Misión Del INVEMAR

El INVEMAR es el Instituto encargado, por mandato Nacional, de la investigación básica y aplicada de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en los litorales y ecosistemas marinos y oceánicos de interés nacional, con el fin de proporcionar el conocimiento científico necesario para la formulación de políticas, la toma de decisiones y la elaboración de planes y proyectos que conduzcan al desarrollo de éstas, dirigidas al manejo sostenible de los recursos, a la recuperación del medio ambiente marino y costero, y al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, mediante el empleo de la capacidad científica del Instituto y su articulación con otras entidades públicas y privadas.

Debe colaborar con la coordinación de una red de centros de investigación marina, en la que participen otras entidades que desarrollen actividades de investigación en los litorales y mares colombianos, propendiendo por el aprovechamiento racional de la capacidad científica de que dispone el País en ese campo (Decreto 1276 Cap. I Art. 2, INVEMAR, s.f.). Este esfuerzo será orientado a fundamentar la toma de decisiones de política por parte del Ministerio, suministrar bases técnicas para el establecimiento de normas y regulaciones para el ordenamiento del territorio, el manejo, uso y aprovechamiento del medio ambiente y los recursos naturales renovables marinos (Decreto 1276 Cap II Art. 5).

Anualmente, el Instituto debe presentar un balance acerca del estado de los recursos naturales renovables del ambiente marino y costero, con miras a proponer alternativas y recomendaciones encaminadas al desarrollo sostenible de nuestros mares.

Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia

Año 2003

Como una manera de contribuir a la conservación de los recursos naturales de la zona costera y marina de Colombia, el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andreis" -INVEMAR, presenta el Informe del Estado de los Recursos correspondiente al año 2003. Este documento integra la información sobre los ecosistemas y especies de las regiones Caribe y Pacífico de Colombia, haciendo énfasis en su caracterización, descripción del estado de conservación y principales amenazas.

Los recursos naturales de la zona costera y marina hacen parte de la riqueza biológica del país, que cuenta con la posición privilegiada de estar entre dos mares. Aguas oceánicas, fondos blandos de la plataforma continental, arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos, playas, manglares, estuarios y lagunas costeras representan los principales ambientes que reúnen diversidad de especies biológicas, la mayoría de las cuales son aprovechadas por las poblaciones asentadas en la región costera.

A pesar de poseer esta riqueza, todavía no hay suficiente conocimiento de las especies biológicas que la conforman, sus usos potenciales, las relaciones ecológicas en y entre los ecosistemas, las más adecuadas formas de aprovechamiento, y siguen siendo escasas las estrategias de conservación. Sumado a esto, se presentan aquellas condiciones que amenazan y ponen en peligro los recursos naturales de la zona costera y marina de Colombia, tales como la

fragmentación y destrucción de los hábitats, la sobreexplotación, el uso de técnicas de extracción inapropiadas y la contaminación.

Conocer pues 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 Informe del Estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia, 2003, se hizo a partir de los datos obtenidos en los trabajos de investigación y monitoreo realizados por INVEMAR en el año en mención, así como involucra información de otras entidades adscritas al Sistema Nacional Ambiental, SINA.

Este documento consta de Cinco Capítulos, introducidos por el Marco Geográfico, en el cual se describen las características generales de la regiones Caribe y Pacífico, en su componente Continental e Insular. El Primer Capítulo hace referencia al Medio abiótico incorporando los aspectos físicos del medio y la calidad ambiental marina y costera. Seguidamente, el estado de los ecosistemas marinos se aborda en el Capítulo Dos, donde se da a conocer la importancia, condiciones actuales y los tensores e impactos, de los arrecifes coralinos, praderas de pastos marinos, manglares, litorales rocosos, fondos blandos y lagunas costeras. El Capítulo Tres se refiere a la Diversidad de Especies, recalcando en el diagnóstico de especies amenazadas, los impactos de las especies introducidas y los efectos en la biodiversidad debidos a la pesca. El Capítulo Cuatro, relacionado con los recursos sometidos a explotación, hace alusión a las pesquerías, acuicultura marina y estuarina, y bioprospección. En este informe, se introduce, por primera vez, en el Capítulo Cinco, el tema del Manejo Integrado de Zonas Costeras, enfatizando en los avances para la protección de los ambientes marinos y costeros.

1. MARCO GEOGRÁFICO

1.1 Características Generales de la Región Caribe Continental

El Caribe colombiano está localizado en el extremo suroccidental de Suramérica; limita al norte con Jamaica, Haití y República Dominicana; al noroeste con Nicaragua y Costa Rica, al este con Venezuela, en la zona de Castilletes (N 11º50' W 71º18') y al oeste con Panamá, en la zona de Cabo Tiburón (N 08º42' W 77º19'). Tiene una longitud de línea de costa de 1.642 km, un área terrestre aproximada de 194.513 km², una zona económica de 524.981 km² y ocupa un 11% de la superficie del país (Figura 1) (INVEMAR, 2002; Steer *et al*, 1997).

Administrativamente está conformada por los departamentos de La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia y Chocó. Las capitales de estos departamentos están comunicadas por una red vial primaria, pavimentada (a excepción de Quibdó, Chocó), y otras secundarias, en mal estado, que comunican con poblaciones menores. Existen aeropuertos en las poblaciones principales y transporte fluvial de carga en algunos tramos de los ríos Magdalena, Sinú, León, Atrato y el canal de Dique (INVEMAR, 2002; INGEOMINAS, 1998; Steer *et al*, 1997).

1.1.1 Fisiografía

La mayor parte de la costa Caribe colombiana está conformada por la llanura Caribe, que se extiende hacia el norte de las estribaciones de las cordilleras Occidental y Central (Serranías de Abibe, San Jerónimo). Su relieve es ondulado a plano, muy cercano al nivel del mar, con colinas que en general no superan los 500 m de altura, a excepción de la Sierra Nevada de Santa Marta, que se levanta como un macizo aislado con alturas de hasta 5.770 m y algunas serranías en la Guajira y en el Atlántico. Hacia el norte, en la Guajira se observan paisajes desérticos, que paulatinamente van cambiando hacia tierras cálidas secas a semisecas, hasta llegar a la serranía del Darién donde la humedad es alta y la vegetación muy espesa (INGEOMINAS, 1998).

Los accidentes geográficos más destacados en la zona costera son: La península de la Guajira, que se extiende en sentido suroeste – noreste, como el rasgo más prominente de las costas colombianas; dentro de ella se han desarrollado puntas y bahías, con alguna importancia comercial como bahía Portete o turística como el cabo de la Vela. A partir de punta de los Remedios en la Guajira y hasta la isla barrera de Salamanca, en el municipio de Ciénaga, Magdalena, la costa tiene una orientación general este – oeste que coincide con las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta que forman principalmente acantilados y luego, pequeñas playas y bahías (INGEOMINAS, 1998).

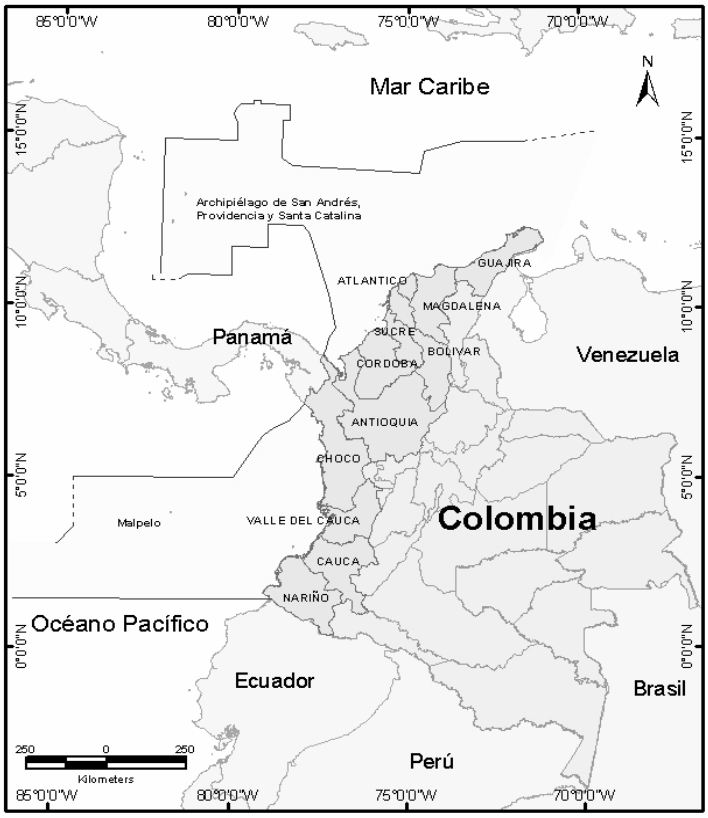

Figura 1. Localización de áreas marinas y costeras de Colombia (Modificado de INVEMAR, 2001).

Se resalta en la costa del departamento del Atlántico el delta del río Magdalena, a partir del cual la costa sigue una tendencia suroeste hasta Punta Canoas, con rasgos geomorfológicos como el canal de Dique y la bahía de Cartagena. Desde esta punta hasta punta San Bernardo, la costa tiene una dirección general nor – noreste y de la plataforma sobresalen el archipiélago de islas del Rosario y el de San Bernardo, ambos originados en diapirismo de lodo, colonizado por formaciones arrecifales de gran importancia (INGEOMINAS, 1998; Vernette, 1985).

Desde Punta San Bernardo hasta punta Caribana la costa vuelve a tomar una orientación suroeste, con rasgos importantes como el golfo de Morrosquillo, el delta del río Sinú y la zona

de acantilados al oeste del Sinú. Finalmente, se llega al golfo de Urabá que se constituye como el segundo de los rasgos geográficos destacados en la costa Caribe, después de la península de la Guajira que se mencionó anteriormente. Tiene una forma de U cerrada, con costas acantiladas y de pequeñas playas, bahías y el delta del río Atrato (INGEOMINAS, 1998; Correa y Restrepo, 2002).

La Tabla 1 muestra en cifras algunos otros aspectos relevantes al marco geográfico de la región Caribe e incluye extensión de la línea de costa, de la porción terrestre y el mar territorial; la división política en cuanto a los departamentos y municipios costeros que la conforman, así como la población total y la población costera.

Tabla 1. Algunas cifras importantes de las áreas marinas y costeras de Colombia (Tomado de INVEMAR, 2002).

Característica	Mar Caribe	Océano Pacifico	Área Insular
Línea de Costa (Km)	1.642	2.188	52
Área terrestre (Km^2)	194.513	131.246	62
Mar territorial (Km^2)	524.981	367.823	
Departamentos costeros	8	4	1
Población total	10.406.466	5.952.871	49.094
Municipios costeros	35	16	2
Población costera	2.919.348	543.594	65.000

1.1.2 Hidrografía

La vertiente del mar Caribe está constituida por el sistema del río Magdalena, las cuencas hidrográficas de la alta Guajira, Ranchería, norte y oeste de la Sierra Nevada de Santa Marta, Sinú, Atrato y otras menores (INGEOMINAS, 1998).

El carácter desértico a semidesértico de la Guajira, determina que el drenaje se desarrolle en los periodos lluviosos, lo que produce corrientes intermitentes, que llegan a ser torrenciales y por ende altamente erosivas. Sólo la cuenca del río Ranchería y otros ríos menores tienen un caudal permanente (14 $m^3\ s^{-1}$ en promedio) que puede llegar a duplicarse durante periodos invernales inundando los terrenos bajos (INGEOMINAS, 1998).

En la vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta las corrientes son permanentes y corren en dirección norte y noreste; se destacan los ríos Dibulla, Palomino, Don Diego, Buritaca y Guachaca. En la vertiente oeste, se destacan los ríos Gaira y Clarín (INGEOMINAS, 1998).

El sistema del Magdalena es el más importante del país puesto que atraviesa de sur a norte casi todo su territorio (1543 km de longitud y 257.000 km^2 de área); sus tributarios más significativos son los ríos Cauca y San Jorge. Forma un delta en Bocas de Ceniza dominado por la carga sedimentaria cercana a los 144 millones de t año^{-1} (INGEOMINAS, 1998; Correa y Restrepo, 2002).

La vertiente del río Sinú es la principal del departamento de Córdoba y ocupa un área cercana a los 15.000 km^2; su carga sedimentaria, de aproximadamente 400 m^3 s^{-1}, ha permitido la formación de un delta en Tinajones que ha crecido a un velocidad de 0,5 km^2 año^{-1} (Robertson, 1989 y Ramírez, 1992 En: INVEMAR, 2003). El río Atrato tiene un curso de aproximadamente 700 km y un área de 36.000 km^2, desemboca en el golfo de Urabá en donde forma un delta fluvial favorecido por una descarga de sedimentos de aproximadamente 11 millones de t año^{-1} (Restrepo y Kjerfve, 2000).

En cuanto a otros cuerpos de agua superficiales como lagos, ciénagas y otros, el Caribe colombiano tiene una riqueza extraordinaria, principalmente en los departamentos de Bolívar y Magdalena. Dentro de las ciénagas, la de mayor extensión es la Ciénaga Grande de Santa Marta, que almacena un volumen de agua 2.232 millones de m^3; le siguen, también en el departamento del Magdalena, las ciénagas de Pajarales con 284 millones de m^3 y Cuatro Bocas. En el departamento del Atlántico es importante la Ciénaga del Totumo, mientras que en Bolívar se destacan las ciénagas de Tesca y Zarzal, en Córdoba la Ciénaga Grande de Lorica con 192 millones de m^3, en Sucre la ciénaga de la Caimanera y el complejo de Cispatá, en Antioquia la ciénaga de la Marimonda y en el Chocó la ciénaga Marriaga INGEOMINAS, 1998, INVEMAR, 2003).

