 Pacífico 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:

1. 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,
2. 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,
3. Aumento de la capacidad institucional e individual para el manejo del SAMP gestión (formación y monitoreo),
4. 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 para 2011 dos áreas más: Parque Nacional Natural Uramba bahía Málaga y Parque Natural Regional del río León y Suriquí (Tabla 16). Para 2012 se realizó 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, sumando un total de 28 áreas marinas protegidas con distintas figuras de protección.





Tabla 16. Listado de áreas marinas protegidas del SAMP.

Región	No	Área marina protegida	Orden	Autoridad responsable
Caribe	1	SFF Los Flamencos	Nacional	UAESPNN
	2	PNN Sierra Nevada de Santa Marta	Nacional	UAESPNN
	3	PNN Tayrona	Nacional	UAESPNN
	4	SFF Ciénaga Grande de Santa Marta	Nacional	UAESPNN
	5	VP Isla de Salamanca	Nacional	UAESPNN
	6	PNN Corales del Rosario y San Bernardo	Nacional	UAESPNN
	7	SFF El Corchal Mono Hernández	Nacional	UAESPNN
	8	AMP Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo	Nacional	MAVDT
	9	DMI Área de manglar de la Bahía de Cispatá y sector aledaño del delta estuarino del Río Sinú	Regional	CVS
	10	PRN Manglares del Atrato	Regional	CORPOURABA
	11	DRI Ensenada de Rionegro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y el Salado.	Regional	CORPOURABA
	12	PNR Humedales del río León y Suriquí	Regional	CORPOURABA
	13	DMI La Playona - Loma de la Caleta	Regional	CORPOURABA
	14	PRN del sistema manglárlico del sector de la boca Guacamaya	Regional	CARSUCRE
	15	DMI Musichi	Regional	CORPOGUAJIRA
	16	DMI La Caimanera	Regional	CARSUCRE
Caribe Insular	17	PNN Old Providence McBean Lagoon	Nacional	UAESPNN
	18	AMP de la Reserva de Biósfera Sea Flower	Nacional	CORALINA
	19	PR Johny Cay	Regional	CORALINA
	20	PR Manglares Old Point	Regional	CORALINA
	21	PR The Peak	Regional	CORALINA
Pacífico	22	PNN Utria *	Nacional	UAESPNN
	23	PNN Sanquianga	Nacional	UAESPNN
	24	PNN Gorgona	Nacional	UAESPNN
	25	SFF Malpelo	Nacional	UAESPNN
	26	PNN Uramba Bahía Málaga	Nacional	UAESPNN
	27	PRN La Sierpe	Regional	CVC
	28	DMI La Plata	Regional	CVC

* Se incluye como parte del SAMP sólo la porción del área protegida en la zona marina y costera.

Áreas marinas

Indicador de proporción (%) de áreas marinas protegidas con plan de manejo vs total de áreas marinas 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

- A diciembre de 2010 y diciembre de 2011.



Reporte o cálculo del indicador

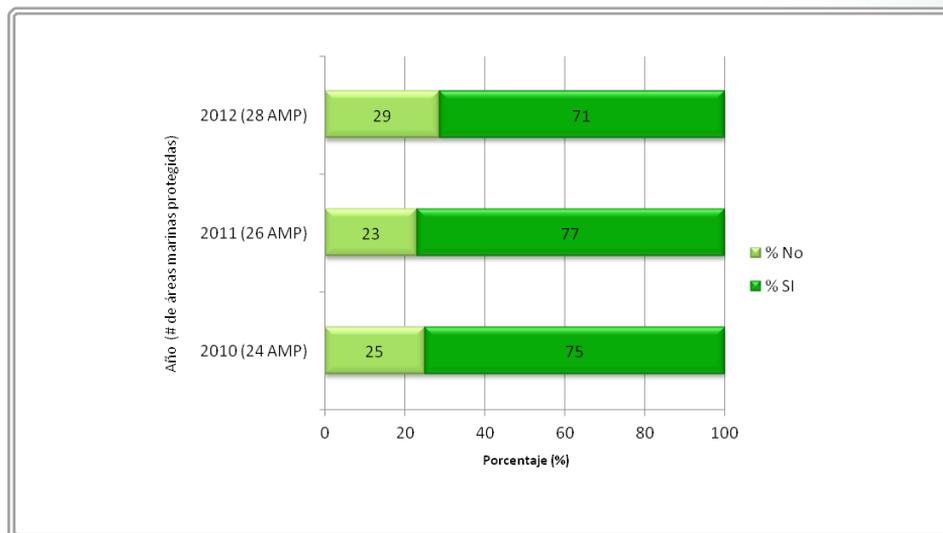


Figura 46. Número de áreas marinas protegidas con/sin plan de manejo.

Interpretación de los resultados

El porcentaje de las áreas marinas protegidas con plan de manejo de 2012 disminuye con respecto al año 2011, pues nuevas áreas se crean y aun no se aprueban sus respectivos planes de manejo.

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 aplican.

El sistema natural

Indicador de representatividad (%) de un ecosistema natural dentro de las áreas marinas protegidas

Definición e importancia del indicador

La representatividad se refiere a la presencia de un ecosistema natural dentro de las áreas protegidas. Para esto se requiere de la realización de un análisis de vacíos de representatividad, proceso en el cual se identifica y examina la presencia de los elementos de la biodiversidad en un sistema de áreas protegidas para determinar cuáles de estos no están representados o lo están de manera insuficiente y en cuáles áreas están distribuidos (Dudley y Parish, 2006; Crist y Csuti, 2007). Este análisis se considera como la principal herramienta para el establecimiento de prioridades en la planificación de áreas protegidas (Groves *et al.*, 2000).

El presente indicador evidencia en términos porcentuales, cuánto de la distribución de manglares, playas, acantilados rocosos, planos intermareales de lodo, arrecifes de coral, pastos marinos y corales de profundidad a escala nacional, está dentro de las áreas marinas protegidas que conforman el SAMP.

Fuente de los datos e información

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).

La representación de la distribución de manglares, playas, acantilados rocosos, planos intermareales de lodo, 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 2011, el cual recopila información de diversas entidades, principalmente de las entidades que conforman el Sistema Nacional Ambiental -SINA. Se tiene conocimiento de la existencia de las áreas marinas protegidas: Distrito de Manejo Integrado Ensenada de Rionegro y Parque Natural Regional Humedales del río León y Suriquí, sin embargo a la fecha no se cuenta con información oficial de los límites de estas áreas en el SIAM que permita incluir en el indicador el aporte de las mismas a la representatividad de los ecosistemas seleccionados.



Periodo reportado

A diciembre de 2010 y diciembre de 2011.

Reporte o cálculo del indicador

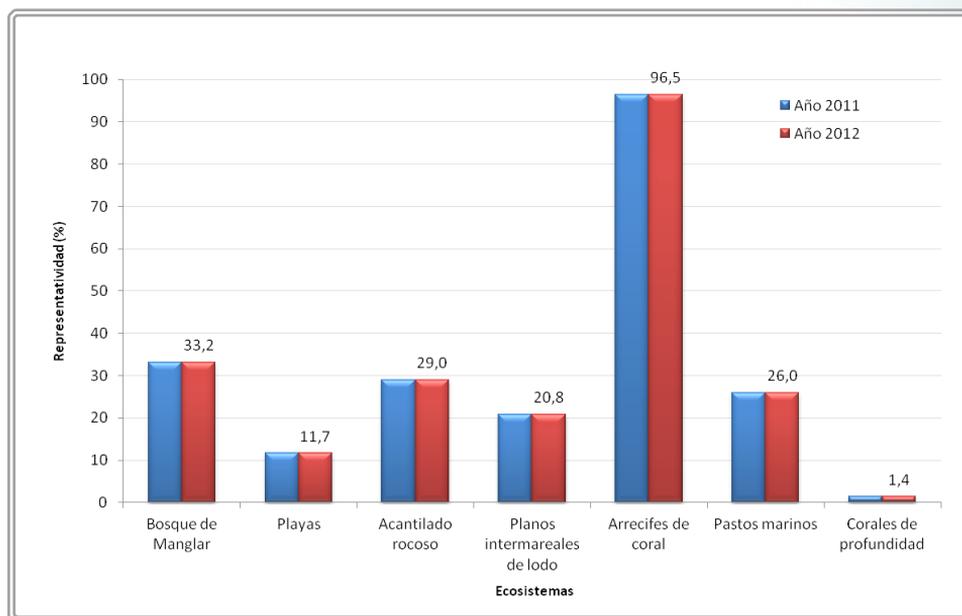


Figura 47. Representatividad de los ecosistemas dentro de las áreas marinas protegidas.

Interpretación de los resultados

La representatividad (%) en las áreas marinas protegidas del SAMP de los ecosistemas de playas, arrecifes de coral, pastos marinos y corales de profundidad permanece constante, mientras que para bosque de mangle, acantilado rocoso y planos intermareales, aumenta entre los años 2010 y 2011.

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 propias 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

No aplican.





RESTAURACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE ECOSISTEMAS

La necesidad de manejar los ecosistemas de tal forma que se garantice el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad, obliga a incorporar de manera eficiente diversas estrategias para el manejo adecuado de los mismos (Gómez-Pompa y Kaus, 1992). De esta manera, en áreas que exhiban niveles altos de degradación, las medidas de restauración serán dominantes hasta que se logre recuperar total o parcialmente la estructura y/o las funciones de interés. En situaciones intermedias de perturbación, la aplicación de medidas concretas de restauración permitiría redirigir las trayectorias del sistema hacia estados más deseables y las medidas de conservación perseguirán que el sistema se mantenga en estos estados (Hobbs y Norton, 1996).

En este sentido, la restauración ecológica comprende una serie de actividades bajo contextos muy diversos que, en algunos casos, permite la recuperación de ecosistemas y en otros, sólo la recuperación de algunos atributos o funciones específicas (Zedler, 2000; NRC, 2001). Las metas que se alcancen dependen de varios factores, entre los que se destaca el nivel de perturbación del sitio que se busca restaurar así como el de los alrededores; por lo tanto, la restauración resulta particularmente difícil en sitios en donde la degradación de ambos es considerable (Lindig-Cisneros y Zedler, 2000).

Uno de los grandes retos de la restauración ecológica es lograr cumplir sus objetivos en el contexto complejo de socio-ecosistemas en donde las percepciones, necesidades y tradiciones establecen un marco que encuadra el universo de lo posible en términos de manejo del ecosistema. En este sentido, tal vez más complejo que aplicar técnicas adecuadas de restauración, o aplicar principios ecológicos para desarrollar las técnicas siguiendo el principio de la restauración adaptable, es lograr que la restauración ecológica se incorpore a los paradigmas de manejo de las comunidades involucradas (Lindig-Cisneros y Zedler, 2000).

Indicador de proporción de área de manglar destinada a conservación, recuperación y uso sostenible vs área total de manglar

Definición e importancia del indicador

De acuerdo con INVEMAR (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. 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 los cuales se integran los componentes biológico, ecológico, físico-químico, social y económico, su manejo debe estar orientado a la conservación de sus propiedades y 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: son aquellas 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: son aquellas 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).

En el proceso de zonificación de los ecosistemas de manglar no solo se incluyen las áreas colonizadas por los bosques de mangle sino que además se contemplan formaciones vegetales asociadas y otros tipos de cobertura como los pantanos de agua dulce o salobre, con el propósito de garantizar el funcionamiento integral, es por esto que se pueden presentar inconsistencias en las cifras de cobertura reportadas en este capítulo y el capítulo del indicador de extensión (IEmanglar) tanto para el Caribe como para el Pacífico colombiano.

Fuente de los datos e información

La información proviene de los estudios de zonificación elaborados por las CAR's en convenio con otras entidades y que se encuentran aprobados o en proceso de aprobación por el MADS.

Periodo reportado

- Año 2012.

Reporte o cálculo del indicador

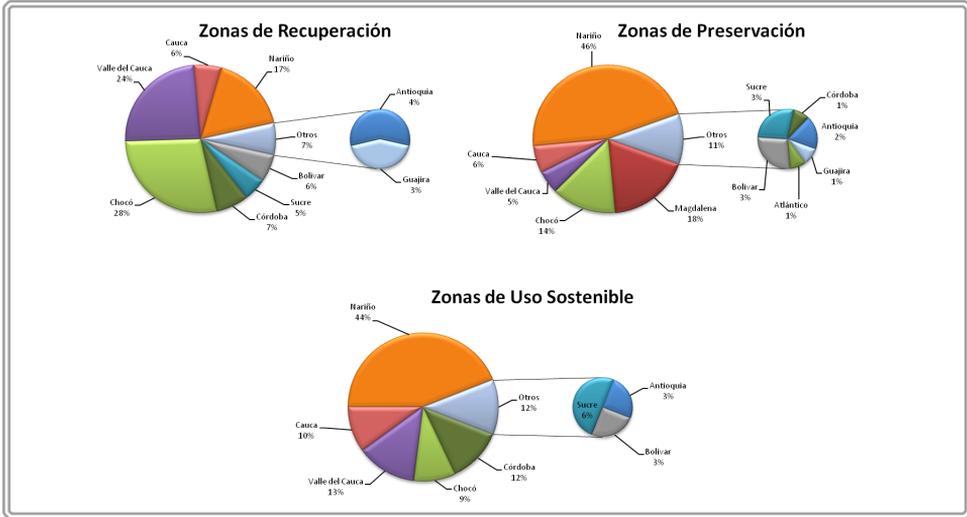


Figura 48. Áreas de manglar a nivel nacional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación zonas de preservación y zonas de uso sostenible.

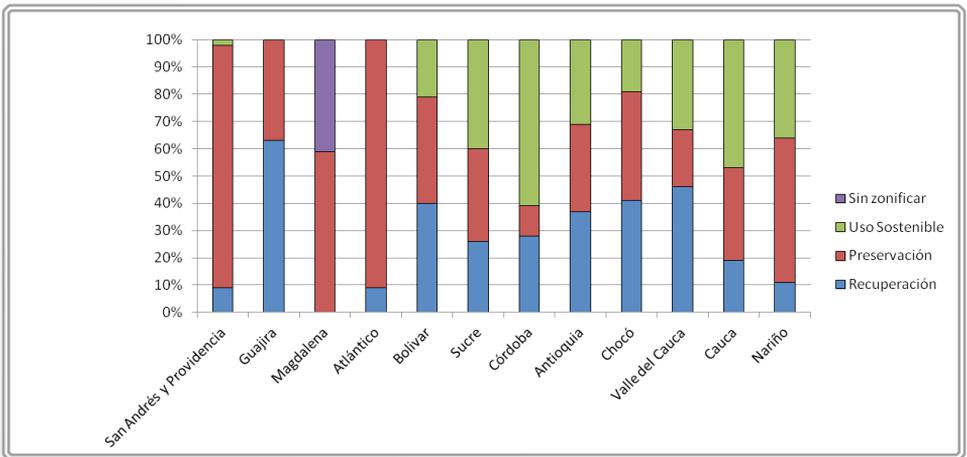


Figura 49. Áreas de manglar a nivel regional, zonificadas en tres categorías de manejo: zonas de recuperación zonas de preservación y zonas de uso Sostenible.



Interpretación de los resultados

Actualmente, en Colombia las áreas de manglar zonificadas o en proceso de aprobación mediante resolución por el MADs suman 264.375 ha, de las cuales 69.549,6 ha se encuentran en el Caribe y 194.825 ha en el Pacífico. De la totalidad de áreas de manglar zonificadas el 44,5% corresponden a zonas de preservación, el 23,6 % a zonas de recuperación y el 31,8 % son zonas de uso sostenible.

A nivel nacional las mayores extensiones de bosques de mangle en preservación se encuentran en los departamentos de Nariño (46%) y Magdalena (18%) principalmente en jurisdicción del sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia en el PNN Sanquianga (42.771 ha), el SFF Ciénaga Grande de Santa Marta (12.182 ha) y el Vía Parque Isla Salamanca (8.555 ha) (Figura 48).

La mayor proporción de áreas destinadas a uso sostenible en el país se localizan en el Pacífico, en los departamentos de Nariño (44%), Valle del Cauca (13%), Cauca (10%) y Chocó (9 %), mientras que en el Caribe se presenta el 24 % en los departamentos de Córdoba, Sucre, Antioquia y Bolívar (Figura 48). Por otro lado, de las áreas de manglar propuestas para recuperación, el 75 % se localizan en el Pacífico, principalmente en los departamentos de Chocó (28 %), Valle del Cauca (24 %) y Nariño (17 %) (Figura 48).

El único departamento que presenta áreas de manglar sin zonificar es Magdalena. Por otro lado, aún cuando los departamentos de Atlántico y San Andrés y Providencia presentan la menor extensión de manglar a nivel nacional, tienen cerca del 90% destinado a preservación (Figura 49). La Guajira por su parte, que también exhibe baja extensión de manglar respecto a la cobertura nacional ha destinado poco más del 60 % de sus áreas para la recuperación (Figura 49). El departamento de Córdoba, exhibe la mayor proporción de áreas destinadas a uso sostenible (60 %). Finalmente, en el Pacífico colombiano las mayores proporciones de áreas de manglar destinadas a la preservación se presentan en Nariño con el 55 % de su cobertura, las de uso sostenible en Cauca con 45 % y las de recuperación en Valle del Cauca con el 45 % (Figura 49).

Limitaciones del indicador

- Falta de actualización de la información de diagnóstico para los tres tipos de zonas.
- Áreas con manejo diferente al planeado en el proceso de diagnóstico y zonificación.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Es importante que en cada una de las áreas de manglar y de acuerdo a su categoría, se establezcan programas de conservación, uso y recuperación, los cuales deben ser acompañados de planes de monitoreo. De igual forma, todas las medidas y lineamientos que se adopten en torno al manejo de los ecosistemas de manglar se deben elaborar de manera conjunta con las comunidades locales.

Las áreas destinadas a preservación son sectores propicios para investigar sobre la biología, ecología y producción de las especies vegetales y de la fauna asociada, lo cual podría suministrar información relevante para generar estrategias de recuperación de acuerdo al área de manglar.





VALORACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La valoración económica busca medir en términos monetarios los beneficios y costos asociados al uso directo e indirecto del ambiente y los recursos naturales. Las estimaciones de valor económico pueden representar información de utilidad como apoyo a la toma de decisiones sobre el manejo ambiental, reduciendo potencialmente la incertidumbre sobre valores económicos y disyuntivas asociadas a usos alternativos del ambiente y los recursos (Freeman, 2003). La valoración económica ambiental contribuye a la generación de indicadores de respuesta, tales como los instrumentos económicos, los cuales buscan contribuir en la integración de la política económica y ambiental para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. Este informe presenta metadatos de estimaciones de valor económico asociado al uso de servicios ecosistémicos marino-costeros, al igual que valores de conservación. Estas estimaciones de valor están expresadas en términos de disponibilidad a pagar (DAP).

Diversos estudios han estimado los valores de uso y no uso de las áreas marinas y costeras, no solo desde la perspectiva de los recursos pesqueros (Remoundou *et al.*, 2009; O'garra, 2011), sino también desde la valoración de la biodiversidad marina (Eagle y Betters, 1998; Beaumont *et al.*, 2008; Ressurreição *et al.*, 2010) y del uso recreacional de estas áreas (Asafu-Adjaye y Tapsuwam, 2008; Chae *et al.*, 2011; Londoño y Johnston, 2012). En Colombia, varios servicios ecosistémicos marino-costeros han sido valorados mediante diferentes métodos de valoración económica, donde aproximadamente el 66% de estos fueron realizados en áreas cobijadas por esquemas nacionales e internacionales de protección como la Reserva de Biosfera Seaflower, donde se ha realizado el mayor porcentaje de ellos (38%) (INVEMAR-ANH, 2012).

Una síntesis de las medidas de bienestar logradas en estudios de valoración económica de servicios ecosistémicos marino-costeros colombianos fue presentada en Zamora *et al.* (2012) y Rueda *et al.* (2011), exponiendo su objetivo, metodología y principales resultados. Como extensión al indicador allí presentado, este informe agrega dos medidas de bienestar asociadas a los servicios de provisión, regulación y soporte que prestan los manglares de San Andrés.

Las estimaciones de valor fueron reportadas por Wilson (2001), quien, mediante valoración contingente, propuso un valor económico para los manglares de San Andrés, a partir de la estimación de datos de encuesta a residentes y turistas. La DAP media de cada grupo correspondió US\$ 0,04/ día para visitantes y US\$0,36/ día para residentes, por conservar, proteger y recuperar los manglares de la Isla. El estudio contempló un área de 160.44 hectáreas de manglar.

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 ambiental, 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 (Freeman, 2003). La DAP se define a partir de: $u(m - DAP, Q1, S, \epsilon) \geq u(m, Q0, S, \epsilon)$, donde $u(\cdot)$ es la función de utilidad del consumidor, m es el nivel de ingreso, $Q0$ y $Q1$ 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 ambiental 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 datos e información

Los datos correspondiente a medidas de bienestar fueron tomados de Carrera (2008), Castaño-Isaza (2011), CVS-INVEMAR (2011), Díaz-Merchán (2001), Guzmán-Rada y Toloza-Reales (2007), Ibañez (2001), James-Cruz (2003), Martelo-Martelo (1999), Mogollón-Duffó (2008), Morales-Alarcón (1998), Newball (2001), Rueda *et al.* (2010), UN- United Nations (2009) y Wilson (2001).

Periodo reportado

- El período de los datos primarios corresponde a 1997-2011. Los metadatos se expresaron en US\$ del 2000.



Reporte o cálculo del indicador

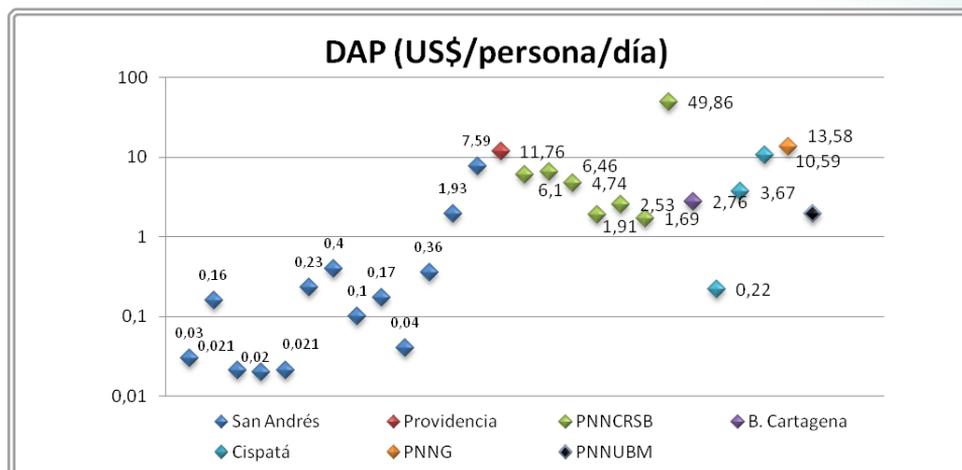


Figura 50. DAP (persona/día) por servicios ecosistémicos.

Interpretación de los resultados

El gráfico presentado muestra la DAP por persona/día en dólares internacionales de 2000 (usando la tasa de cambio ajustada por el factor de conversión de paridad de poder de compra, luego de un ajuste inicial de datos a pesos colombianos contantes de 2000). La Figura 50 indica la cantidad de dólares que un agente individual (habitante local o turista) está dispuesto a sacrificar por un incremento o mejora en servicios ecosistémicos brindados por en el sitio valorado. Las DAP de San Andrés y Cispatá tienden a ubicarse por debajo de US\$1 donde los valores corresponden a encuestas basadas en población local.

Limitaciones del indicador

La información procede de datos heterogéneos y no 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 ambientales 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 el uso de la información, mediante la consulta de las fuentes originales.

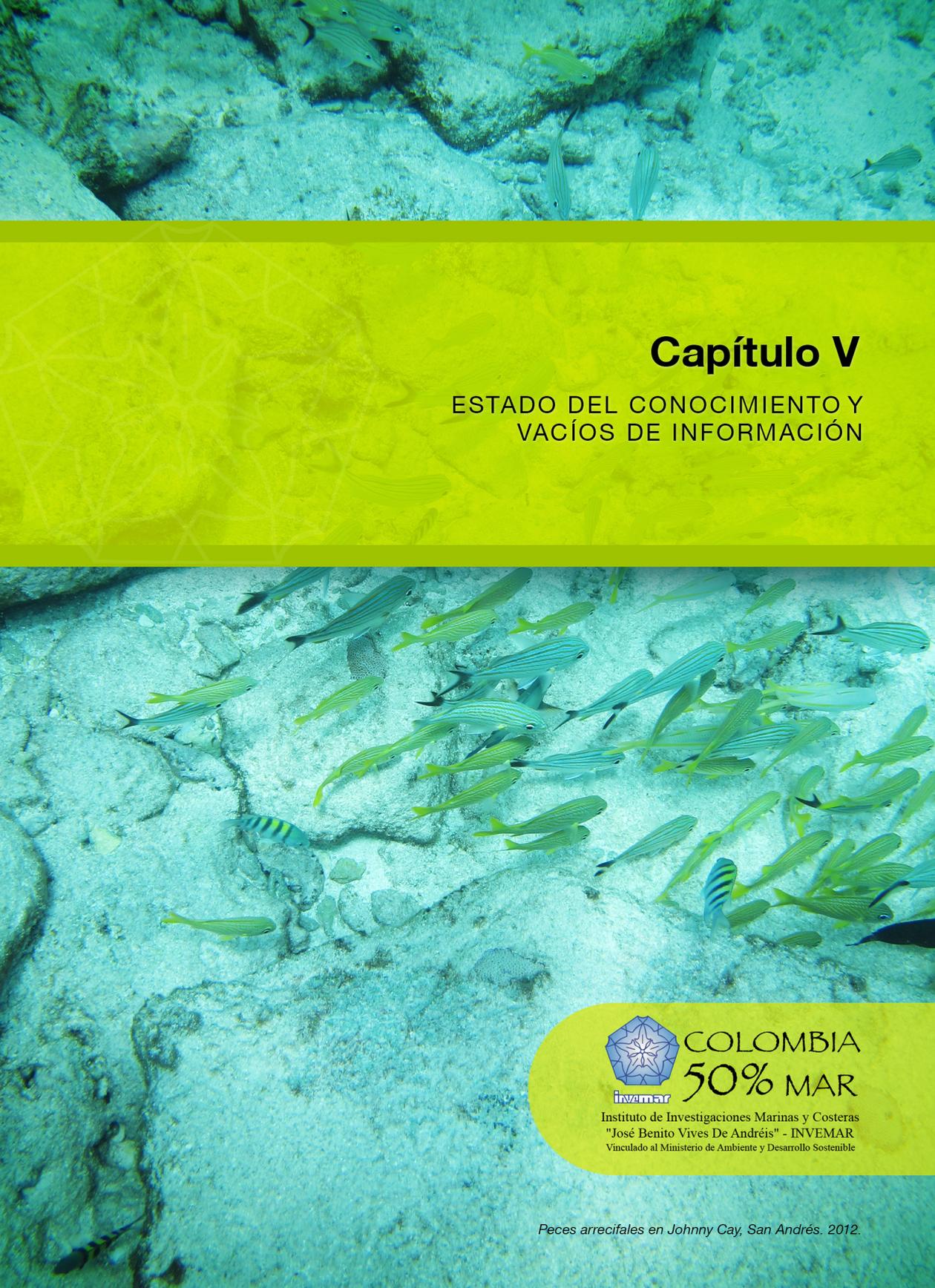


Este informe ha procurado la presentación de metadatos mediante la expresión de las medidas en la misma unidad monetaria, sin reflejar aun metadatos homogéneos desde el punto de vista de la consistencia del bien o servicio ambiental y de la medida de bienestar.