Las aguas subterráneas en la costa Caribe colombiana están limitadas al oeste por las serranías de Perijá y las estribaciones del sistema andino. Los departamentos costeros con mayor inventario de acuíferos son la Guajira con más de 1000; Magdalena, Bolívar y Antioquia con 50 a 100 acuíferos. El caudal promedio reportado para los mismo varia entre 1 hasta 70 l s^{-1} y se utilizan principalmente en Riohacha, Santa Marta y Tolú para el abastecimiento de la ciudad y la agricultura (INVEMAR, 2002).

En cuanto a aguas termales se tiene referencias de su existencia en Luruaco (Atlántico), Ciénaga (Magdalena) y Arboletes (Antioquia) (INVEMAR, 2002).

1.2 Características Generales de la Región Caribe Insular

La costa Caribe insular está conformada por el archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y sus cayos, declarada durante el año 2000 como Reserva Mundial de la Biósfera. Se ubica al noroeste del país en la llamada zona de elevación de Nicaragua, siendo sus coordenadas más extremas entre los 12º - 16º30' LN y 78º - 82º LW (Figura 1). Tiene una extensión de línea de costa de 52 km aproximadamente y un área terrestre de 62 km^2. Administrativamente está

conformado por un solo departamento, que se comunica con el resto del país a través de su aeropuerto en San Andrés, desde el cual también se puede acceder a un aeropuerto en Providencia. Hay transporte de carga vía marítima (INGEOMINAS, 1998).

1.2.1 Fisiografía

El archipiélago de San Andrés y Providencia presenta características particulares definidas por su posición geográfica, como son su origen volcánico y diferentes ambientes marinos y terrestres. La isla de San Andrés presenta una planicie litoral conformada por una plataforma emergida hasta los 10 m de altura y que rodea un relieve de colinas suaves. El ancho de esta plataforma varía de un sitio a otro; es así como al norte de la isla tiene hasta 600 m mientras que en la parte sur alcanza 1,5 km aproximadamente; el sector oriental es estrecho y cenagoso y el occidental es más quebrado y los terrenos planos se reducen al valle de Cove (INVEMAR, 2003).

La Costa oriental de la Isla de Providencia presenta un arrecife barrera de 32 km que va hasta la isla de Santa Catalina y limita una laguna costera somera (Prahl, 1983). En dirección sur – norte, se extiende una serranía desde Diamond Hill hasta Marshal Hill y tres ramales en sentido oeste-este. Al noroeste existen algunos sectores de playa (IGAC, 1986).

En cuanto a los cayos y bancos, poseen diferentes formas, e incluyen geoformas de terraza prearrecifal de barlovento, laguna, terraza lagunar y terraza prearrecifal de sotavento; algunos como el de Serrana tienen un arrecife periférico.

La Tabla 1 muestra algunas cifras relevantes en cuanto a extensión, división política y población.

1.2.2 Hidrografía

En la isla de San Andrés no existen cursos permanentes de agua, sólo arroyos temporales asociados a la época de lluvias. En Providencia, en cambio, el relieve ha permitido la formación de un drenaje radial (IGAC, 1986; Cove, 1982 En: INVEMAR, 2003).

En sus pequeñas cuencas hidrográficas, la isla de Providencia presenta un desequilibrio hidrológico por el déficit prolongado de agua durante la estación seca, por lo que después de los aguaceros, la escorrentía es rápida, con presión lateral sobre las paredes por lo que se produce erosión y desbordamiento. Las tres microcuencas presentes en la isla son: Bottom House, Borden y Fresh Water, todas ellas con procesos de erosión críticos (Contraloría general del departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 1998).

1. 3 Características Generales de la Región Pacífico Continental e Insular

La costa del Pacífico se ubica en la región occidental de Colombia; está limitada al norte por la frontera con Panamá (N 7º13' W 77º49') y al sur por la desembocadura del río Mataje en la frontera con Ecuador (N 1º36' W 79º01'). Tiene una longitud de línea de costa de 1.300 km, un área terrestre de 131.246 km² y una zona económica de 367.823 km², correspondiente al 6,6% del territorio nacional (Figura 1) (INVEMAR, 2002; Steer *et al*, 1997).

Administrativamente está conformada por los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño. El principal medio de comunicación entre los municipios costeros es el transporte fluvial y marítimo; 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, mientras que la red secundaria prácticamente no alcanza ninguna de las poblaciones de la zona costera. Existen aeropuertos que comunican el litoral chocoano con el interior del país, en los municipios de Ciudad Mutis, Nuquí, Buenaventura, Guapi y Tumaco (INGEOMINAS, 1998; Steer *et al*, 1997).

La Costa Pacífica insular está conformada por la islas oceánicas de Gorgona y Malpelo, la primera de ellas localizada en las coordenadas N 3º27' W 78º10', mientras que la segunda se localiza en N 4º00' W 81º36' (Figura 1). Están respectivamente en jurisdicción de los departamentos del Cauca y Valle del Cauca. La comunicación con el interior del continente se hace por vía marítima.

1. 3.1 Fisiografía

La costa del Pacífico, puede decirse que se divide en dos regiones fisiográficamente diferentes: La zona norte, entre Panamá y cabo Corrientes, de aproximadamente 375 km de longitud, está constituida por costas altas muy accidentadas, de acantilados sobre rocas terciarias de la serranía del Baudó que alcanzan hasta 100 m de altura a poca distancia de la costa, en tanto que hacia el sur de cabo Corrientes hasta el límite con el Ecuador, la costa es baja, aluvial, con planos inundables cubiertos por manglares y sólo interrumpidos por pequeños tramos de acantilados en bahías Málaga, Buenaventura y Tumaco. En contraste esta costa es poco accidentada y cruzada por una red de drenaje densa conformada por ríos y esteros (INGEOMINAS, 1998).

Los accidentes geográficos más destacados entre el límite con Panamá y cabo Corrientes son: Cabo Marzo, golfo de Cúpica y golfo de Tribugá; la dirección general de esta parte de la costa es noroeste. Desde cabo Corrientes hasta bahía Málaga, la costa se alinea en sentido preferencial norte – sur y en ella se destacan bahía Cuevitas, bajo Baudó y el delta constructivo del río San Juan. Hacia el suroeste entre Málaga y la frontera con Ecuador, los rasgos que se destacan son la bahía de Buenaventura, el delta del río Patía y la bahía de Tumaco

La Tabla 1 muestra algunas cifras relevantes en cuanto a extensión, división política y población.

1.3.2 Hidrografía

En la zona costera del Pacífico la hidrografía presenta una clara división a la altura de Cabo Corrientes; hacia el norte, la proximidad a la costa de la serranía del Baudó no permite que se formen grandes corrientes a pesar de que la precipitación tiene rangos altos. Hacia el sur, cuenta con ríos caudalosos alimentados por la alta precipitación, como el Baudó, Dotenedó, Ijuá, Orpúa, Pichimá y el San Juan, que cuenta con 7 bocas formando un delta lobular en el límite de los departamentos de Chocó y Valle (INGEOMINAS, 1998).

En la bahía de Buenaventura drenan sus aguas los ríos Anchicayá y Dagua que traen una importante carga sedimentaria. Más al sur se encuentran los ríos Mallorquín, Calambre, Yurumanguí, Naya, Micay, Saija, Timbiquí, Guapi, Guajuí, Iscuandé, Tapaje, Sanquianga, Patía y Mira. En el límite con Ecuador se encuentra el río Mataje (INGEOMINAS, 1998).

El Delta del río San Juan tiene una superficie aproximada de 800 km^2; recibe caudales entre 600 y 6000 $m^3\ s^{-1}$ y sedimentos en suspensión del orden de 16 millones t $año^{-1}$ (Restrepo *et al*, 1994; Restrepo y Kjerfve, 2000). El delta del río Patía es el más extenso de la costa Pacífica, con una cuenca de drenaje de 23.000 km^2 y un caudal de 488 $m^3\ s^{-1}$ (IGAC, 1992). La cuenca del río Micay tiene 2.511 km^2 y un caudal promedio del río de 289 $m^3\ s^{-1}$ (INVEMAR, 2003).

1.4 Literatura Citada

Contraloría general del departamento archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 1998. Informe Ambiental 1998. Fernándo Taylor Pomare, Contralor general del Departamento. San Andrés, isla, 233 p.

Correa, I.D. y Restrepo, J.J., 2002. Geología y Oceanografía del Delta del río San Juan. Litoral Pacífico colombiano. Medellín, 221 p.

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

INVEMAR. 2001. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000. Serie documentos generales · 3. Santa Marta, 138 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, No páginas + anexos 5 tomos.

INVEMAR. 2003. Programa holandés de asistencia para estudios de 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. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD-Atlas Digital. Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera - GEZ, Santa Marta, Colombia. ISBN: 958-97264-2-9.

Restrepo, J. D. y B. Kjerfve. 2000. Magdalena river: interannual variability (1975-1995) and revised water discharge and sediment load estimates. Journal of Hydrology. 235 (1-2): 137-149.

Steer, R., F. Arias, A. Ramos, P. Aguirre, P. Sierra y D. Alonso. 1997. Documento preliminar de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. Documento de consultoría, Ministerio del Medio Ambiente. 413 p. Documento inédito.

CAPITULO I
ESTADO DEL MEDIO ABIOTICO

2. ASPECTOS FÍSICOS DEL MEDIO MARINO Y COSTERO EN COLOMBIA

Se presenta a continuación el estado de los ambientes físicos de la zona costera (playas, acantilados, lagunas, etc.) y la plataforma continental próxima, según los estudios efectuados por diversas instituciones en los últimos años en Colombia. Particularmente, los temas a contemplar son las condiciones oceanográficas reinantes en el mar Caribe colombiano y el océano Pacífico y los cambios en la línea de costa como resultado de los procesos de su erosión o retroceso y acreción o sedimentación de la misma.

Los problemas ambientales relacionados con los aspectos físicos de las zonas marinas y costeras en Colombia se relacionan con la transformación y la destrucción de los hábitat, la contaminación que generan las actividades humanas y la explotación de los recursos naturales, todo enmarcado dentro del concepto de desarrollo de las poblaciones localizadas en las zonas costeras, que requieren ensanchar la infraestructura urbana, económica y de servicios. Adicionalmente, procesos netamente naturales como movimientos tectónicos, o inducidos parcialmente por el hombre como el cambio climático y el aumento del nivel del mar agravan estos problemas.

2.1 Región Caribe Continental

2.1.1 Condiciones climáticas

El régimen climático del Caribe colombiano se encuentra bajo la influencia de los desplazamientos norte - sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y por el movimiento meridional del sistema de monzones americanos. (Figura 2) (Andrade, 2000).

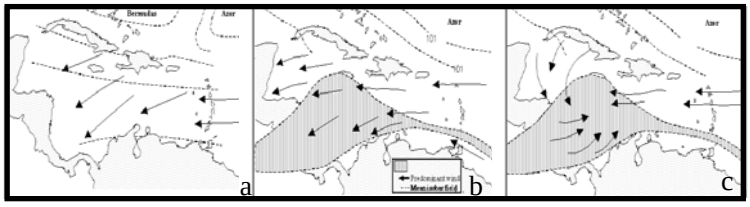

Figura 2. Localización de la Zona de Convergencia Intertropical a) Estación seca. b) Época de transición. c) Época húmeda. (Modificado de Andrade, 2000).

Durante la estación de fuertes vientos (vientos alisios) la zona de convergencia intertropical permanece en el sur, alrededor de los 0-5° de Latitud Sur, desde donde influye en la región

Caribe al incidir en el campo de las corrientes, lo cual hace que se generen fuertes y uniformes vientos sobre toda la cuenca del Caribe. La variación de la ZCIT, durante todo el año, permite que el viento del oriente ejerza influencia sobre la región y cuando la ZCIT sale de la cuenca hacia el norte, la aparición de los vientos del oriente cambia constantemente, generando durante la estación de lluvias vientos suaves y un desarrollo extenso de convección con severas tormentas al occidente del Caribe colombiano (Andrade, 1993 y Andrade, 2000).

En la cuenca del Caribe predominan ciertos sistemas que condicionan la climatología de la región, como son corrientes de viento de bajo nivel que durante la estación de vientos permanecen en la cuenca de Colombia con velocidades superiores a los 12 m/s y tienen un importante componente sur, mientras que en el nivel de los 200 milibares (aproximadamente 10 km de altura) el sistema de vientos se caracteriza por presentar una dirección opuesta a la del viento en superficie, siendo principalmente de componente norte y manteniendo casi la misma velocidad, situación que determina la circulación ciclónica característica del Caribe colombiano.

Otros sistemas que influyen en la climatología del Caribe colombiano es el de los monzones de América, sistemas que también han sido considerados como los responsables de la convectividad atmosférica en el calentamiento superficial. Se ha identificado la presencia del sistema monzónico de América del Sur durante diciembre a febrero en el verano austral, mientras que el sistema del norte ocurre durante junio-agosto en el verano boreal y el de América Central que ocurre entre los monzones hemisféricos haciéndose presentes durante dos periodos durante marzo a junio y de septiembre a noviembre (Andrade, 2000).

Adicionalmente se presentan fenómenos de "mal tiempo" en el Caribe, como son los ciclones tropicales y los mares de leva, que afectan las costas colombianas. La temporada de Huracanes para el área Caribe se inicia desde el primero de Junio y se extiende hasta el mes de Noviembre, siendo por datos estadísticos los meses de agosto y octubre los más intensos. No obstante lo anterior, se han presentado Ciclones Tropicales en muy bajo porcentaje en el mes de Mayo (INVEMAR, 2003).

La probabilidad de que estos sistemas afecten territorio colombiano es apenas del 0,33%, una cifra bastante reducida en comparación con otras áreas del Caribe y los departamentos que pueden ser afectados son Guajira, Cesar, Córdoba, Magdalena, Atlántico, Bolívar y San Andrés y Providencia. Los mayores daños asociados a estos sistemas, son ocasionados por vientos fuertes, abundantes lluvias y marejadas en la Costa (INVEMAR, 2002).