Recomendaciones y alternativas de manejo

Las versiones posteriores de este indicador deben ampliar la base de estimaciones y sitios a reportar.





Capítulo V

ESTADO DEL CONOCIMIENTO Y VACÍOS DE INFORMACIÓN



invemar

COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de recursos vitales para el aprovechamiento, bienestar y supervivencia de las futuras generaciones no puede ser asegurada sin saber qué especies tenemos, dónde habitan y en qué cantidad, así mismo, determinar cuáles son los ecosistemas marino-costeros presentes en el país. Estas preguntas simples son extremadamente difíciles y costosas de resolver en un país como Colombia, debido a su enorme riqueza biológica y geográfica. Los indicadores ambientales permiten simplificar la forma de dar a conocer esta información y en general el estado de los ambientes marinos, sin embargo en muchos casos no se cuenta con los datos necesarios para su estimación, debido a limitaciones en disponibilidad de datos ya que no se cuenta con bases de datos completas o las existentes presentan inconsistencias que generan incertidumbre científica para realizar cálculos o estimaciones, además de falta de técnicas implementadas para su monitoreo (Navarrete-Le Bas, 2011) a lo que se suma la reducida disponibilidad de recursos económicos para implementación de monitoreos. De tal forma se hace necesario hacer esfuerzos en la consolidación de la información existente sobre la diversidad marina de especies en el país, encaminados a proporcionar una herramienta de consulta útil y sencilla para los investigadores, tomadores de decisiones y público en general.

Debido a los nuevos ajustes en el Informe del Estado de los Recursos Marinos y Costeros en Colombia realizados desde el año 2012, el estado del conocimiento y análisis de los vacíos de información sobre ecosistemas y la biodiversidad marina y costera que se realiza con la información secundaria publicada y disponible gracias a la colaboración de los autores de la misma hasta el momento de la publicación de este informe, será revisado bianualmente. Esto con el fin de dar una mejor idea y lograr aportar una más significativa revisión de los avances a nivel nacional. Por tanto, el próximo nuevo compendio se estará generando en la versión de este informe del año 2014. En caso de requerir consulta en el tema se deberá remitir la versión del año 2011.

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

Los ecosistemas marinos y costeros y sus servicios ecosistémicos han sido degradados, transformados y perdido como consecuencia de los impactos asociados a fenómenos naturales y a los generados por diferentes actividades humanas. Las causas y tensores (motores), que direccionan estos procesos se pueden clasificar en directos o indirectos según su relacionamiento e incidencia sobre la base natural.

Entre los primeros, los tensores más fuertes del cambio son los cambios de uso del suelo en las zonas costeras y la pérdida de distintos tipos de hábitat, la pesca y la acuicultura, la introducción de especies exóticas y/o invasoras, la contaminación, los aportes excesivos de nutrientes (hipoxia y



eutroficación), y el cambio climático. Entre los anteriores, el cambio climático y la introducción de especies exóticas se destacan como los más difíciles de revertir.

▼ CAUSAS Y TENSORES INDIRECTOS

Cambio climático

Colombia aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mediante la Ley 164 de 1994 y aprobó el protocolo de Kyoto mediante Ley 629 de 2000. Posteriormente se designó al Ideam como la entidad que coordinara la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, y se expidió el documento Conpes 3242 de 2003 sobre la “Estrategia Nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático”. Finalmente se ajustaron los mecanismos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan por mecanismos de desarrollo limpios MDL; y se creó el Comité Técnico Intersectorial de Mitigación del Cambio Climático del Consejo Nacional Ambiental.

Mediante la Segunda Comunicación Nacional SCN (IDEAM, 2010) se atiende los compromisos adquiridos ante las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC. Esta comunicación es un documento que presenta información del país sobre circunstancias nacionales, inventario de gases efecto invernadero, vulnerabilidad, adaptación, mitigación, educación, formación y sensibilización de públicos sobre los efectos del cambio climático en Colombia, con cifras, datos y análisis que contribuyen a futuro, a tomar decisiones a nivel institucional y ciudadano.

En materia de **mitigación**⁹, 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, 2010). Evaluaciones a nivel nacional (INVEMAR, 2003) han permitido posicionar a Colombia con una alta vulnerabilidad en sus costas continentales e insulares frente a los efectos de inundación progresiva, erosión e intrusión marina.

Desde hace cerca de 12 años el INVEMAR, por mandato del entonces Ministerio del Medio Ambiente, se dio a la tarea de evaluar la **vulnerabilidad** de las zonas costeras e insulares colombianas frente a los potenciales efectos del cambio climático global y en particular al rápido ascenso del nivel del mar (ANM), convirtiendo su producción científica en insumo para el reporte de resultados en la SCN. Los resultados (Figura 51) respecto a la zona costera generan un referente de estadísticas en torno al escenario de ascenso de 1 m del nivel del mar para el año 2100 que se ilustra en el infograma siguiente.

⁹ 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.

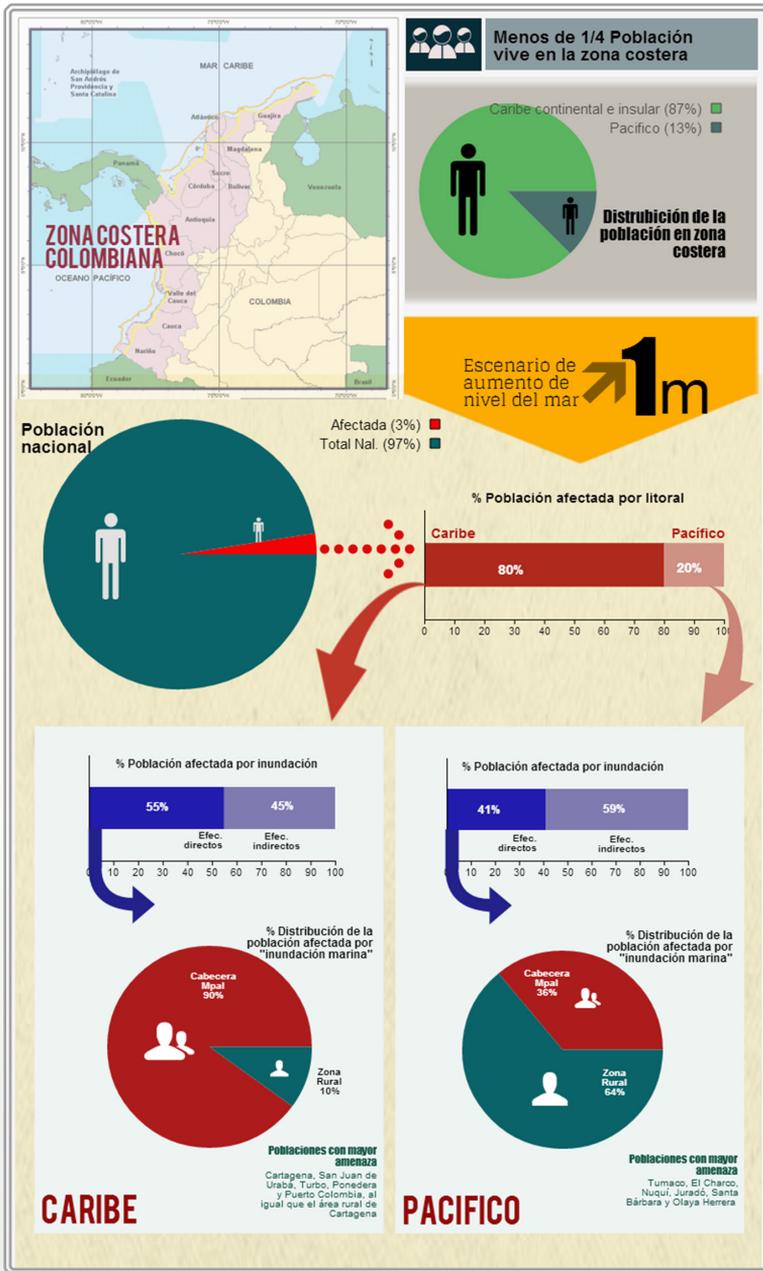


Figura 51. Infograma sobre la vulnerabilidad de la zona costera en Colombia (IDEAM, 2010).



En la zona costera e insular, se clasifican como críticas las ciudades de Cartagena de Indias, Barranquilla y Santa Marta en el Caribe, y Tumaco y Buenaventura para el Pacífico. San Andrés, Providencia y Santa Catalina al igual que los archipiélagos Nuestra Señora del Rosario y San Bernardo por ser sitios críticos y prioritarios de intervención. Entre 2009-2011 se desarrollaron iniciativas piloto de adaptación (INVEMAR-Coralina, 2011) a partir del diseño e implementación de un programa de adaptación que incluyó entre otros la implementación de un sistema de monitoreo ambiental (red de estaciones mete-oceanográficas) y el soporte a la implementación de un sistema de áreas marinas protegidas para contribuir al fortalecimiento de la capacidad de adaptación de sus ecosistemas marinos. Entre las áreas naturales protegidas, las que registran muy alto impacto potencial son el Parque Nacional Natural Tayrona y el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, todos ellos ubicados en la región Caribe (IDEAM, 2010).