El análisis de la información histórica sobre ocurrencia de Ciclones Tropicales desde 1941 hasta 1997, en el Mar Caribe, revela que es una de las cuencas oceánicas mas afectadas por el paso de estos sistemas reguladores del clima (INVEMAR, 2002).

Algunos de los más recordados en territorio colombiano son el Joan (octubre de 1988) que atravesó la península de la Guajira y se desplazó por el lado sur de San Andrés, el Roxanne

(octubre de 1995) desarrollado al Norte del Archipiélago y César (julio de 1996) que efectuó su desplazamiento por el norte de la península de la Guajira y el Lenny (noviembre de 1999) que siguiendo una dirección atípica oeste – este afectó toda la costa norte Colombiana (INVEMAR, 2002).

El fenómeno conocido como "Mar de Leva" afecta también la Costa Caribe Colombiana. Es típico de la época seca o de vientos (diciembre - abril), aunque las estadísticas muestran que casi siempre se presenta en Enero y Febrero y en algunas ocasiones se extiende a Marzo. Su duración es de aproximadamente 48 horas siendo su inicio más intenso que su final, pero su fuerza se ve reforzada por la acción de los vientos Alisios que por la época soplan del norte - noreste y son más intensos en horas de la tarde, lo cual hace el fenómeno mas dañino en esas horas. Se calcula que el fenómeno puede repetirse hasta cuatro veces en un solo mes y afecta a toda la costa del Mar Caribe Colombiano (INVEMAR, 2003).

- **Épocas climáticas**

El clima del Caribe colombiano se caracteriza en general como tropical semiárido, con dos periodos climáticos principales, llamados época seca (verano) y época húmeda (invierno) y una época de transición (Figura 3).

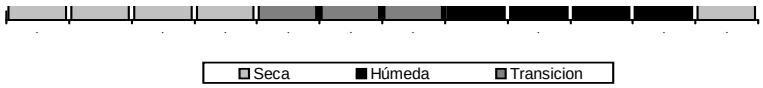

Figura 3. Épocas climáticas en el área de estudio (Tomado de Barrera *et al*., 1999)

La época seca o verano, comprendida entre los meses de diciembre a abril, se caracteriza por vientos fuertes con predominio de las direcciones del norte y el noreste, con velocidades entre los 4 y 23 nudos, y un promedio de 13.5 nudos. Las lluvias son débiles y escasas, no sobrepasan los 50 mm/mes, siendo enero y febrero los meses de más bajos índices de precipitación y caudales hídricos mínimos del orden de 100 m^3/s (Molina *et al*., 1994); se intensifican los procesos de intercambio de calor en la interfase del mar producto del aumento de la velocidad del viento. Es normal para esta época del año, la presencia en las costas del fenómeno conocido con el nombre de Mar de Leva.

La época húmeda o invierno, comprendida entre los meses de agosto a noviembre, se caracteriza por lluvias abundantes, presentando los mayores valores para el mes de octubre con una máxima de 270 mm/mes. En esta época se presentan los caudales máximos de agua dulce (aproximadamente 800 m^3/s); el intercambio de calor en la interfase del mar y el aire se disminuye ya que la velocidad del viento disminuye también. Los Alisios tienen poca influencia

en la distribución de la temperatura, la salinidad, el oleaje y las corrientes del Golfo de Morrosquillo, aumentándose la influencia de la contracorriente de Panamá-Colombia. (Andrade, 2000).

Durante la estación de lluvias, se produce una inversión del sistema de vientos tanto en superficie como en altura, alcanzando la corriente de vientos, fuertes velocidades en el Caribe central (9 a los 15 nudos y valores máximos que no sobrepasan los 17 nudos) hacia el mes de octubre, con dirección del sureste y este - sureste. La posición y velocidad alcanzada por la corriente de vientos de bajo nivel, en el centro de la cuenca, mantiene modulada la vorticidad del viento superficial en el Caribe, produciendo así vorticidad anticiclónica al norte de los 14°N durante la estación húmeda y fuerte vorticidad ciclónica al sur de los 14°N, situaciones que dejan ver pequeños cambios estacionales (Andrade, 2000). Las condiciones marítimas a través del área Caribe, suelen ser afectadas por la presencia de ciclones tropicales, los cuales son frecuentes durante esta época.

Para la época de transición los vientos no superan los 10 nudos, siendo más frecuentes los valores bajos, mientras que las direcciones presentan un predominio de las componentes norte y este. Las precipitaciones no sobrepasan los 120 mm/mes, siendo los meses de julio y agosto en los cuales se observa los mayores valores.

2.1.2 Condiciones oceanográficas en el Caribe colombiano

- **Temperatura superficial del mar**

En el sector nororiental del Caribe colombiano la variación de este parámetro a lo largo del año es bastante significativa, siendo los meses más fríos diciembre a marzo, periodo en el que los vientos alisios del noreste alcanzan su mayor influencia (Figura 4). Durante el período de máxima pluviosidad, las aguas frías características de los primeros meses de año pierden intensidad y cobertura, posiblemente como consecuencia de la disminución de la incidencia de los vientos alisios y con el ingreso a nivel cotero de aguas más cálidas del oeste y suroeste, registrándose así un promedio de temperatura de 29.6° C (Septiembre-Noviembre/98) (INVEMAR, 2003).

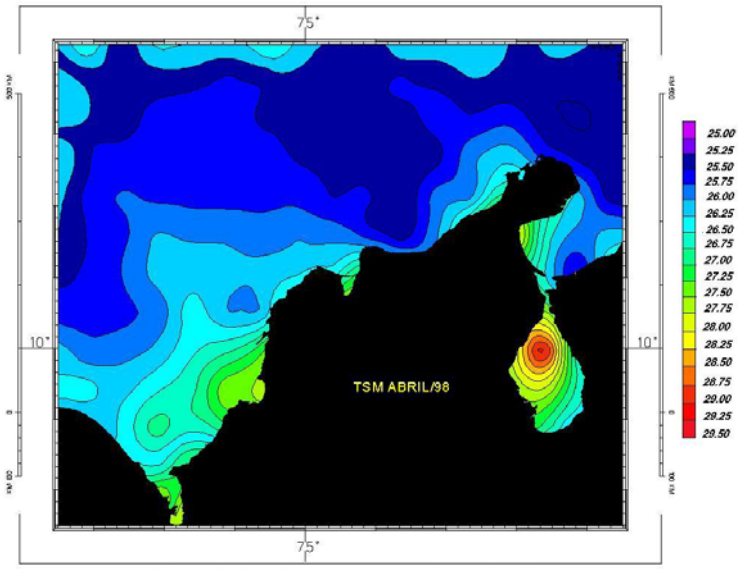

Figura 4. Temperatura superficial del mar (TSM) a partir de imágenes satelitales NOAA/98; Época seca (Diciembre- marzo).Se observa el afloramiento característico del sector nororiental del Caribe colombiano

- Salinidad superficial

En las aguas costeras entre Santa Marta y Castilletes esta variable al igual que la temperatura durante todo el año también presenta amplias variaciones y mantiene un descenso en el valor de la salinidad de norte a sur, contrario al de la temperatura (Figura 5). Así por ejemplo se pudo observar que durante el periodo seco/96 se registraron concentraciones salinas promedios de 36.6, con el mas alto valor entre Punta Gallinas y el Cabo de la Vela (36.8), debido al intenso afloramiento del sector; mientras que la variación de este parámetro entre Castilletes y Santa Marta osciló entre 36,6 a 36.3; evidenciándose de esta forma el descenso antes mencionado en dirección norte a sur o a medida que se desciende en latitud. Durante el periodo de transición el valor promedio de salinidad para esta área fue de 36.5 mientras que para el de lluvias alcanzó 35 con rangos de variación entre 36.0 y 33.5 (INVEMAR, 2003).

Las aguas costeras entre Santa Marta e Islas del Rosario registran valores más bajos que en la región nororiental, con promedios en la época seca de 35.6, de 34.5 en la de transición y de 32.2 en la de lluvias. Al sur de las Islas del Rosario y hasta el Golfo de Urabá se registran las salinidades más bajas de todo el litoral Caribe colombiano con promedios de 33.1 en julio y de 32.2 de septiembre a noviembre con variaciones entre 30.5 - 33 y entre 30-31 para estos dos

períodos del año, debido a que las bocas de los grandes ríos colombianos Magdalena, Atrato y Sinú tienen su influencia en ese sector (INVEMAR, 2003).

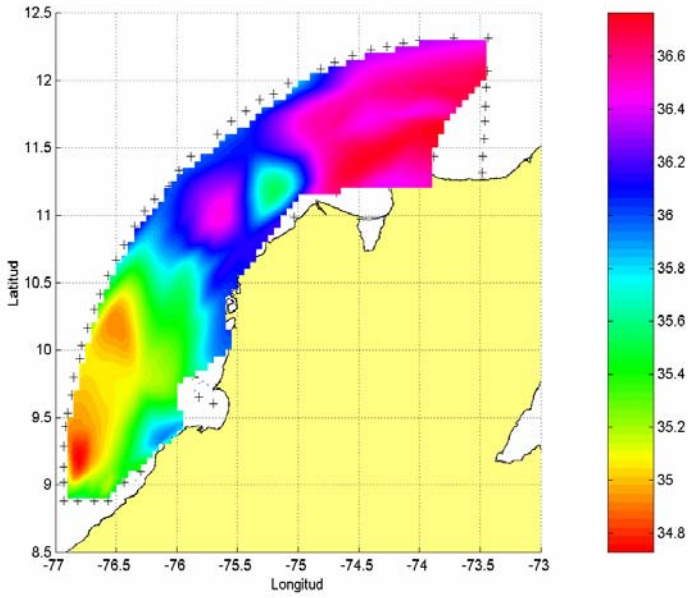

Figura 5. Salinidad superficial tomada del crucero Caribe/96. Mantiene un gradiente contrario a la temperatura, siendo positivo en el norte y tornándose negativo con el descenso en latitud.

- **Distribución vertical de los parámetros oceanográficos**

Independientemente de la época del año el sector noreste del Caribe colombiano se caracteriza por la presencia de una capa de mezcla estrecha y somera (entre 15 y 20 m. de espesor), que durante la época de fuertes vientos/98 presentó temperaturas bajas con promedios de 25.5 °C. Entre Riohacha y Santa Marta esta masa de agua alcanzó mayores profundidades (40 m) por encima de la cual se presentó un leve calentamiento (25-26°C) causado por la baja influencia de los vientos alisios durante el periodo de transición, sumado a la estrecha plataforma que se encuentra dentro del área (Rodríguez & Gálvez, 1999 En: INVEMAR, 2003).

Para la zona comprendida entre Santa Marta – Islas del Rosario en 1997, la capa de mezcla alcanzó mayor amplitud con relación al área norte (25 m). Se caracterizó por presentar temperaturas de 26- 27 °C y salinidad de 36.3. Para la época de lluvias de este año se amplió un poco más alcanzando los 30 m. con gradientes térmicos positivos (29.5 – 30.0 °C) y menores

concentraciones salinas (30.0 - 36.0). Para la época seca la capa de mezcla registró un promedio de 27°C con salinidades entre 35.3 y 36.1. A medida que se descendió en latitud la capa de mezcla se tornó más cálida independientemente de la época del año (Manjares *et al*, 1998 En: INVEMAR, 2003).

La zona sur del litoral Caribe colombiano durante 1997 presentó variaciones menos evidentes debido a la baja influencia que sobre el área presentan los vientos alisios del noreste y a los aportes de aguas provenientes del suroeste. De esta forma se observó que al noreste del golfo de Morrosquillo alcanzó aproximadamente 25 m de espesor, siendo más amplia durante la época lluviosa (30 m) con promedios térmicos de 29 y 29.5°C respectivamente. Durante el periodo de transición esta capa alcanzó 50 m. con promedios térmicos medios de 28.5°C asociada a salinidades entre 32 y 36 (INVEMAR, 2002).

Las isotermas de temperatura para el área del Caribe central afloran a medida que se acercan a la costa, situación contraria a lo que sucede en el sector sur en donde estas están sujetas a procesos de hundimiento. El aumento de temperatura hacia el sur igualmente se sigue manteniendo (INVEMAR, 2003).

- **Corrientes Marinas**

Los movimientos de circulación de las masas de agua surgen como resultado combinado de la corriente del Caribe y una circulación más compleja, en la costa suroeste, y aparentemente dominada por la circulación de giros ciclónicos como el de Panamá- Colombia y la contracorriente del Darién o de Colombia (Andrade, 1993); así, durante la estación seca los vientos Alisios generan el desarrollo de la Corriente del Caribe, la cual se acerca en dirección oeste y choca con la plataforma de Nicaragua, doblando hacia el sur y vira de nuevo bordeando Panamá. A esta altura se genera la contracorriente del Darién como resultado de la energía generada por la entrada del río Atrato al mar Caribe y la plataforma de Isla Fuerte. Esta se desplaza sobre la costa Caribe colombiana hasta la península de la Guajira y se ubica frente al golfo de Urabá en el periodo seco y en las costas de la Guajira en la época de lluvias (Arias, 1998).

Sólo cerca del 40% de las aguas transportadas por la corriente Caribe recirculan en el suroeste de las costas colombianas; esta corriente proveniente del este tiene gran influencia en la circulación de la cuenca. De esta forma el sector noreste del Caribe colombiano está influenciado por corrientes superficiales con direcciones oeste y sur oeste casi paralelas a la costa, siendo su intensidad muy fuerte durante la época seca (INVEMAR, 2003) (Figura 6).

En el Caribe colombiano las corrientes superficiales fluyen hacia el suroeste a una velocidad promedio de 40 cm/s. El cálculo geostrófico generado a partir de los datos oceanográficos del crucero Caribe 96 calibrados con la información histórica, dejan ver patrones de circulación

típicos de la época de transición, con dirección suroeste y la presencia de remolinos ciclónicos en la región sur (INVEMAR, 2002).