En el tema de **adaptación**¹⁰ en pro de la identificación temprana de las principales vulnerabilidades para enfrentarlas a tiempo, el avance está representado en las estrategias de incorporación del riesgo asociado al ANM en los esquemas e instrumentos de planificación de los entes territoriales departamentales y municipales, consideradas adecuadas frente a un escenario normativo y legislativo Nacional (Ley 388 de 1997; Conpes 3700; y la Ley 1450 del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 que en el artículo 217 señala la necesidad de llevar a cabo el Plan Nacional de Adaptación y apoyar los planes territoriales de adaptación) con miras a realizar un manejo integrado del riesgo, permitiendo partir de una posición relativamente avanzada aunque compleja, enfrentar las nuevas amenazas que impone el cambio climático global. Dos áreas consideradas como críticas han sido la base de aproximación hacia una exitosa implementación de esta estrategia de adaptación: San Andrés de Tumaco y Cartagena de Indias (INVEMAR, 2008). En esta última recientemente se sentaron bases para el desarrollo de un plan de adaptación de la ciudad de Cartagena al cambio climático (INVEMAR *et al.*, 2012) mediante la formulación de lineamientos de adaptación. Actualmente, se desarrolla el plan de adaptación para la ciudad, además del diseño de una guía metodológica para ciudades costeras y la priorización de dos proyectos pilotos de adaptación en el Distrito.

Adicionalmente y con el propósito de brindar a los administradores de las zonas costeras y a los grupos de interés en general, un único sitio de acceso para la búsqueda de experiencias, herramientas y recursos de información para medir la vulnerabilidad frente a las amenazas del aumento del nivel del mar, se trabaja en la mejora del sitio web de cambio climático para mares y costas CLIMARES, en el que por iniciativa institucional se brinda información referente a productos de estudios desde hace 12 años de investigación en el tema, así como recientes. Se incorpora también un visor de mapas GeoClimares y se genera un Catálogo que ofrece a los usuarios, enfoques y herramientas para medir la vulnerabilidad frente a las amenazas de inundación, erosión e intrusión marina (INVEMAR, 2013). Así se ofrece una serie de servicios para contextualizar al

¹⁰ 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).

usuario con la información científica generada a nivel institucional en temas relacionados con la adaptación, la mitigación, la vulnerabilidad, los sistemas de información y los nodos regionales que operan actualmente para zonas costeras en el país (<http://cambioclimatico.invemar.org.co>).

Recientemente en materia de adaptación se fortalece la generación de información ambiental con la ampliación de la red de estaciones mete-oceanográficas costeras (dos estaciones en Magdalena y La Guajira) lo que incrementa la capacidad institucional para la toma y procesamiento de información base para el estudio de escenarios a futuro y modelos regionalizados de cambio climático y ascenso del nivel del mar para el Caribe colombiano.

Dentro de las acciones de fortalecimiento institucional, educación, divulgación y socialización, se continúan las actividades de la Red de Centros de Investigación Marina entre las que se procuran estrategias de consolidación y enlace interinstitucional. Paralelamente se extienden las acciones en pro de la consolidación del Nodo Regional de Cambio Climático Caribe e Insular, del cual durante el 2012 el INVEMAR obró como Secretaría Técnica.

Con esto durante 2012 se continuó con la generación de conocimiento sobre gestión del riesgo y estudios de vulnerabilidad y adaptabilidad al cambio climático en zonas costeras e insulares del país, siendo para INVEMAR un propósito misional.



Literatura citada

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. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales –UAESPNN y The Nature Conservancy –TNC. Santa Marta, Colombia. 20 p.

Alonso, D., P.C. Sierra Correa, F. Arias-Isaza y M. Fontalvo. 2003. Conceptos y Guía Metodológica para el Manejo Integrado de las Zonas Costeras en Colombia, Manual 1: Preparación, caracterización y diagnóstico. Serie de documentos Generales de INVEMAR No. 12. 94 p.

Asafu-Adjaye, J.; Tapsuwam, S. 2008. A contingent valuation study of scuba diving benefits: Case study in Mu KoSimilian Marine National Park, Thailand. *Tourism Management* 29 (2008): 1122–1130.

Bastidas-Salamanca, M. y C. Peña. 2012. Monitoreo de las aguas marinas y costeras del departamento de Córdoba. Medición de corrientes en las inmediaciones del río Sinú. Informe técnico final del componente de Oceanografía física del Programa de Geociencias Marinas. Elaborado para programa de Calidad Ambiental Marina. INVEMAR. 5 p.

Bastidas-Salamanca, M., E. Bayraktarov y C. Peña. 2012. Dinámica espacio temporal de las corrientes en la bahía de Gayraca (Parque Nacional Natural Tayrona). Informe técnico final. Programa de Geociencias Marinas. INVEMAR. 36 p.

Beaumont, N.; Austen, M.; Mangi, S.; Townsend, M. 2008. Economic valuation for conservation of marine biodiversity. *Marine Pollution Bulletin* 56 (2008): 386-396.

Cadavid, B.C., P.A. Bautista, L.F. Espinosa, A.J. Hoyos, A.M. Malagón, D. Mármol, A.M. Orjuela, J.P. Parra, L.V. Perdomo, M. Rueda, C.A. Villamil y E.A. Viloría. 2011. 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. INVEMAR. Informe Técnico Final. Santa Marta 127 p.+ anexos.

Carrera, R. 2008. Preferencias reveladas de los agentes socioeconómicos para el uso y el manejo de los arrecifes de coral en la isla de San Andrés (Caribe colombiano). Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales- Programa en Ecología. Bogotá. 111 p.

Castaño-Isaza J. 2011. Development of payments for ecosystem services for the Seaflower MPA: An Innovative Financing Mechanism to Protect Coastal and Marine Ecosystems. Tesis de Magíster. Brandeis University. 71 p.

CDB. 1992. Convenio sobre diversidad biológica. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. Río de Janeiro. Brasil.

Chae, D.; Wattage, P.; Pascoe, S. 2011. Recreational benefits from a marine protected area: A travel cost analysis of Lundy. *Tourism Management*, Vol. (33) 4: 971–977.



Cintrón-Molero, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. ROSTLAC UNESCO. Montevideo (Uruguay). 109 p.

CIOH (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas) y Cardique. 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona costera comprendida entre Galerazamba y bahía Barbacoas. Tomo I. Cartagena, 66 p.

Codechocó e IIAP. 2010. Diagnóstico y zonificación del ecosistema de manglar del Pacífico Chocoano. Quibdó. 256 p.

Cormagdalena (Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena). 2007. Formulación del Plan de Manejo de la Cuenca del Río Magdalena – Cauca, Segunda Fase. Barrancabermeja. 297 p.

Correa, I.D. y J.J. Restrepo. 2002. Geología y oceanografía del delta del río San Juan, litoral Pacífico colombiano. Medellín, 221 p.

Correa, I.D., J. Alcántara-Carrió & R. González. 2005. Historical and Recent Shore Erosion Along the Colombian Caribbean Coast. *Journal of Coastal Research (Proceedings of the 2nd Meeting in Marine Sciences)*. Valencia-Spain, 52-57.

Crist, P. & B. Csuti. 2007. Gap Analysis. 151-157. En: Scott, J.M. (Ed.). *A Handbook for Conducting Gap Analysis*. Gap Analysis Program, USGS, University of Idaho, Moscow, ID. 221 p.

CVS - INVEMAR. 2011. Ajuste y socialización de las determinantes ambientales de zona costera para los Planes de Ordenamiento Territorial, POT, de los municipios de San Antero y San Bernardo del Viento, en el departamento de Córdoba y valoración económica de los servicios ambientales prestados por el manglar en el Distrito de Manejo Integrado, DMI, Cispatá. Informe técnico final, convenio CVS-INVEMAR No. 33. Editado por: A.P. Zamora-Bornachera y A.C. López. Santa Marta. 127 p. + anexos.

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2010. Colombia. Proyecciones de población departamentales por área. 2005 – 2020. Fecha de actualización de la serie: miércoles 29 de diciembre de 2010.

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2011. Colombia. Proyecciones de población municipales por área 2005 - 2020. http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=7. 06/11/2011.

Day, J. y A. Yañez-Arancibia. 1982. Coastal lagoons and estuaries, ecosystem approach. *Ciencia Interamericana OEA Washington (volumen especial) Ciencias del Mar. Sci*, 22(1-2): 11-26.

Díaz, J.M. (ed.), L.M. Barrios, M.H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G.H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F.A. Zapata & S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. Serie de Publicaciones Especiales 5. INVEMAR, Santa Marta. 176 p.



Díaz, J.M. and A. Acero. 2003. Marine biodiversity in Colombia: achievements, status of knowledge and challenges. *Gayana*, 67(2): 261-274.

Díaz-Merchán, J.A. 2001. Hallando la tarifa de entrada óptima al Parque Corales del Rosario: Un modelo de disponibilidad a pagar. Tesis de magíster. Universidad de los Andes. Bogotá. 41 p.