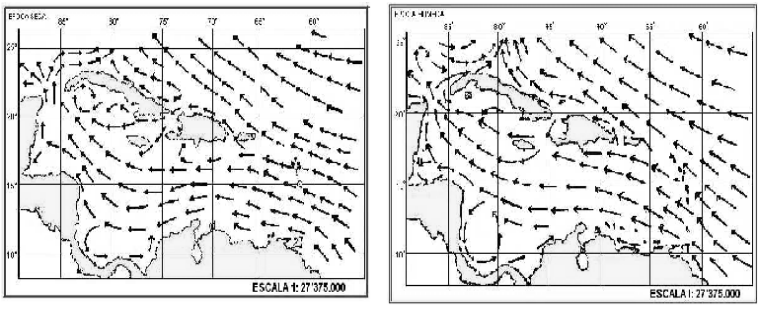

Figura 6. Dirección predominante de las Corrientes Superficiales del Caribe (INVEMAR, 2003).

Los estudios realizados por Andrade (2001) de la contracorriente Panamá-Colombia, por medio de boyas de deriva, confirmaron su desplazamiento noreste a lo largo de las costas colombianas durante la estación de lluvias y estimaron una velocidad promedio de desplazamiento de 1 $m.s^{-1}$, muy intensa si se compara con la circulación general del Caribe que normalmente es de la mitad.

La costa colombiana es el punto final de un extenso "*fetch*", limitado al norte por las islas de Cuba, Haití, República Dominicana y Puerto Rico; al este por las Antillas Menores, al Oeste por Panamá Costa Rica, Nicaragua, Honduras y México y que para el caso de Colombia alcanza 2000 km de extensión. De acuerdo con la dirección predominante de los Alisios, el oleaje produce un movimiento de sedimentos conocido como deriva litoral y que en el Caribe colombiano tiene un sentido general sur (Arias, 1998; Viña & Sierra, 1987).

- **Olas**

La caracterización del régimen del oleaje depende directamente del comportamiento del viento sobre la superficie del mar. Para la época húmeda, caracterizada por vientos muy variables, generalmente débiles, con excepción de la época de huracanes en el mes de septiembre, el oleaje resultante cambia varias veces de dirección entre suroeste y noreste, con una mayor frecuencia por el suroeste en los meses de agosto y por el noreste para los meses de octubre y noviembre. Este oleaje se presenta con período relativamente bajo, del orden de 6 segundos (Vernette 1985).

- **Marea**

En la región Caribe colombiana, la marea es mixta semidiurna con una amplitud, generalmente inferior a los 0.5 m por lo que se caracteriza como micromarea. Se destaca la predominancia de la componente armónica diurna (INVEMAR, 2002).

En la plataforma continental del Caribe Colombiano el efecto de la marea con relación al oleaje es, por consiguiente, despreciable. Sin embargo, no se debe subestimar la superposición de la onda de marea con la ola generada en el suroeste ("Mar de Leva"). Sin embargo la corriente que llega a producirse a causa de este evento es muy pequeña razón por la cual la marea no es considerada como un agente dinámico en el mar Caribe (Chuchupa, 1996).

Adicionalmente se puede observar la presencia de la marea en la entradas de canales naturales, donde ocurre una concentración del fenómeno, generando de esta forma corrientes de flujo y reflujo que pueden alcanzar velocidades de 1 m/s.

- **El cambio relativo del nivel del mar**

El nivel del mar en las costas colombianas es principalmente modulado por la oscilación de la marea semidiurna (dos pleamares y dos bajamares en un día). Su amplitud es del orden de centímetros en el Caribe. Sumada a esta oscilación, hay 'pulsos' de ondas de distintos periodos que afectan la zona costera. Ondas de cortos periodos como las producidas por el oleaje que el estrés del viento construye cuando se forma una tormenta o las ondas que se forman al dislocarse el fondo marino durante un movimiento sísmico o un tsunami, son ondas que afectan severamente las zonas costeras durante unas horas o unos días, suficientes para impactar todos los sistemas de manera drástica (INVEMAR, 2003).

Las ondas de largo periodo, son oscilaciones que pueden tener periodos del orden de semanas y meses, siendo de gran importancia ya que el efecto acumulado de las mareas de sicigia que ocurren en la cresta de una onda de este tipo serán más altas de lo esperado con los correspondientes efectos (INVEMAR, 2003).

La oscilación del nivel del mar que ocurre con periodos Inter.-anuales y períodos superiores, producen ascensos y descensos graduales que son difíciles de detectar y cuyas tendencias de largo plazo producen cambios lentos pero dramáticos en las zonas costeras. Estas oscilaciones están relacionadas con las ocurridas al cambiar el balance energético del planeta que hace descongelar los casquetes polares al final de una glaciación, o con el aumento de la emisión de CO2 en la atmósfera que calienta la superficie del mar o mas generalmente, a la expansión de volumen que ocurre en el mar al tener más calor (expansión térmica) que implica el aumento de la columna de agua, manifestado en el ascenso del nivel (INVEMAR, 2003).

Ahora bien, el nivel "relativo" del mar (NRM) es el efecto neto entre la actividad tectónica, levantamiento o subsidencia, más la expansión o contracción de la columna de agua. Por esa razón no es suficiente con analizar las condiciones hidrodinámicas solamente sino también que es determinante conocer la tectónica de placas de la región que se está investigando (Correa & Vernette, en prensa).

Estudios regionales del NRM con los registros más largos encontrados hasta la fecha (Hanson and Maul, 1993 en INVEMAR, 2003) reflejan que en el Mar Intra-americano (el mar Caribe, golfo de México, y el Estrecho de Florida), el nivel del mar ha subido en los últimos 30 años a un promedio de 0.35 cm/año (+-0.25 cm/ año) debido a la complicada actividad tectónica, la subsidencia y la masiva extracción de petróleo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los registros de nivel del mar son 'cortos' y que se necesitan muchos mas registros, durante un mayor tiempo para determinar movimientos ondulares de décadas o mayores (Gallegos *et al.,* 1993, Mercado *et al.,* 1993 En INVEMAR, 2003).

- **Influencia del ENSO y la NAO en la hidroclimatología del Caribe**

Los resultados del Proyecto de Reanálisis Climático de NCEP/NCAR han sido usados para examinar el comportamiento de diversos campos climáticos de la interacción atmósfera-suelo. Se concluye que MAM (marzo-abril-mayo) es el trimestre que menos efecto sufre por ambas fases del ENSO. Los trimestres JJA, SON y DEF son los mayormente impactados tanto por El Niño como por la fase fría (La Niña). Las anomalías negativas de precipitación y humedad del suelo corroboran la existencia de un "puente tierra-atmósfera" sobre la región, que transporta la señal oceánica de El Niño (calentamiento) hacia el Mar Caribe y el Océano Atlántico tropical Norte (Poveda *et al.*).

Las correlaciones de la NAO con la hidrología de Colombia también están influidas por el ciclo anual. Es así que las mayores correlaciones (negativas) se presentan para las estaciones de lluvias y caudales de la costa del Mar Caribe entre la NAO en los trimestres de MAM y JJA y la hidrología en DEF. Es necesario entender la modulación climática conjunta que ejercen el fenómeno ENSO y la NAO sobre el clima y la hidrología de Colombia (Poveda *et al.*).

2.1.3 Procesos Erosión-Acreción

La zona costera del Caribe continental colombiano es el resultado de la interacción de múltiples condiciones relacionadas con los aspectos geológicos, hidrodinámicos y atmosféricos e incluso actividades antrópicas y bióticas, que dan como resultado costas en equilibrio o estables y costas sometidas a la erosión o en retroceso.

La orientación de la línea de costa, la morfología costera y submarina, el volumen de sedimentos que llega a través de los ríos, la litología y estructura de las rocas, son afectados por condiciones tectónicas como subsidencia, sismos y diapirismo de lodos; por condiciones oceanográficas

como olas, mareas, corrientes; por condiciones meteorológicas como vientos, huracanes, tormentas, lluvias, y por condiciones antrópicas como construcciones, extracción de materiales, deforestación del manglar, destrucción de praderas marinas, entre otros.

Los análisis cualitativos de todos estos elementos llevaron a INGEOMINAS (1998) a determinar la estabilidad de los casi 1700 km de la costa Caribe colombiana, cuyos resultados se presentaron en el informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia del año 2002 (INVEMAR, 2003c). En este informe se detallaron los sectores que mostraron procesos erosivos altos (280 km) y que constituyen un 16% de la longitud total de la línea de costa, entre los que se destacan: Paso Nuevo y punta Arboletes (Córdoba), el Uvero–Damaquiel, Zapata, Necoclí y Turbo (Antioquia) (INGEOMINAS, 1998).

En estado de acreción INGEOMINAS (1998) detectó que había un 12% de la línea de costa (210 km), asociada a los deltas de los ríos Magdalena, el canal del Dique, Sinú y Atrato, y a las espigas que se desarrollan en el Caribe central como Puerto Colombia, Juan Moreno Sur, punta de Piedra y punta Canoa entre otras.

El resto del litoral Caribe colombiano se mostró en un estado de equilibrio dinámico o poca variabilidad (72%, aproximadamente 1200 km), con periodos de erosión asociados a temporadas de vientos fuertes (secas) y de acreción favorecidos por los de alta precipitación. Estos porcentajes pueden haber variado desde la época en que se hizo el levantamiento de campo.

Adicionalmente a los estudios de INGEOMINAS (1998), Palacio y Restrepo (1999) calcularon en su proyecto de grado la evolución de la línea de costa entre los años 1962 y 1998, en la zona comprendida entre el delta del Río Sinú y el Urabá antioqueño. Los resultados se muestran en la Tabla 2. Así mismo, la Universidad Nacional de Medellín (1998) realizó la "Evaluación de zonas de erosión críticas en el litoral Caribe antioqueño"; en este estudio reseña que en la zona comprendida entre el golfo de Urabá y el golfo de Morrosquillo predominan los procesos erosivos que afectan aproximadamente el 67% de la línea de costa entre Arboletes y Turbo. En la zona del Golfo de Urabá, la evolución de la línea de costa en el período 1959-1994, indica que en el tramo Turbo - Necoclí no hay una tendencia generalizada ni de erosión ni de sedimentación, aunque se pueden observar cambios morfológicos importantes, muy localizados, tales como la zona de la desembocadura del Río Caimán Nuevo y la desembocadura del Río Turbo.

Tabla 2. Evolución de la línea de costa de los departamentos de Córdoba y Antioquia, entre los años 1962 y 1998 (Tomado de Palacio y Restrepo, 1999).

Sector	**Erosión (m)**	**Acreción (m)**	**Tasa (m/año)**
NW de boca Urabalito	80		2.5
SE Ensenada de Rionegro	130		4
Sur de Punta Arenas		64	2
Boca ensenada de Rionegro		625	25
Playa Bobal		58	2
Caño lechuga - Punta Caribana	30		1
Este del Río Mulatos	70		3
Río Iguana - Zapata	57		1.5
Punta Gigantón - Damaquiel	40		1
Damaquiel - Uveros	32		1
Uveros - Río San Juan	40		1
Río San Juan - Punta La Tina	33		1
Punta La Tina - Río Jobo	43		1.5
Río Jobo - Río Arboletes	70		2
Río Arboletes - Punta Arboletes	70		2
Punta Arboletes	1600		47
Punta Cuello	63.81		2
Sector	Erosión (m)	Acreción (m)	Tasa (m/año)
Boca Canalete	98.23		3
Puerto Escondido	119.24		3.5
Punta Buenos Aires	159		4.5
Boca El Prieto	45		1.5
Boca La Victoria	82.04		2.5
Punta El Bajito	147.8		4
Cristo Rey	95.78		3
Punta La Yuca	248.36		7
Punta Santa Bárbara	46.57		1.5
Playa Larga	29.00		1
Punta Mangle	26.17		1
Boca Mangle		48.6	1.5
Punta La Vega	34		1
Punta Cande	89		2.5
Río Cedro		14.56	0.5

Sector	Erosión (m)	Acreción (m)	Tasa (m/año)
Punta El Tronconal	60		2
Punta La Cruz	112.54		3.5
Santander de La Cruz		58.83	2
Punta El Coquito	126.49		3.5
Boca del Medio	105.21		3
Broqueles	120		3.5
Punta El Limón	160		4.5
Punta Broqueles	160		4.5
Moñitos	99.8		3
Boca de Coa	94.05		2.5
Boca Corpas		91	2.5
Punta La Rada	64.54		2
Salvador	141.68		4
Caño Fajardo	163.27		5
Paso Nuevo	112.61		3.5
Punta Manzanillo	40		1
Punta Piedra	60		2
Playa del Viento	153.77		4.5
Playa de los Venados	79.88		2.5
Delta del Sinú (boca Corea)		2948.31	86.5
Delta del Sinú (boca Mirella)		2669.24	78.5

El sector Turbo – Necoclí ha sido afectado en forma más intensa por la erosión. La nueva espiga del río Turbo actúa como un dique o espolón, que interrumpe el transporte litoral del material que viene del norte. Los espolones construidos en sectores como el Totumo y Necoclí, han recuperado altamente las playas; ésta es una evidencia de la existencia de un transporte significativo que viene desde la costa Caribe, incrementado éste por los aportes de sedimentos de los ríos Necoclí, Caimán Nuevo, Caimán Viejo y otras corrientes menores. Al sur del delta, la antigua espiga del río Turbo está experimentando erosión debido al déficit de sedimentos que se quedan atrapados en el delta y a la incidencia oblicua, fuerte, del oleaje en la zona.

A pesar del déficit de sedimentos, aún hay zonas que presentan acreción como las playas Bobal y las del occidente del río Mulatos, con lo cual se confirma la existencia de un transporte longitudinal a lo largo de la costa que, al menos, lleva el producto de la erosión de los acantilados. Al norte de la boca del río Turbo y hasta Punta Arenas del norte, la sedimentación es el proceso más extendido; con excepción del sector del corregimiento de El Estorbo, las playas se encuentran en un proceso de acreción en toda su extensión.

En Zapata, los procesos erosivos también son acentuados. Además de los procesos generales ya mencionados, la terraza alta que conforma la costa está fuertemente erosionada por la acción del oleaje.

La Universidad EAFIT (2001) realizó también una evaluación de la zona costera entre Turbo y Arboletes, para identificar las causas de la erosión y proponer las estrategias de prevención y mitigación. Los resultados mostraron que de los 145 km de longitud total de línea de costa entre ambas poblaciones, 130 km están afectados por la erosión (Figura 7), siendo los sectores más afectados Zapata, Damaquiel y Punta Arboletes-Arboletes, en donde se constataron tasas de erosión desde 7 a 40 m/año.

Los valores más típicos de erosión entre Arboletes y Turbo (0.5 a 2 m/año) corresponden a retrocesos de la línea de costa del orden de los 50 a 100 m, comunes para las zonas de playas de Arboletes, Damaquiel, Uveros, Zapata y en el sector noreste de Necoclí. Los únicos sectores estables en la zona de estudio fueron los principales salientes rocosos como las Puntas Sabanilla, Gigantón y Caribana, mientras que los sectores de acrecimiento litoral neto (sin la intervención de obras de defensa) se presentan únicamente en las áreas de acumulaciones arenosas (barras, espigas) de los deltas de los ríos Caimán Viejo, Caimán Nuevo y Turbo, todos en el costado este del Golfo de Urabá.

La denominada punta Arboletes, fue arrasada por la erosión entre 1962 y 1990 quedando como únicos testigos tres islotes rocosos de calizas resistentes (Isla Rey) ubicados hoy a 1.6 km hacia el oeste de la línea de costa actual. La tasa de erosión medida alcanzó los 40 m/año, y significó la pérdida de aproximadamente 4.5 km² (Correa y Vernette, en prensa).

La erosión litoral en el sector de Turbo ha afectado principalmente a los terrenos de la espiga de Las Vacas; el frente externo de playas de esta espiga empezó a erosionarse ya desde la década de los años 40 y el proceso se intensificó gradualmente hasta cubrir la totalidad de las playas y generar retrocesos estimados en alrededor de 70 m en algunos sectores. La intensificación de las velocidades de erosión se relacionan directamente con el desarrollo, al norte de la espiga, del delta del Río Turbo, cuya desembocadura al interior de la bahía de Turbo fue desviada artificialmente en 1954.

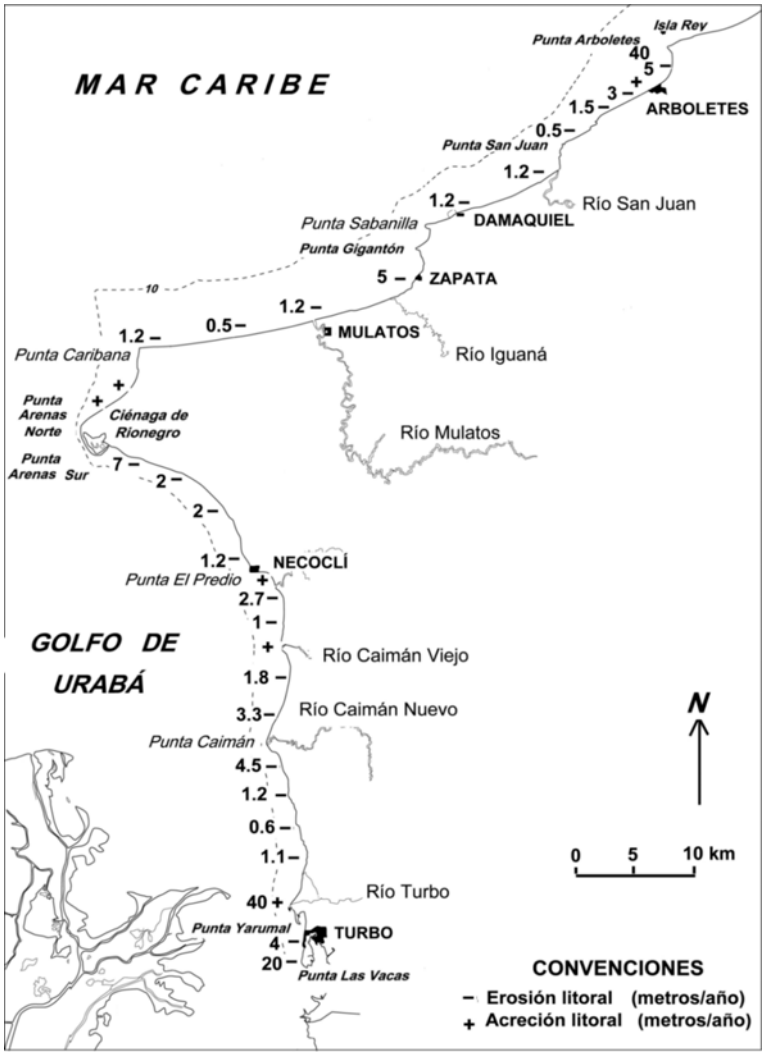

Figura 7. Tasas de erosión/acreción medidas a lo largo de la costa antioqueña en un periodo de 40 años (Correa & Vernette, en prensa).

El INVEMAR, por su parte realizó durante el año 2003b la evaluación del estado de la línea de costa del departamento de Córdoba. Encontró que al igual que para la costa antioqueña, los procesos de erosión la están afectando de una forma significativa (Tabla 3). En forma particular detectó que la línea de costa en inmediaciones de los corregimientos de Paso Nuevo, La Rada, Cristo Rey, Puerto Escondido, Los Córdobas y Puerto Rey-Minuto han sufrido desde hace 20 a 30 años, retrocesos del orden de 5 m/año, lo cual ha afectado la infraestructura urbana, obligando a la reubicación de algunas de las viviendas localizadas en la parte alta de los acantilados o en la llanura costera.

Tabla 3. Tasas de erosión calculadas a partir de fotografías aéreas entre los años 1938 y 2003, para la zona costera del norte del departamento de Córdoba (Rangel, tesis de grado en preparación).

Punto	Erosión	Acreción	Tasa de desplazamiento (m/año)
1- Norte de la Rada	138	-	-2.12
2 - Sur de la Rada	108	-	-1.66
3- Playas de No te cebes	87	-	-1.33
4 - Sector el Pueblito	-	75.80	+1.15
5 - Moñitos	9.75	-	-0.15
6 – Punta Broqueles	96	-	+1.47
7 - Broqueles	94	-	+1.45
8 - Punta el coquito	78	-	+1.2
9 – Punta la cruz	140	-	2.15
10 – Rió Cedro	45	-	-0.69
11 – Sur de Río Cedro	57	-	-0.87
12 – Norte de Boca Mangle	57	-	-0.87
13 – Sur de boca Mangle	9.75	-	-0.15
14 – Cristo Rey	32	-	-0.49
15 – Sur de Cristo rey	63	-	-0.97

2.2 Región Caribe Insular

2.2.1 Condiciones climáticas

El Archipiélago de San Andrés y Providencia está localizado en la zona intertropical, con un clima cálido y húmedo influenciado por los vientos alisios del noreste y una temperatura media que varía entre 26.8ºC y 28ºC. Presenta una precipitación promedio de 2.000 mm/año, con un periodo seco entre Enero y abril, con valores de 50 mm aproximadamente y una época húmeda entre Junio y Diciembre, con precipitación promedio mayor de 200 mm (Figura 8) (IDEAM, 2000).

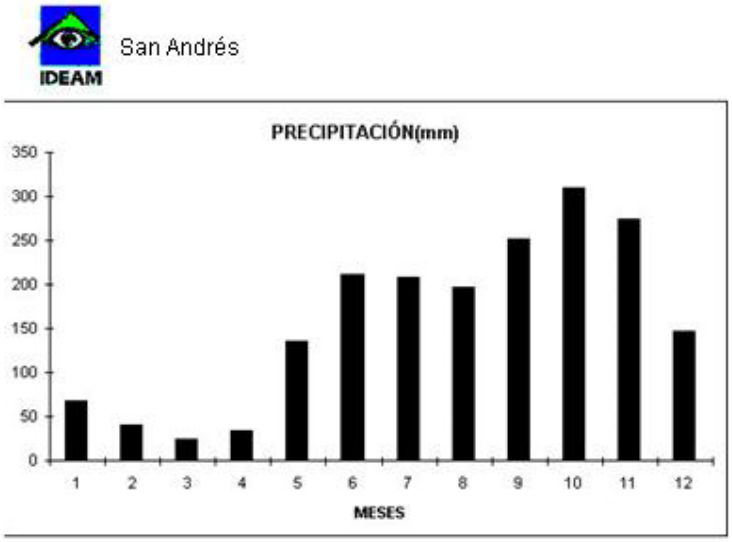

Figura 8. Precipitación promedio del archipiélago de San Andrés y Providencia (IDEAM, 2000).

La nubosidad oscila entre 12 y 25% en los meses de febrero a julio y aumenta en agosto hasta el 50%. Predominan los vientos alisios de noreste con velocidades de 15 a 20 nudos y se presentan tormentas esporádicas con vientos del oeste - noroeste en la segunda mitad del año. El Archipiélago esta situado dentro del cinturón de huracanes del Caribe como Hattie, 1961; Irene, 1971; Joan, 1988; César, 1996; Mitch, 1998; Lenny, 1999 y tormentas tropicales que pueden producir lluvias de más de 200 mm/día entre los meses de agosto y noviembre (Díaz et al., 1996).

2.2.2 Condiciones oceanográficas

Para el propósito de descripción más detallada, se considerarán inicialmente las aguas oceánicas, en donde se ha observado, que la corriente marina superficial, corresponde a la Corriente del Caribe, que fluye de E a W y sufre un desvío hacia el SW y S cuando enfrenta la parte sur de la Elevación de Nicaragua para formar un remolino en el sentido contrario a las manecillas del reloj en el Caribe suroccidental. La corriente enfrenta el archipiélago por el E en el norte y por el NE en el sur, con velocidades entre 0.5 y 1 m/s (INVEMAR, 2003).

Las aguas superficiales son cálidas, con temperaturas promedio entre 26.8 ºC y 30.2 ºC, y valores más bajos en febrero - marzo y más altos en junio – octubre; la salinidad es la normal en ambientes oceánicos, variando muy poco entre 34 y 36.3‰, el oxígeno oscila entre 3.8 y 5.8 ml -1 (Garay y Gutiérrez, 1984; González, 1987; Garay et al., 1988 En: INVEMAR, 2003).

En las aguas litorales, las corrientes predominantes son impulsadas por los vientos Alisios del NE; llegan a la plataforma insular de la isla de San Andrés por el noreste, atravesando la barrera arrecifal por varios puntos y luego gira al oriente para continuar hacia el sur. Las mareas son mixtas, con una amplitud máxima de 40-60 cm, aunque pueden generar corrientes significativas de 0.1 – 0.2 m/s, en terrazas y arrecifes someros y la altura del oleaje oscila entre 1.0 y 2.0 m (Díaz et al., (Geister, 1975; Díaz et al., 1992 En: INVEMAR, 2003).

Las aguas litorales tiene temperaturas similares a las oceánicas, con promedio mínimos entre 26 ºC y 28 ºC de diciembre a febrero y máximos de 28 ºC a 30 ºC entre agosto y octubre. La salinidad muestra valores similares a los de las aguas oceánicas. Las mareas son mixtas, con una amplitud máxima de 40-60 cm, aunque pueden generar corrientes significativas en terrazas y arrecifes someros (Díaz et al., 1996), aparentemente pueden generar corrientes importantes de 0.1 – 0.2 m/s en terrazas y arrecifes someros como los existentes en la isla de San Andrés.

2.2.3 Procesos Erosión-Acreción

Desde el año 2000, CORALINA implementó un programa de monitoreo de las playas de San Andrés, Rose Cay, Haines Cay y Johnny Cay, que da la posibilidad de mostrar la evolución de las mismas, al menos durante los últimos tres años.

Es bien conocido que los fenómenos climáticos y oceanográficos son en gran parte los responsables de la erosión o acreción de las playas. Para el caso particular de San Andrés, las playas crecieron sobre un sustrato rocoso, lo que hace que localmente éstas presenten un espesor muy delgado, que puede ser fácilmente removido en caso de tormentas fuertes, huracanes o mares de leva. Tal es el caso de las playas Sound Bay San Luis y Sprat Bight, conformadas como el resto de las playas del archipiélago por arenas de origen coralino, es decir resultado de la destrucción o muerte de parte de los arrecifes coralinos, que como una barrera se extienden en forma natural protegiendo a la isla de los procesos hidrodinámicos.

El resultado del monitoreo realizado sobre las playas ha mostrado que la erosión y sedimentación de playas es un fenómeno cíclico, es decir, que de acuerdo con las variables climáticas (épocas de verano o invierno) las playas se acrecionan o se erosionan, dando como resultado neto un equilibrio dinámico, en algunos sectores, mientras que en otros se ha notado la pérdida notable de la franja de playa, como es el caso de Sound Bay, aledaño a la vía circunvalar.

Durante los últimos 50 años, como resultado del desarrollo urbano de las islas se han producido cambios sustanciales en el tamaño y extensión de las playas. Se han presentado actividades de extracción de arenas y dragado para construcciones civiles, reconfiguración de la línea costera, rellenos de humedales y zonas someras de las costas norte y este de la isla. Adicionalmente se construyeron espolones y otras estructuras de defensa que en vez de proteger las playas de los embates de las olas, fueron obstáculos para la libre circulación de las corrientes de deriva y sedimentos. Las casas, muelles, vías e infraestructura de servicios y turística localizada en las playas, también actuaron como obstáculos en la libre circulación de los sedimentos a lo largo de las playas y posibilitaron la contaminación de las mismas y del medio marino, con consecuencias graves sobre la barrera coralina, cuya cobertura se calcula que ha disminuido en un 30% aproximadamente, con la consiguiente disminución de los sedimentos que alimentan las playas.