DNP. 2007a. 2019 Visión Colombia II Centenario. Aprovechar el territorio marino Costero en forma eficiente y sostenible. Dirección Nacional Marítima DIMAR Departamento Nacional Planeación DNP, Bogotá, Colombia. 101 p.

DNP. 2007b. Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010: Estado Comunitario: desarrollo para todos. Departamento Nacional Planeación DNP, Bogotá, Colombia. 591 p.

Dudley, N and J. Parish. 2006. Closing the gap-creating ecologically representative protected area systems: A guide to conducting the gap assessments of protected area systems for the convention on biological diversity. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Technical Series No24, Montreal. 114 p.

Eagle, J.; Betters, D. 1998. The endangered species act economic values: a comparison of fines and contingent valuation studies. *Ecological Economics* 26 (1998): 165-171.

Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 50. 68 p.

Eslava, J. 1994. Climatología del Pacífico colombiano. Academia colombiana de ciencias geofísicas. ACCG. Colección Eratóstenes. Bogotá, 79 p.

Federación Colombiana de Municipios 2012. Información procesada y recibida de la SSPD - Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios, según censo 2005.

Field, C. 1997. La restauración de ecosistemas de manglar. Organización Internacional de Maderas tropicales-OIMT, Sociedad Internacional para los Ecosistemas de manglar. ISME. Managua. 211 p.

Freeman, A.M., III. 2003. *The Measurement of Environmental and Resource Values: theory and Methods*. Washington, DC: Resources for the Future. 491 p.

Garay, J. B. Marín y A.M. Vélez. 2001. Contaminación Marino-Costera en Colombia. 101-127. En: INVEMAR. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia. 2001. (Serie de Publicaciones Periódicas No. 8). Santa Marta. 178 p.

Garay-Tinoco, J.A., D.I. Gómez –López and J. R. Ortiz – Galvis (Eds.). 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 Environment Programme (UNEP), The Global Plan of Action (GPA), and the South Pacific Permanent Commissions (SPPC). The Institute of Marine Coastal Research "José Benito Vives De Andrés" – INVEMAR,



Pacific Pollution Control Center – CCCP, The Regional Autonomous Corporation of Nariño – CORPONARIÑO, Santa Marta. 290 p.

García, S. y L. Le Reste. 1981. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones pendidos costeros. FAO. Roma, 180 p.

Gil-Torres, W. y G. Ulloa-Delgado. 2001. Caracterización, diagnóstico y zonificación de los manglares del departamento de Córdoba. CVS. Montería, 113 p.

Gil-Torres, W., G. Fonseca, J. Restrepo, P. Figueroa, L. Gutiérrez, G. Gómez-M., P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, A. López y C. Segura-Quintero. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares de la Alta, Media y Baja Guajira. 283 p. + 2 anexos.

Gómez-Pompa, A. y A. Kaus 1992. Taming the Wilderness Myth. *Bioscience*, 42: 271-279.

Groves, C. B., L. Valutis, D. Vosick, B. Neely, K. Wheaton, J. Touval y B. Runnels. 2000. Diseño de una geografía de la esperanza: manual para la planificación de la conservación ecorregional. The Nature Conservancy, Vol. I y II, Segunda Edición. Arlington, Estados Unidos. 215 p.

Guevara-Mancera, O.A., H. Sánchez-Páez, G.O. Murcia-Orjuela, H.E. Bravo-Pazmiño, F. Pinto-Nolla y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Pacífico colombiano. En: Sánchez-Páez, H., O.A. Guevara-Mancera y R. Álvarez-León (Eds.) *Proy. PD 171/91 Rev. 2 Fase II (Etapa I) Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares de Colombia*, MINAMBIENTE / ACOFORE / OIMT. Santafé de Bogotá D.C. (Colombia).

Guzmán-Rada, J. y D. Toloza-Reales. 2007. Valoración económica del uso recreativo del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) a través de los métodos de valoración contingente y costo de viaje. Trabajo de grado (Economía). Universidad del Magdalena. Santa Marta. 117 p.

Henaó, W., D. Morales, A. Martínez, Martha Bastidas y B. Posada. 2012. Evaluación de las zonas críticas en la zona costera comprendida entre la bahía de Buenaventura y el río Naya (Valle del Cauca), Pacífico colombiano. Informe Técnico Final. Programa de Geociencias Marinas. INVEMAR. 75 p.

Hobbs, R.J., & D.A. Norton. 1996. Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4: 93-110.

Ibáñez, A.M. 2001. The random utility model for recreation: A model for incorporating health effects and the costs of imperfect information. Documento CEDE D2001-03. 33 p.

Idárraga-García y D. Gámez. 2012. Plan de manejo para la zona costera del departamento de La Guajira. UAC Alta Guajira- UAC vertiente norte de la Sierra Nevada DE Santa Marta. Informe técnico del componente físico preparado para el Programa GEZ dentro del convenio Corpoguajira-INVEMAR. 84 p.

Idárraga-García, J., Bastidas, M., Posada, B., Gámez-Ramírez, D. y Morales, D. 2012. Caracterización geológica, geomorfológica y oceanográfica del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo



(PNNCRSB), Caribe colombiano, con énfasis en los procesos de erosión y sedimentación. INFORME TÉCNICO FINAL. Programa de Geociencias Marinas. INVEMAR. 137 p. + anexos.

IDEAM, (ed). 2010. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. República de Colombia. Bogotá. 407 p. + anexos.

IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá DC, 276 p. +37 hojas cartográficas.

IDEAM. 2001. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Primera ed., Trade Link Ltda.: Bogotá, Colombia. 307 p.

IDEAM. 2010. Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá D.C. 409 p.

IDEAM. 2011. Boletín informativo sobre el monitoreo del fenómeno de “La Niña”. IDEAM. Boletín No. 25. 20 de enero de 2011. Bogotá, 6 p.

IDEAM. 2012a. Boletín informativo sobre el monitoreo de los fenómenos de variabilidad climática “El Niño” y “La Niña”. IDEAM. Boletín No. 40. 19 de enero de 2012. Bogotá, 6 p.

IDEAM. 2012b. Información hidrológica en 26 estaciones ubicadas en los litorales Pacífico y Caribe colombiano. Series históricas a escala mensual. Formato digital. Bogotá: IDEAM, Colombia.

IGAC. 1992. Mapa oficial de La República de Colombia. Mapa físico. Bogotá: escala: 1:2.000.000.

INGEOMINAS. 1998. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Pacífico colombiano. Publicación geológica especial # 21. Bogotá, 111 p.

INVEMAR – CARSUCRE. 2009. Diagnóstico de la erosión costera en el departamento de Sucre, Caribe colombiano. Fase II. 112 p.

INVEMAR – TNC – CI – UAESPNN. 2009. Informe Técnico: Planificación ecorregional para la conservación in situ de la biodiversidad marina y costera en el Caribe y Pacífico continental colombiano. Alonso, D., Ramírez, L. F., Segura- Quintero, C., Castillo-Torres, P., Díaz, J.M., Walschburger, T. y N. Arango. Serie de Documentos Generales No. 41. Santa Marta. 106 p. + anexos.

INVEMAR y MADS. 2011. Desarrollo de Fundamentos para el Fortalecimiento de los Parámetros y los Límites Permisibles de los Vertimientos Puntuales a las Aguas Marinas en Colombia. Informe Final. Santa Marta. 189 p.

INVEMAR, CARSUCRE, 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. 5 tomos.

INVEMAR, MADS, Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias y CDKN, 2012. Lineamientos para la adaptación al cambio climático de Cartagena de Indias. Proyecto de la Adaptación al cambio climático en la Planificación



Territorial y Gestión sectorial de Cartagena de Indias. Editores: Rojas, G.X., J. Blanco y F. Navarrete. Cartagena. Serie de documentos especiales del Invemar. No 55. 40 p.

INVEMAR. 2000. Programa Nacional de Investigación en biodiversidad Marina y Costera. Díaz, J.M. y D. Gómez (Eds.). INVEMAR-FONADE-MMA. 83 p.

INVEMAR. 2002. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: 2000. Serie Documentos Generales No. 3. Santa Marta. 292 p.

INVEMAR. 2003. Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia. Definición de la vulnerabilidad de los sistemas bio-geofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. Programa para la Investigación Marina y Costera – GEZ. Invemar. Vides, M.P., ed. Santa Marta, Colombia. p. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD Atlas digital.

INVEMAR. 2005. Actualización y ajuste del diagnóstico y zonificación, de los manglares de la zona costera del departamento Atlántico, Caribe colombiano. Informe final. INVEMAR –CRA. Santa Marta. 191 p. + 5 anexos.

INVEMAR. 2006. Proyecto BPIN: Diseño e implementación de un programa de prevención y propuestas para la mitigación de la erosión costera en Colombia. Santa Marta, 35 p. + 7 anexos.

INVEMAR. 2008. Sea-level rise coastal adaptation. Technical Report NCAP Colombia Project. ETC Project Number 032135. Marine and Coastal Research Institute. Vides, M.P., ed. Santa Marta, Colombia. 290 p.

INVEMAR. 2009. Hoja metodológica indicador extensión de bosque de manglar. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR. Santa Marta D.T.C.H., Colombia, 9 p.

INVEMAR. 2010. Informe Banco de Proyectos de Inversión Nacional - BPIN. MAVDT. Vigencia 2009. 309 p.