El análisis de la red de monitoreo establecida por CORALINA para 14 playas, localizadas en 39 sectores, muestra que existen playas en las que han predominado los procesos erosivos, al menos durante los años de monitoreo, tales como: Rose Cay, Haines Cay, Avenida Colombia centro, Tom Hooker, mientras que en otras los procesos de sedimentación han sido dominantes, entre ellas se cuentan: Johnny Cay, Hélice Bar. Avenida Colombia norte y sur.

En un estudio corto realizado por INVEMAR (2003a) se observó que en la parte sur de la isla San Andrés hasta el barrio San Luis, se encontraron muchos sitios en erosión grave, afectando tanto casas (Little Goungh,) como la carretera circunvalar (Elsie Bar). Además, algunas porciones de la carretera fueron construidas sobre los pantanos de manglar, lo que no ayuda a su estabilidad (Figura 9).

Adicionalmente se constató que las olas del mar vienen erosionando las playas y parte de ellas han desaparecido en el sector de Sprat Bay y, en el sector de Sound Bay. En el litoral sureste (Sound Bay y San Luis) el problema parece más agudo que en Sprat Bay donde el fenómeno erosivo puede ser solamente temporal; como solía ocurrir en épocas anteriores y como lo confirman algunos de los perfiles de playas realizados por CORALINA en el año 2000 (INVEMAR 2003a).

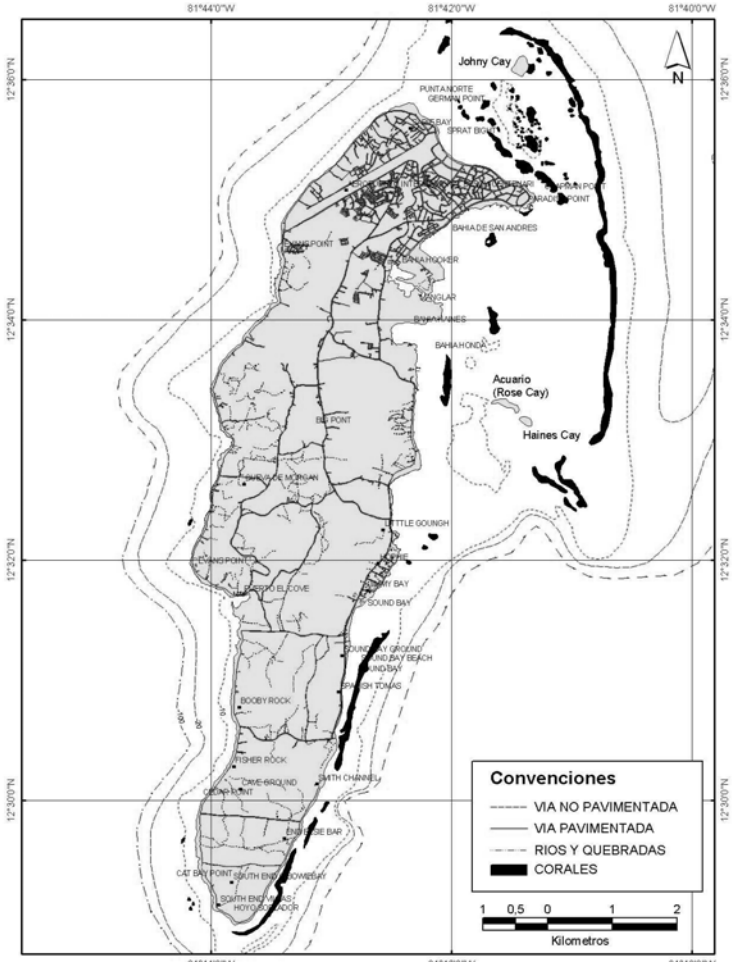

Figura 9. Mapa generalizado de la Isla de San Andrés, donde se ubican todos los sectores mencionados en el texto. Tomado de INVEMAR, 2003a).

La erosión causada por el impacto de las olas en caso de mar de leva amenaza con afectar la carretera pública y los inmuebles establecidos sobre el litoral. Especialmente en los sectores de Sound Bay y San Luis. Ya unas porciones de la carretera y algunas casas se encuentran deterioradas por la erosión marina (INVEMAR 2003a).

2.3 Región Pacífico Continental

2.3.1 Condiciones climáticas en el Pacífico colombiano

La costa del Pacífico colombiano está caracterizada por un clima tropical húmedo lluvioso de selva, en el cual no hay una estación de lluvias claramente definida. La costa Pacífica se encuentra localizada en una región de bajas presiones, conocida como concavidad ecuatorial, formando la zona de convergencia intertropical, caracterizada por la presencia de vientos variables y débiles además de una alta pluviosidad, donde convergen los vientos alisios de cada hemisferio. La presencia de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), favorece las condiciones termodinámicas, el desarrollo de alta nubosidad y lluvia por la alta inestabilidad de las masas de aire húmedo y caliente; además la cercanía a las masas de aire oceánicas saturadas de humedad que son retenidas en la cordillera Occidental (IDEAM; 1997).

La cercanía del océano Pacífico expone a la zona a condiciones meteorológicas muy cambiantes, por efecto de las corrientes de aire océano – continente y continente – océano, por lo que se producen precipitaciones por procesos convectivos térmicos, principalmente en las horas de la tarde o noche. Los vientos Alisios de sureste se convierten en vientos ecuatoriales del oeste (alisios del oeste) que soplan durante todo el año a excepción de los meses de Enero a Marzo, donde dominan los vientos alisios de noreste (IDEAM; 1997).

No ocurren en esta zona huracanes o tormentas tropicales, pero ocasionalmente se presentan ciclones (INGEOMINAS, 1998). Eventos climáticos como el fenómeno de El Niño, también son decisivos.

- **Épocas climáticas**

Ésta es una de las costas más lluviosas del mundo, con una precipitación anual de 3.000 mm en la frontera con Panamá y Bahía Solano, de más de 5.000 mm entre bahía Solano y Guapi, sitio desde el cual se reduce hasta alcanzar 1.500 mm en Tumaco.

El primer semestre del año es el más lluvioso, los picos de precipitación en los meses de abril, mayo, y junio. En el segundo semestre la precipitación disminuye de agosto a noviembre con promedios de 150 mm (Figura 10). Tiene una elevada humedad relativa con fluctuaciones alrededor del 86%.

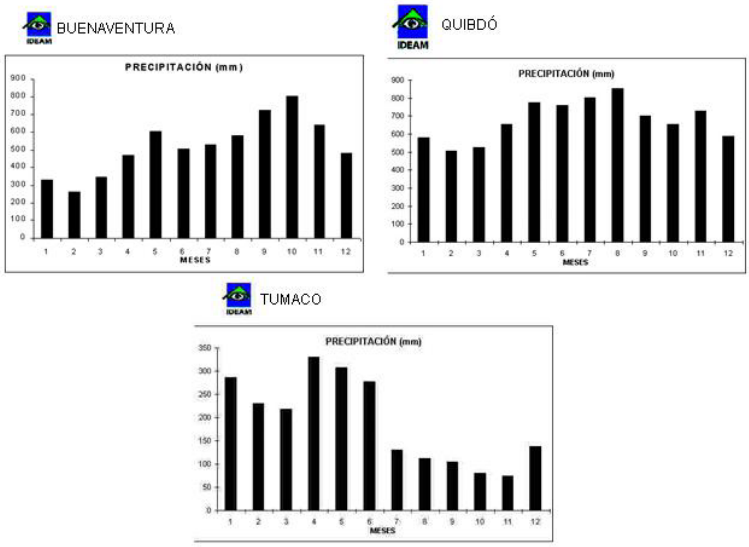

Figura 10. Precipitación promedio para tres estaciones meteorológicas en el Pacífico colombiano. Nótese la diferencia entre las tres zonas de norte a sur (IDEAM, 1999).

La presión atmosférica oscila entre 1010 y 1015 mb, nubosidad promedio 6/8 y la velocidad promedio del viento está registrada en 2,26 m/g con dirección predominante sur sureste. Las temperaturas del aire en la zona costera presentan una oscilación muy pequeña con medias anuales entre 25 y 27ºC al nivel del mar, por ejemplo, en zonas como Tumaco y Buenaventura

2.3.2 Condiciones oceanográficas en el Pacífico colombiano

- **Temperatura superficial del mar**

Durante el año, en las capas superficiales se presentan dos máximos y dos mínimos de temperatura. Los primeros durante los meses de Junio-Julio y Diciembre-Enero (29 ºC) y los dos mínimos entre febrero-marzo y Septiembre –Octubre (26.7 ºC), todos ellos influenciados por la corrientes marinas y la dirección de los vientos. La ensenada de Panamá presenta aguas superficiales relativamente cálidas (25 a 26ºC); se extiende desde los 81ºW hasta Punta Galeras (1ºN), con excepción de la gran zona de surgencia del golfo de Panamá situada entre los 7ºN y los 9ºN, con temperaturas relativamente bajas, que fluctúan entre 16 a 20ºC (Cantera, 1992).

En general, las bahías muestran temperaturas superficiales que aumentan hacia el borde interno; las zonas interiores están afectadas en mayor medida por los ríos. Dentro de ellas la temperatura superficial puede variar entre 25 y 29ºC (bahía de Buenaventura, bahía de Málaga, ensenada de Tumaco), dependiendo del estado de la marea. Las más altas temperaturas se registran en marea baja como consecuencia del mayor calentamiento solar (Cantera, 1992).

- **Salinidad superficial**

Está influenciada por la precipitación y el aporte de los ríos y por lo tanto con los cambios en la dirección de los vientos. En Enero la salinidad es mayor cuando el aporte de los ríos y las precipitaciones disminuyen y se hace progresivamente menor a medida que aumentan las precipitaciones y los caudales de los ríos, hasta llegar a un mínimo en el mes de Noviembre. En este periodo la salinidad en la cuenca del Pacífico no excede 32‰ y a lo largo de la costa disminuye hasta 25-28‰. La ensenada de Panamá presenta bajas salinidades 33.5 % en la zona océanica y 20% frente a la costa colombiana; la gran zona de surgencia del golfo de Panamá tiene salinidades altas (Cantera, 1992).

Durante los meses de noviembre y diciembre, por acción de la corriente de Colombia, una "lengua" de aguas con salinidades ligeramente menores se prolonga desde la zona costera sur hacia el norte, llegando al golfo de Panamá. En los meses de enero, febrero y marzo, la situación es inversa y desde el golfo de Panamá se presenta una "lengua" de aguas frías y de salinidades más altas (pueden alcanzar valores cercanos a 35%) la cual desciende a lo largo de la costa llegando a influenciar las aguas localizadas a nivel de la desembocadura del río San Juan (Cantera, 1992).

En general, las aguas más saladas se presentan hacia el exterior de las bahías por la acción de los ríos en el interior, y la mayor influencia marina en el exterior. La salinidad puede variar entre 0% en las partes más interiores de los estuarios y cerca de 30% en los bordes externos. La salinidad, dentro de estos cuerpos de agua, depende fuertemente de las mareas, puesto que se crea una oposición entre el agua dulce aportada por los ríos y el agua salada que llega con las mareas. En marea baja, disminuye mientras que en marea alta aumenta. Una excepción notable la constituye la bahía de Málaga, en donde la salinidad del agua en la región del borde exterior, es inferior a la de las zonas centrales de la bahía en los períodos de lluvia. Aparentemente las aguas del río San Juan, que desemboca algunos kilómetros al norte, son retenidas por las aguas de la marea ascendente y se dirigen hacia el sur pegadas a la costa alcanzando y penetrando ligeramente a la zona central de la bahía (Cantera, 1992).

- **Distribución vertical de los parámetros oceanográficos**

En la parte norte de la ensenada de Panamá, ocurre un fuerte afloramiento en los meses de mayo a diciembre. Entre los meses de enero y abril se presentan isotermas a diferentes profundidades al igual que aumento de la salinidad y del contenido de nutrientes, las cuales indican la existencia de un flujo de aguas afloradas fuera de la bahía de Panamá. En esta época, el nivel del mar hacia la costa disminuye mientras que de mayo a diciembre aumenta (Cantera, 1992).

De acuerdo con los datos de varios cruceros oceanográficos (Albatross, Askoy, Hannibal, Eastropic, Eastropac, Acento 1, 2, 3, 4, Pacífico IV, V, VI), se puede concluir que durante los meses de afloramiento (enero a abril) las temperaturas en el Golfo de Panamá experimentan una baja notable registrándose promedios cercanos a lo 22ºC, con mínimos de 17ºC en el golfo de Panamá y proyección de las isotermas hacia el Sur, es decir, de aguas relativamente frías (menos de 25-26ºC) en forma de "lenguas" que pueden llegar hasta los 2"S o en algunos casos extremos hasta el Ecuador. Las salinidades experimentan un fuerte aumento, aproximadamente hasta valores de 34.5% en el golfo de Panamá y mayores a 32% al sur del golfo (Cantera, 1992).

Los vientos alisios del sureste influyen fuertemente sobre la distribución de las corrientes, las cuales alcanzan, bajo su influencia, velocidades de 0.40 m/s en la superficie en tanto que a 50 m de profundidad la intensidad no sobrepasa 0.30 m/s y a profundidades entre 300 y 400 m la velocidad oscila entre 0 y 0.09 m/s (INVEMAR, 2003)

Verticalmente, la temperatura varía poco y no hay estratificación, aunque existe una débil tendencia a la disminución con la profundidad. En las desembocaduras de los ríos se presentan temperaturas ligeramente más bajas en las capas superiores, por la influencia de las aguas dulces un poco más frías que provienen del continente (Cantera, 1992).

- **Corrientes Marinas**

El Pacífico colombiano está influenciado por las corrientes del Perú y de Humboldt, que se desprenden de la costa a partir de Cabo Blanco (4ºS) y tienen influencia normalmente hasta los 17ºS. Las corrientes superficiales que afectan al Pacífico colombiano son (Cantera, 1992):

La Corriente Ecuatorial del Norte que se forma en la bahía de Panamá y se desplaza hacia el oeste a nivel de los 12ºN. La Contra-corriente Ecuatorial del Norte que se manifiesta con mayor intensidad entre mayo y diciembre.

La corriente del Golfo de Panamá que es ciclónica y puede alcanzar 150 cm/s de diciembre a abril cuando soplan con intensidad los Alisios del norte, pero su velocidad disminuye a 50 cm/s de mayo a junio. Esta corriente se une en el oeste a la corriente ecuatorial del sur.

La Corriente de Colombia se mueve en sentido contrario de las manecillas del reloj, con dirección predominante NNE, y se manifiesta con toda intensidad entre Cabo Manglares y Punta del Coco. Durante los meses de diciembre a abril la velocidad puede ser de unos 150 cm/s., mientras que de mayo a junio es de 50 cm/s. Esta corriente arrastra agua de baja salinidad hacia el norte a lo largo de la costa colombiana y permite la entrada de aguas oceánicas de temperaturas más bajas provenientes del frente ecuatorial de transición. La influencia del aporte de los ríos que cambia la densidad del agua y la intensidad de la corriente de los ríos hace fluctuar el sistema de corrientes de la zona (INVEMAR, 2003; INGEOMINAS, 1998).

Otras corrientes que afectan, al menos parcialmente al Pacífico colombiano, son la Contra-corriente Subsuperficial de Cromwell y la Corriente de California.

La primera afecta a la región sur de la ensenada de Panamá, siendo originada en el Pacífico Central (162º E) y se desplaza hacia el este siguiendo la línea del Ecuador hasta las islas Galápagos. La corriente de California se separa del continente hacia los 25ºN y se integra a la corriente ecuatorial del norte entre febrero y abril, pudiendo penetrar hasta los 20ºN o al sistema ciclónico de Panamá (Cantera, 1992).

La deriva litoral presenta direcciones muy variables hacia el norte de la costa, favorecidas por los accidentes costeros, las corrientes de los ríos y la variabilidad de los vientos. En la costa baja aluvial, al sur la deriva litoral presenta una tendencia bien definida hacia el norte, con alteraciones locales en los deltas de marea de reflujo INGEOMINAS, 1998).

- **Olas**

El patrón predominante proviene del oeste – suroeste por la influencia de los vientos que prevalecen en esa misma dirección. Datos de observaciones de campo tomados por INGEOMINAS (1998) muestran olas con longitudes de onda de 10 a 15 m, alturas del orden de 0.5 a 1.5 m y periodos promedio de 10 a 18 s. Mar afuera de la bahía de Buenaventura, se presentan olas de hasta 3 m de altura, que van perdiendo energía por fenómenos de refracción, reflexión y fricción, a medida que se acercan a la costa, en donde alcanzan un promedio de 0.9 m de alto.

- **Marea**

En la cuenca del Pacífico colombiano, el régimen mareal es de tipo semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares en periodos de 6 horas. El rango mareal aumenta de sur a norte, con rangos promedio para mareas en la Ensenada de Tumaco de 3.5 m, con máximas de 4 a 4.5 m durante las mareas equinocciales o favorecidas por evento de El Niño. En Buenaventura, más al norte, el rango mareal es de 1.3 a 5.4 m y en Juradó alcanza 4.3 m (HIMAT, 1989 En: INGEOMINAS, 1998; INVEMAR, 2003).

Se presentan dos tipos de mareas alternados cada quince días, de acuerdo con los períodos lunares. En el primer tipo, el rango mareal es un poco más estrecho, con mareas menos altas y menos bajas. Este período se denomina localmente "quiebras" y corresponde a los cuartos lunares. El otro período mareal corresponde a las épocas en las que la amplitud del rango de mareas aumenta, las mareas suben y bajan más. Estas mareas corresponden a las épocas de luna llena y nueva y se denominan localmente "pujas" (Cantera, 1992).

Las variaciones mareales generan corrientes de mareas sobre todo en el interior de bahías y estuarios, que pueden alcanzar velocidades cercanas a 2 m/s en época de pujas, ocasionando deposición o remoción de sedimentos en algunas zonas de las bahías y estuarios y en muchas ocasiones destrozos en la zona costera. A estas fuertes corrientes mareales se debe que la gran mayoría de los estuarios del Pacífico colombiano presenten una fuerte mezcla vertical de sus aguas sin estratificación de salinidad, ni de temperatura a diferencia de los estuarios que presentan mareas, en los cuales las aguas superiores tienen menores salinidades y más altas temperaturas y las más profundas salinidades más altas y son más frías (Cantera, 1992).

- **El cambio relativo del nivel del mar**

El escenario de 1 m de ascenso relativo del nivel del mar para la costa Pacífica está probablemente condicionado a los fenómenos de subsidencia costera asociados a la alta actividad tectónica del área, como resultado de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Suraméricana (INVEMAR, 2003).

Los cambios relativos del nivel del mar para sectores de la costa Pacífico eventualmente afectados por subsidencia sísmica podrían duplicar o triplicar los 88cm previstos por el ascenso eustático, generando modificaciones drásticas en extremo sobre la morfología litoral y las correspondientes zonas de vida y sucesiones vegetales (INVEMAR, 2003).

Nivel del mar en Buenaventura. La media mensual multi-anual una vez filtrada, muestra importantes cambios del nivel del mar en los años de la fase aguda de ENOS, especialmente altos en 1965, 1982 y 1996 (Figura 39). Igualmente es significativamente mas bajo en los años en que ocurre la fase negativa del ENOS (La Niña). Con base en cincuenta años de registro (1951-2000), la tendencia lineal del nivel del mar en la serie de Buenaventura es de 10 cm (INVEMAR, 2003).

Nivel del Mar en Tumaco. La serie de Tumaco en su variación anual es muy parecida a la encontrada en el registro de Cartagena, con un mínimo en marzo, y un leve descenso en agosto, máximos valores del año se encuentran en noviembre antes de volver a descender. La amplitud de esta oscilación es de unos 40cm (INVEMAR, 2003)..

Con base en cincuenta años de registro (1951-2000), la tendencia lineal del nivel del mar en la serie de Tumaco es de un descenso de 4 cm. Este resultado se podría atribuir, si se tiene en

cuenta que la localización del mareógrafo se encuentra en la isla del Morro, cercana a Tumaco, donde por estar en una zona tectónica muy activa y sobre un eje de levantamiento, es factible que esta isla esté subiendo más rápido que el nivel del mar en ese sector (INVEMAR, 2003).

Para contrastar las series de nivel del mar en la costa colombiana con otras más largas en la vecindad se escogió la del puerto de Balboa en Panamá, el cual tiene registros desde 1907. Los datos de 1907-1981 fueron tomados en 08 57.4N, 079 33.7W y luego la estación fue movida alrededor de una milla a su posición actual. Diferencias en los valores diarios de Balboa con Tumaco, Puerto Armuelles, y Quepos (NODC, 2000) indican que el periodo entre el 22-Mayo-20 Julio 1987 pudo haber sido 8cm muy alto sin que esto sea significativo para el presente estudio. Los valores anormales en 1988 y 1989 están de acuerdo con el viento durante el mismo periodo el cual fue anormalmente fuerte del ENE durante los meses de invierno. Esta anomalía aun se encuentra en investigación. Los altos valores anormales de Sep 29 – Oct 1, 1992 han sido confirmados y no fue un desperfecto del instrumento. Con base en 90 años de registro (1907-1997), la tendencia lineal del nivel del mar en la serie de Balboa es de un ascenso de casi 11 cm (INVEMAR, 2003).

En resumen, las estaciones de nivel del mar en Cartagena y Buenaventura muestran un aumento más rápido que el encontrado en las estaciones de Panamá, donde parecería subir a la mitad de la velocidad. La estación de Tumaco muestra un leve descenso en el nivel del mar en los últimos 50 años (INVEMAR, 2003).

- **El Fenómeno del Niño**

Se produce en el océano Pacífico con efectos que alteran totalmente las condiciones climáticas marinas. Su periodo de oscilación está entre 2 y 7 años, con diferentes intensidades. Acentúa la contracorriente ecuatorial, produce la acumulación de aguas cálidas, el aumento de las temperaturas costeras de hasta 6º; altera las épocas de lluvia y verano y ocasiona el ascenso del nivel del mar hasta el orden de los 30 cm (Pineda et al, 1997 En: INVEMAR, 2003).

Las observaciones sobre la temperatura superficial del mar (TSM) asociadas a los efectos del fenómeno en el año 1998, mostraron en el Pacífico sur colombiano (03°N, 83°W) un aumento desde 25.0°C en enero de 1997 hasta 29.9°C en mayo de 1998. Esto representa una oscilación de alrededor de casi 5°C, incluyendo la variación estacional anual. Igualmente se notó que en mayo de 1998, cesó el calentamiento de las aguas marinas del Pacífico y la TSM inició un proceso de descenso en sus valores de una manera muy rápida: entre mayo y septiembre la temperatura bajó de 29.9°C a un poco más de 26°C, valor ligeramente superior al presentado al iniciarse El Niño.

Los análisis de la precipitación durante la misma época, en el sur de la región Pacífica colombiana, mostraron excesos de lluvia, durante el segundo semestre de 1977 y primer trimestre de 1988: en Tumaco, para finales de 1997 e inicios de 1998 cuando el fenómeno El Niño estaba en etapa de madurez, las lluvias mensuales fueron excepcionalmente más altas de lo

normal con valores de precipitación que superaron en dos y hasta tres veces sus promedios históricos; es decir un comportamiento muy similar al que se presenta en la costa ecuatoriana y peruana (IDEAM, 2001).

2.3.3 Procesos de Erosión - Acreción

Al igual que para la costa Caribe, el INGEOMINAS (1998) y el IDEAM (1997) realizaron una evaluación de los procesos de erosión – acreción que se han venido presentando a lo largo del litoral del Pacífico con los resultados que se discutieron en el informe del estado de los ambientes marinos y costeros de Colombia del año 2002 (INVEMAR, 2003c) y que brevemente se presentan a continuación:

La evaluación del comportamiento de la línea de costa mostró que el 16% de la costa presenta erosión alta, especialmente las poblaciones de Palo Secal, Pavasita, Pavasa, punta Abaquía y Puchrricha. Casos de erosión extrema, donde el cuerpo de la isla barrera ha desaparecido parcialmente, se observan entre las bocas del Baudó y el Caserío de Dotenedó, entre la ensenada la Vívora y la boca de Pichimá, y en el caserío el Choncho. El 2% de la línea de costa se evaluó como en estado de acreción y corresponde principalmente a la planicie deltaica del río San Juan, mientras que el 82% restante tiene poca variabilidad.

En la zona norte del litoral, caracterizada por un relieve abrupto de acantilados e islotes rocosos, controlados estructuralmente y afectados por procesos tectónicos, se presenta erosión asociada con la alta sismicidad y oleaje fuerte sobre el litoral, lo cual produce inestabilidad en los taludes, con deslizamientos de magnitudes considerables en épocas de lluvias o durante sismos.

La planicie deltaica y las terrazas del San Juan, localizadas entre cabo Corrientes y Buenaventura, tienen alturas de 25 m a 100 m sobre el nivel del mar, lo cual es un indicio de levantamiento tectónico importante. El delta del río San Juan tiene una forma arqueada con amplios y múltiples estuarios, con una fuerte influencia de la marea. El sistema fluvial avanza en equilibrio con el ambiente marino, construyendo barras, cordones litorales y playas en el frente deltaico. No ocurre lo mismo con los demás ríos del sector, los cuales por los escasos sedimentos que acarrean no alcanzan a formar deltas, como en el caso del río Baudó (IDEAM, 1997).

Los sectores al sur de la boca del San Juan, la playa La Concepción y las espigas de La Barra y Juanchaco se ven afectados por erosión durante épocas de fuerte oleaje, en razón a su baja posición topográfica y al estar expuestas de manera frontal a la dirección preferencial del oleaje. Las poblaciones de La Barra y Juanchaco se han visto ocasionalmente sometidas a la invasión del mar.

Los acantilados en costas bajas del Pacífico, están labrados en rocas sedimentarias, pobremente consolidadas, lo que los hace susceptibles al desgaste de las olas. Tal es el caso del sector turístico de Juanchaco. El impacto de la ola contra el escarpe, ha favorecido la formación de

cavernas y arcos jóvenes. Las aguas lluvias y servidas no canalizadas, afectan y aceleran el proceso erosivo, penetrando en las fisuras y arrastrando el material.

La bahía de Buenaventura se mantenido relativamente estable debido a la formación alargada y estrecha, al igual que su orientación. Sólo una pequeña porción interna de la bahía, parece estar sometida al desgaste a causa de las corrientes de marea.

Al sur de Buenaventura, los ríos Naya, Anchicayá y Dagua nutren de sedimentos las planicies costeras, de manera tal que se conserva un equilibrio dinámico entre los procesos litorales y deltaicos, e incluso puede apreciarse una progradación histórica asociada a los ríos Dagua y Anchicayá.

La línea de costa de Nariño está influenciada por un régimen mareal que alcanza 4.3 m en promedio y un oleaje moderado a fuerte proveniente del W. Sin embargo, el ambiente deltaico asociado al río Patía muestra una progradación histórica considerable, representada en numerosos cordones litorales fósiles. Sin embargo, el equilibrio relativo de la línea de costa se vio afectado por la construcción del canal Naranjo en 1973 y el posterior desvío de los caudales del río Patía hacia el delta del Sanquianga al norte, presentándose erosión en el delta reciente de Salahonda y por el contrario incremento en la sedimentación del delta subreciente del Sanquianga, presentándose rejuvenecimiento del mismo (IDEAM, 1997).