INVEMAR. 2011a. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia. Año 2010. Serie de Publicaciones Periódicas No 8. Santa Marta, 322 p.

INVEMAR. 2011c. Evaluación de recursos pesqueros clave y medidas de manejo sugeridas para el Comité Ejecutivo de la Pesca. Concepto Técnico (CPT-VAR 016-11). Santa Marta, 71p.

INVEMAR. 2012a. 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 – REDCAM. <http://www.INVEMAR.org.co/siam/redcam>. 21/12/2012.

INVEMAR. 2012b. Evaluación de recursos pesqueros clave y medidas de manejo sugeridas para el Comité Ejecutivo de la Pesca. Concepto Técnico (CPT-VAR 031-12). Santa Marta, 73 p.

INVEMAR. 2013. Fortalecimiento de capacidades de administradores de las zonas costeras hacia la reducción del riesgo asociado al aumento acelerado del nivel del mar, por cambio climático global. Informe Final de Proyecto. PRY-GEZ-766-11-IFP-01. Santa Marta, 15p.+ anexos.



INVEMAR-ANH. 2012. Estudio Línea base ambiental y pesquera en la Reserva de Biosfera Seaflower (Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina) como aporte al conocimiento y aprovechamiento sostenible de los recursos para la región – FASE I. Informe técnico de avance, Santa Marta, 123p + anexos.

INVEMAR-Coralina. 2011. Diseño e implementación de un programa de adaptación en las áreas insulares del Caribe colombiano. En: Proyecto Nacional Piloto de Adaptación (Donación TF 056350).

INVEMAR-MADS. 2012. "ESTUDIOS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LA EROSIÓN COSTERA. Informe Técnico Final. 1120 p.

James Cruz, J.L. 2003. Estimación de la tarifa de acceso al Parque Regional Johnny Cay. Tesis Maestría. Universidad de los Andes. Bogotá. 43 p.

Lindig-Cisneros, R. y J.B. Zedler. 2000. Restoring Urban Habitats, a Comparative Study. *Ecological Restoration*, 18: 185-194.

Londoño, L.M. & R.J. Johnston. 2012. Enhancing the reliability of benefit transfer over heterogeneous sites: A meta-analysis of international coral reef values. *Ecological Economics* 78: 80–89.

López-Rodríguez, A., M. García, P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, I. Machacón, J. Lasso, O. Bent, A. Mitchel, C. Segura, S. Nieto, J. Espriella. 2009a. Ordenamiento ambiental de los manglares del Archipiélago San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Serie de documentos generales No 30. 117 p. + 2 anexos.

López-Rodríguez, A., P.C. Sierra-Correa, J.C. Rodríguez Peláez, M. Hernández-Ortiz, C. Muñoz, C. Satizabal, J. Zamudio, G. Almario, J. Bolaños, y L.M. Prieto. 2009b. Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de López de Micay, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de Documentos Generales INVEMAR No 34. 197 p. + 2 anexos.

Manjarrés L., L. 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. *Rev. Ciencias Marinas*. 34 (2): 223-238.

Marchan, M. (Ed.) 2010. Concepts and Science for Coastal Erosion Management. Concise report for policy makers. Deltares, Delft. 32 p.

Marín, B. 2001. Establecimiento de valores indicativos del grado de contaminación de tóxicos químicos y microorganismos de origen fecal, como base para la expedición de normativas de la calidad de las aguas marinas de Colombia. Informe Técnico Final de Proyecto. INVEMAR/COLCIENCIAS. Santa Marta. 45 p.

Márquez-Fernández, D.N., Acosta-Lobo, M.E., Márquez-Fernández, M.E., Martínez-Martínez, A., Márquez-Fernández, E.J., Camargo-Guerrero, M. 2012. Efecto de extractos de la esponja calcárea *Leucetta aff. floridana* sobre el ciclo de líneas celulares leucemoides *Revista Cubana de Farmacia* 46(4): 436-445.

Martelo-Martelo, T.M. 1999. Valoración económica de los servicios recreativos del Parque Natural Gorgona. Tesis Maestría. Universidad de los Andes. Bogotá. 52 p.



- Martínez, N.J. 2001. La dinámica fluvial y litoral del delta del Magdalena. Bases para un manejo sostenible frente a un aumento del nivel del mar. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 129 p.
- Martínez-Martí, A., D.F. Morales, B.O. Posada, W. Henao, M. Bastidas. 2012. Cambios en perfiles de playa asociados a las pujas en la isla barrera "Punta El Soldado", municipio de Buenaventura, Pacífico colombiano. Informe final de Proyecto BPIN – Erosión Costera. Programa Geociencias Marinas, INVEMAR. Santa Marta. 54 p.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2007a. Resolución 026 del 2007.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2007b. Resolución 051 del 2007.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2009. Resolución 2168 del 2009.
- MAVDT (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial). 2010. Resolución 0619 del 2010.
- Mazorra, J. 2004. Geomorfología y dinámica de la franja costera entre punta Arboletes y Cristo Rey, departamento de Córdoba. Trabajo de grado (Geología). Universidad Nacional de Colombia. Santa Marta, 143 p. + 11 anexos.
- Millar, R.B y R.J Freyr. 1999. Estimating the size-selection curves of tossed gears, traps, net and hooks. *Reviews in fish biology and fisheries*, 9: 89-116.
- Mindesarrollo. 2000. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS-2000. Sección II, Título E. Tratamiento de Aguas Residuales. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá. 144 p.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2001. Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Santa Fé de Bogotá, D.C. 81 p.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2002a. Resolución 0721 del 2002.
- MMA (Ministerio del Medio Ambiente). 2002b. Uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Dirección General de Ecosistemas. 59 p.
- Mogollón-Duffó, A.A. 2008. Valoración económica del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Colombia. Tesis Maestría. Universidad de los Andes. Bogotá. 69 p.
- Morales, D.F., B.O. Posada, M.L. Bastidas, C.E. Peña. 2012. Monitoreo de la playa entre el kilómetro 19 y 20 de la vía Barranquilla (Atlántico) – Ciénaga (Magdalena). Informe final de Proyecto BPIN – Erosión Costera. Programa Geociencias Marinas, INVEMAR. Santa Marta. 58 p.



Morales-Alarcón, D. 1998. Valoración económica de áreas naturales. Estudio de caso las islas de Providencia y Santa Catalina. Tesis Maestría. Universidad Javeriana. Bogotá. 21 p. + anexos.

Newball, R. 2001. Valoración económica del diseño e implementación de un AMP en un archipiélago del Caribe: Un caso de estudio en los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés– Colombia. Monografía de especialización. Universidad de los Andes. Bogotá. 64 p. + anexos.

NRC (National Research Council). 1995. Wetlands: Characteristics and Boundaries. National Academic Press. Washington D.C., EE.UU.

NRC (National Research Council). 2001. Compensating for wetland losses under the Clean Water Act. National Academy Press, Washington, D.C., EE.UU.

O'garra, T. 2011. Economic valuation of a traditional fishing ground on the coral coast in Fiji. *Ocean and Coastal Management* (2011), doi: 10.1016/j.ocecoaman.2011.09.012.

Ordóñez, C. 2002. Dinámica de la línea de costa, por erosión y sedimentación, del tramo entre playa de los Holandeses y punta Chuchupa, departamento de La Guajira. Trabajo de grado (Geología). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 101 p.

Palacio, H. y A. Restrepo. 1999. Influencia de la evolución del delta del río Sinú en los procesos morfodinámicos del litoral Caribe antioqueño. Trabajo de grado (Ingeniería Civil). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín. 111 p.

Páramo, J. y U. Saint-Paul. 2010. Morphological differentiation of southern pinkshrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquatic Living Resources*, 23: 95–101.

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. Informe Final Proyecto Valoración biológico-pesquera y ecológica de la pesca industrial de arrastre camarero e impacto de la introducción de dispositivos reductores de fauna acompañante, en el Mar Caribe colombiano. Universidad del Magdalena. Santa Marta, 20 p.

Posada B., M.C. Díaz, R. Navas, A.M. Batista-Morales, L. J. Vivas-Aguas, S. Narváez, L.V. Perdomo, C.A. Villamil, A.M. Orjuela, D.I. Gómez-López, J. C. Vega-Sequeda. 2012. Estado del ambiente abiótico, calidad de aguas y biodiversidad marina: indicadores de estado. 27-77. En: Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2011. Serie de publicaciones periódicas No. 8. Santa Marta, 203 p.

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. 112 p.

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, 200 p.



- 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, 148 p.
- Posada, L. 2002. Erosión costera en el litoral Caribe colombiano, departamentos de Antioquia y Córdoba. Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Minas, Medellín. 17 p.
- Ramos, A y D.S. Guerrero. 2010. El Suelo Costero, Propuesta para su reconocimiento. Ed. Instituto de Estudios del Ministerio Público, Procuraduría General de la Nación, Fundación MarViva. Vol. 1, 120 p.
- Rangel, N. y Posada B. 2005. Geomorfología y procesos erosivos en la costa norte del departamento de Córdoba, Caribe colombiano, sector Paso Nuevo-Cristo Rey. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, 34: 87-103.
- Remoundou, K.; Koundouri, P.; Kontogianni, A.; Nunes, P.; Skourtos, M. 2009. Valuation of natural marine ecosystems: An economic perspective. *Environmental Science & Policy* 12: 1040–1051.
- Ressurreição, A.; Gibbons, J., Ponce, T.; Kaiser, M.; Santos, R.; Edwards. Jones, G. 2011. Economic valuation of species loss in the open sea. *Ecological Economics* 70: 729–739.
- Restrepo, J. (Ed.). 2007. Monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y la fauna asociada con énfasis en las aves y especies de importancia económica como la piangua y el cangrejo azul. Informe Técnico. 152 p.
- 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. M. Díaz, J. Garzón-Ferreira, C. B. García y J. C. Restrepo. 2005. Aportes Fluviales al Mar Caribe y Evaluación Preliminar del Impacto sobre los Ecosistemas Costeros. 189-215. En: Restrepo J. D. Los Sedimentos del Río Magdalena: Reflejo de la crisis ambiental. Universidad de EAFIT. Medellín. 189-215.
- Restrepo, J.C. 2001. Geomorfología y análisis de las variaciones de la línea de costa de la zona norte del golfo de Morrosquillo y el archipiélago de islas de San Bernardo, Caribe colombiano. Una contribución a la formulación del Plan de Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera Río Sinú-Golfo de Morrosquillo. Trabajo de grado (Geología), Universidad de Caldas. Manizales, 122 p. + 8 anexos.
- Restrepo, J.D. y S. A. López. 2008. Morphodynamics of Pacific and Caribbean deltas of Colombia, South America. *South American Earth Sciences* 25 (2008) 1 – 21.
- Restrepo, J.D., P. Zapata, J. M. Díaz, J. Garzón-Ferreira, C. B. García. 2006. Fluvial fluxes into the Caribbean Sea and The impact on Coastal ecosystem: The Magdalena River, Colombia. *Global and Planetary Change* 50 (2006): 33-49.
- Robertson, K. y J. Chaparro. 1998. Evolución histórica del delta del río Sinú. En: Cuadernos de Geografía, Vol. VII, No. 1-2, Bogotá, 70-86.



Rodríguez-Peláez, J.C., A. López-Rodríguez, P.C. Sierra-Correa, M. Hernández-Ortiz, G. Almarío, L.M. Prieto, J. Bolaños y H. Martínez. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Guapi, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de documentos generales INVEMAR No 33. 149 p. + 2 anexos.

Rojas Giraldo, X., P.C. Sierra-Correa, P. Lozano-Rivera y A. López Rodríguez. 2010. Guía metodológica para el manejo integrado de las zonas costeras en Colombia, manual 2: planificación de la zona costera. Serie de Documentos Generales INVEMAR No.44, 74 p.

Rueda, M., E. Viloria-Maestre, F. Rico-Mejía, D. Marmol, J. Viaña, J. Gómez-León. 2011. Estado de los recursos sometidos a explotación. (253-299). En: INVEMAR. Informe del Estado de Los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2010. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta, 322 p.

Rueda, M., F. Rico-Mejía y W. Angulo. 2010. Evaluación y manejo de la pesquería industrial de camarón de aguas someras. En: Diagnóstico de las principales pesquerías del Pacífico colombiano. MARVIVA. Bogotá, 20 p.

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 Andrés" - INVEMAR. Santa Marta. 60 p. (Contribución del INVEMAR No. 952). ISBN: 958- 97349-7-9.

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., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A.S. Sánchez-Alfárez, J.C. Pino-Renjifo, I. García-Hansen y M.T. Acosta-Peñaloza. 1997. Diagnostico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe de Colombia. Proy. PD 171/91 Rev.2 (F) Fase I. Conservación y Manejo Para el Uso Múltiple de los Manglares de Colombia, MinAmbiente/OIMT. Santafé de Bogotá D. C. (Colombia), 511 p.

Sánchez-Páez, H., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León., W. Gil-Torres, A. Sánchez-Alfárez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Páez-Parra. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe colombiano. Proyecto PD/171/91 Rev. 2 (F) fase II. Etapa II. MinAmbiente, Acofore, OIMT. Santa Fe de Bogotá, 294 p.

Sánchez-Páez, H., G.A., Ulloa-Delgado y H.A. Tavera-Escobar. 2004. Manejo integral de los manglares por comunidades locales, Caribe de Colombia. Proyecto PD 60/01 REV.1 (F): Manejo sostenible y restauración de los manglares por comunidades locales del Caribe de Colombia. MAVDT/ CONIF/ OIMT, Bogotá. 335 p.

Seijo, J.C., O. Defeo y S. Salas. 1998. Fisheries bioeconomics. Theory, modelling and management. FAO Fish. Tech. Pap. 368, Rome, 176 p.

Serrano, B. 2004. The Sinú River Delta on the Northwestern Caribbean Coast of Colombia: Bay Infilling Associated with Delta Development. Journal of South American Earth Sciences, 16: 623–631.

- Sierra-Correa, P.C., A. Sánchez, A. López-Rodríguez, J.C. Rodríguez-Peláez, C. Muñoz, C. Satizabal, A. Moreno, G. Almarío, F. Bedoya, M. Hernández-Ortiz, J. Bolaños, y L.M. Prieto. 2009. Ordenamiento ambiental de los manglares del municipio de Timbiquí, departamento del Cauca (Pacífico colombiano). Serie de documentos generales INVEMAR No 32. 198 p. + 2 anexos.
- Solano, O.D., C. Ruiz, C. Villamil, C. García, D. Vega, F. Cortés, F. Herrera y H.F. Sáenz. 2009. Plan de seguimiento y monitoreo de la zona deltaico estuarina del río Sinú (Noviembre 2000 a Diciembre de 2009). INVEMAR. Informe Final, Fase XII, Noveno año, para la empresa Urrá S.A. E.S.P., Santa Marta.
- Steer, R., F. Arias, A. Ramos, P. Aguirre, P. Sierra & D. Alonso. 1997. Documento preliminary de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. Documento de consultoría, Ministerio del Medio Ambiente. 413 p. Documento inédito.
- Supertransporte. 2008. Anuario estadístico 2007. www.supertransporte.com. . 30/11/2008.
- 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, 120 p.
- Tello, E., Castellanos, L., Arévalo-Ferro, C., Duque, C.. 2012. Disruption in quorum-sensing systems and bacterial biofilm Inhibition by cembranoid diterpenes isolated from the octocoral *Eunicea knighti* J. Nat. Prod. 2012, 75, 1637-1642.
- Ulloa-Delgado, G.A., H. Sánchez-Páez, W.O. Gil-Torres, J.C. Pino-Rengifo, H. Rodríguez-Cruz y R. Álvarez-León. 1998. Conservación y uso sostenible de los manglares del Caribe colombiano. En: Ulloa-Delgado, G.A., H. Sánchez-Páez y R. Álvarez-León (Eds.). 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, MMA / ACOFORE / OIMT, Santafé de Bogotá D. C. (Colombia). 224 p.
- UN (United Nations). 2009. Statistics Division. Descargado en Abril de 2012 de: <http://data.un.org/Data.aspx?q=purchasing+power+parities&d=MDG&f=seriesRowID%3a699>.
- Universidad del Valle – INVEMAR. 2012. Vulnerabilidad de los ecosistemas marinos y costeros de bahía Málaga (Pacífico colombiano). Amenazas naturales y antrópicas. Informe técnico final del componente físico
- Universidad del Valle. 2010. Estudio de prefactibilidad Ambiental y Social sobre la construcción de un puerto de aguas profundas en bahía Málaga, Pacífico colombiano. Informe final de Oceanografía y Geología preparado para el Comité Intergremial del Valle del Cauca. 47 p.
- Vernette, G. 1985. La plateforme continentale Caraïbe de Colombie (du débouche du Magdalena au golfe de Morrosquillo). Importance du diapirisme arigileux sur la morphologie et la sédimentation. Tesis Doctoral (Ciencias), Universidad de Bordeaux –I. 378 p.
- Vivas-Aguas, L.J. 2011. Formulación del índice de calidad de aguas costeras (ICAM) para los países del Pacífico Sudeste. Documento Metodológico. Proyecto - SPINCAM. INVEMAR. Santa Marta. 40 p.



Vivas-Aguas, L.J., M. Tomic, 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 Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia - REDCAM. Informe técnico 2011. INVEMAR. Santa Marta. 229 p.

Von Prael, H. 1989. Manglares. Villegas Editores. Bogotá Colombia. 207 p.

Wilson, R. 2001. Economic valuation of the non-market values of mangroves in San Andrés Isla, Colombia and recommendations towards management. Tesis Maestría en Ciencias Económicas del Medio Ambiente-Universidad de Heriot- Watt, Edimburgo. 74 p + Anexos.

Zamora, A., Lozano, P., López, A., Segura, C., Orjuela, A., Villamil, C., Perdomo, L., Londoño, L. 2012. Instrumentos de gestión de los espacios oceánicos y zonas costeras e insulares de Colombia: indicadores de respuesta (Pp. 152-156) En INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2011. Serie de Publicaciones Periódicas No. 8. Santa Marta. 203 p.



invemar

COLOMBIA
50% MAR

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras
"José Benito Vives De Andrés" - INVEMAR
Vinculado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

**Calle 25 # 2-55 Playa Salguero - Rodadero
Sta Marta D.T.C.H.
PBX: (+57)(+5)4328600
Fax: (+57) (+5) 4328682
www.invemar.org.co**