En el sector Iscuandé - Isla Salahonda, la subsidencia originada durante el sismo de 1979, que provocó hundimientos entre 0,6 y 1 m, ha ocasionado que la erosión sea predominantemente alta, ya que al parecer su efecto no alcanza a ser contrarrestado por los abundantes aportes de sedimento de los ríos Tapaje, Sanquianga y Patía. Los pobladores de las bocas han reportado un retroceso aproximado de 200 m en 6 años, es decir en promedio 33 m año^{-1}.

2.4 Literatura Citada

Andrade, C. A.; 2000. Circulation and variability of the Colombian Basin in the Caribbean Sea, tesis presentada para optar al título de Doctor en Filosofía de la Universidad efe Gales, 223 p.

Andrade A., Carlos A., 2001. Las corrientes superficiales en la cuenca de Colombia observadas con boyas de deriva. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. XXV, No. 96, pp. 321-335.

Andrade A., Carlos A., 1993. Análisis de la velocidad del viento en el Caribe. Boletín CIOH, No. 13, p.p. 33-43.

Arias, Francisco, 1998. Condiciones Oceanográficas del Caribe colombiano. Colombia, Patria de Tres Mares. ExpoLisboa 98, pp. 31-80. Lisboa, España.

Barrera, R., Barreto G. M., Benavides, J., Cardozo, E., Hernández, H., Marín, L., Posada, B., Salvatierra, C., Sierra, P. & Villa, A., 1999. Diagnóstico Ambiental del Golfo de Morrosquillo (Punta Rada – Tolú). Una Aplicación de Sensores Remotos y SIG como

Contribución al Manejo Integrado de Zonas Costeras. Curso AGS-6. 25 de noviembre de 1998 – 23 de julio de 1999.

Cantera, Jaime, 1992. Oceanografía. Colombia, Pacífico. Proyecto Biopacífico. Tomo I. Pablo Leyva, Editor. http://www.banrep.gov.co/blaavirtual/letra-p/pacific1/indice.htm

Correa, Iván D. & Vernette, Georges, en prensa. Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá. (Sector Arboletes–Turbo). Costa Caribe Colombiana.

Correa I.D. y J.L González. 1988. Estudio morfológico y sedimentológico de la bahía de Tumaco. INGEOMINAS. Informe inédito.

Díaz, J.M., J.A Sánchez y G. Díaz. 1996. Geomorfología y formaciones arrecifales recientes de isla Fuerte y Bajo Bushnell, Plataforma continental del Caribe colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost., 25:87-105.

Gobernación de Antioquia. Municipios antioqueños Zona de Urabá. http://www.gobant.gov.co/gobierno/uraba.htm.

IDEAM, 1997. Morfodinámica, población y amenazas naturales en la costa Pacífica colombiana. Convenio IDEAM y Universidad Nacional. 78p.

IDEAM, 1999. Programa de meteorología aeronáutica del IDEAM. Cartas climatológicas - medias mensuales. http://bart.ideam.gov.co/cliciu/tumaco/precipitacion.htm

IDEAM, 2000. Programa de meteorología aeronáutica del IDEAM. Cartas climatológicas - medias mensuales. Aeropuerto Rojas Pinilla (San Andrés). http://bart.ideam.gov.co/cliciu/andres/temperatura.htm

IDEAM, 2001. Los fenómenos cálidos del Pacífico (El Niño) y frío del Pacífico (La Niña) y su incidencia en la estabilidad de laderas en Colombia. III Simposio Panamericano de deslizamientos. Cartagena, Colombia. Agosto de 2001

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

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. # páginas + anexos 5 tomos.

INVEMAR. 2003. Programa holandés de asistencia para estudios de 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. VII Tomos, Resumen Ejecutivo y CD-Atlas Digital. Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costera - GEZ, Santa Marta, Colombia. ISBN: 958-97264-2-9.

INVEMAR. 2003a. Dictamen Pericial. Informe de la inspección judicial en las playas del centro (Sprat Bay) y de San Luis – Sound Bay, realizado el 25 de Junio de 2003, en la isla de San Andrés.

INVEMAR. 2003b. Estudio de los procesos costeros que toman lugar en las inmediaciones de Paso Nuevo, La Rada, Cristo Rey, Puerto Escondido, Los Córdobas Y Puerto Rey – Minuto, en la costa cordobesa.

INVEMAR. 2003c. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2002. Serie de publicaciones periódicas No. 8. Santa Marta, 292 p.

Molina, A.; Molina, C.; Giraldo, L; Parra, C. & Chevillot, P.; 1994. Dinámica Marina y sus Efectos sobre la Geomorfología del Golfo de Morrosquillo. CIOH. Boletín Científico No 15. pp. 93 - 113.

Palacio Z., Hugo H. & Restrepo E., Andrés F., 1999. Influencia de la evolución del río Sinú en los procesos morfodinámicos del litoral Caribe Antioqueño. Tesis de grado en Ingeniería civil. Facultad Nacional de Minas, Universidad Nacional de Colombia. 111 p. Medellín.

Prahl, H.von. 1983. Blanqueo masivo y muerte de corales en la isla de Gorgona, Pacífico colombiano. Cespedesia, 12 (45-46): 125-129.

Rancel, Nelson, Tesis de grado en preparación.. Estudio Geológico de los Procesos que tienen lugar en la Zona Marino - Costera del Sector Cristo Rey - Paso Nuevo, Departamento de Córdoba.

Universidad EAFIT, 2001. Proyecto erosión marina en el litoral Antioqueño. Sector Turbo – Arboletes. Causas y estrategias de prevención y mitigación. Mapa geomorfológico, escala 1:10.000.

Universidad Nacional de Colombia, 1998. Evaluación de zonas de erosión críticas en el litoral Caribe colombiano. Informe final preparado para CORPOURABÁ. 199 P. Medellín.

Vernette, G., 1985. La plate-forme continentale Caraibe de Colombie (du débouché du Magdalena au golfe de Morrosquillo). Importance du diapirismo argileux sur la morphologie et la sedimentation. These Doctorat dÉtal. 387 p. Bordeaux-1.

Viña V., Gerardo & Sierra S., Manuel, 1987. Introducción a la biogeografía del golfo de Morrosquillo. pp. 13-15. Bogotá.

3. LA CALIDAD AMBIENTAL MARINA Y COSTERA EN COLOMBIA

Según la definición del Grupo de Expertos en Aspectos Científicos para la Protección del Medio Marino (GESAMP), por contaminación del medio marino se entiende la *introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino, incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana, obstaculización de las actividades marítimas, incluidas la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento.*

Las huellas de las actividades humanas se encuentran en todos los océanos. Aunque las áreas oceánicas aún se encuentran relativamente limpias (Schubel, 1994), en las aguas menos profundas, particularmente bahías y estuarios, se presentan graves conflictos; allí se suman la contaminación de aguas, sedimentos y organismos, los hábitats han sido destruidos y es donde ha tenido lugar el mayor agotamiento de pesquerías y recursos (Burke *et al.*, 2001). Cada vez se ha hecho más claro que las actividades realizadas en tierra son las principales fuentes de contaminación en los mares y costas. Sin embargo, también se reconoce que no solo la contaminación es responsable del deterioro de los océanos; también los es el daño físico directo a los ecosistemas y la sobreexplotación de los recursos (GESAMP, 2001).

A nivel mundial, se puede generalizar que los mayores centros urbanos y los principales polos de desarrollo, que generan grandes cantidades de residuos, se ubican cerca de la costa o en las riberas de los grandes ríos. Sin embargo, muchas de las sustancias y residuos contaminantes son generados a gran distancia de la costa, en las partes altas de las cuencas y son los ríos los que las reciben y transportan al mar. Siendo el mar la fuente final receptora de los vertimientos de ríos y ciudades costeras, donde convergen la presión poblacional, el turismo, la industria y el comercio, es el área donde se produce el mayor deterioro ambiental por causa de las actividades antropogénicas. Colombia no escapa a esta generalización; aunque algunas de las ciudades más densamente pobladas se encuentran en áreas montañosas del interior, su localización aledaña a ríos afluentes del Magdalena y del Cauca hace que los contaminantes tengan un impacto considerable en la calidad ambiental costera y marina.

En condiciones normales, los ríos acarrean a las zonas costeras importantes cargas de nutrientes, sedimentos ricos en materia orgánica u otra clase de elementos naturales, que permiten la presencia de pesquerías costeras y condicionan el desarrollo de ecosistemas de alta productividad biológica, como los manglares (Escobar, 2002). Estos ecosistemas sirven como filtros ante la llegada de sedimentos, nutrientes o sustancias químicas y ofrecen protección costera, haciendo favorable el ambiente para el desarrollo de los arrecifes de coral y las praderas de fanerógamas, ecosistemas de mayor fragilidad ante la llegada de elementos que pueden ocasionar un

desbalance en la composición normal de aguas y sedimentos, tal como ocurre cuando hay contaminación.

En las últimas décadas, se han intensificado las acciones para enfrentar la problemática generada por la contaminación en Colombia, particularmente con referencia al deterioro de sus recursos hídricos, especialmente a partir de la formulación de la Ley 99 de 1993, con la cual se formaliza el entorno institucional para emprender el reto de revertir los efectos nocivos que ocasionó el desarrollo industrial y urbano de las pasadas décadas, con las consideraciones ambientales necesarias para que no se perjudique la sostenibilidad de la base natural.

A continuación se hace una descripción de la situación que se presenta en el país con respecto al estado de la calidad de los ambientes marinos y costeros y aspectos de la contaminación marina. Se identifica la problemática que enfrentan las costas y mares, describiendo las fuentes de contaminación, el estado de las aguas marinas y estuarinas y los efectos que produce la contaminación sobre los ecosistemas y poblaciones costeras.

3.1 Problemática generada por la contaminación en los mares y costas de Colombia

El grupo GESAMP resume los principales problemas por la contaminación de los océanos en el mundo como:

- Contaminación por materia orgánica y nutrientes
- Contaminación microbiana
- Elementos químicos, como metales pesados, en grandes concentraciones.
- Componentes orgánicos sintéticos en los sedimentos y predadores, como COPs.
- Residuos oleosos, especialmente los provenientes de derrames de petróleo.
- Residuos sólidos (basuras)

La contaminación por aguas servidas o residuales provee nutrientes que se convierten en un problema cuando se descargan en grandes cantidades o cuando las áreas receptoras son pequeñas o cerradas, produciendo eutroficación y explosiones algales, estimuladas además por la llegada de agroquímicos utilizados para la agricultura. La eutrofización puede causar disminuciones drásticas en los niveles de oxígeno, mortandad de especies y puede llegar a convertir a los ecosistemas en ambientes arrasados por la invasión de plantas o algas. Las explosiones de algas tóxicas han causado enfermedades y muerte de humanos y organismos marinos en varias localidades costeras alrededor del mundo (GESAMP, 2001).
La contaminación microbiana produce enfermedades gastrointestinales como cólera y hepatitis infecciosa, por efecto del baño en aguas o la ingestión de alimentos contaminados, lo que sucede de forma común y ha costado muchas vidas. Por ejemplo, un estudio de la OMS/GESAMP

estimó que cada año, en el mundo se presentan 2,5 millones de casos de hepatitis infecciosa por ingestión de mariscos contaminados por aguas servidas, y de ellos aproximadamente 25.000 mueren y otros 25.000 quedan con daños en el hígado.

Los residuos sólidos son generados tanto en tierra como en las embarcaciones. Por ejemplo, los barcos de crucero generan en promedio 4.400 kg. al día de residuos sólidos; en el Caribe, cerca de un tercio de estos residuos son arrojados al mar, dado que algunos barcos no tienen unidades de incineración, como tampoco los puertos cuentan con las facilidades para su adecuado manejo.

Según se conoce, los residuos de químicos sintéticos y los metales pesados provenientes de la industria, la agricultura, la minería y el transporte, generalmente tienen efectos que son nocivos a largo plazo o cuando se acumulan en grandes cantidades. Más de 100.000 químicos se producen industrialmente y más de 1.000 en cantidades de miles de toneladas por año. Sus efectos principales se producen en los sistemas endocrinos y genéticos, ocasionando malformaciones, fallas reproductivas, comportamientos anormales y/o muerte de los organismos.

El impacto de los derrames de hidrocarburos tiene consecuencias a corto y largo plazo. El impacto inmediato es de características catastróficas, pues generalmente involucra la mortandad masiva de aves, peces, mamíferos e invertebrados marinos. Las poblaciones afectadas tardan un tiempo considerable en recuperarse. Un tiempo después, algunos componentes tienden a solubilizarse y otros a oxidarse, conformando bolas de alquitrán, que según reportes causan daños importantes y mortalidad de las comunidades afectadas. La fracción aromática de los hidrocarburos del petróleo es la que presenta mayor toxicidad y efectos cancerígenos; luego de su incorporación a los organismos por ingestión o a través de las membranas braquiales se acumula principalmente en los tejidos grasos (Lamparczyk *et al.,* 1988).

Un último grupo de residuos que afecta la calidad de las aguas marinas y costeras en Colombia son los desechos sólidos. Los vertimientos de estos residuos ejercen impactos sobre la salud pública, los organismos marinos y la calidad de los ambientes marinos (Golberg, 1971). Los impactos sobre la salud pública están ligados a la presencia de desechos infecciosos contaminados, a la presencia de sustancias tóxicas y a la posibilidad de que sean ingeridos por los organismos marinos, provocando intoxicaciones, oclusión intestinal y muerte.

Las diversas formas de explotación minera constituyen una fuente de contaminación que, en ocasiones, puede llegar a niveles significativos. Según el PNUMA, el panorama de la contaminación hídrica en América latina y el Caribe está dominado por las descargas municipales de origen doméstico e industrial, seguido de las mineras. Juntas constituyen una mezcla de sustancias y compuestos que representan entre el 90 y 95% de la contaminación que llega a las zonas costeras y se estima que apenas un pequeño porcentaje de las descargas reciben tratamiento (INVEMAR, 2002).

A continuación, se hace una descripción de la situación en Colombia, agrupada por regiones biogeográficas Caribe, incluido el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; y Pacífico, con relación a la contaminación de las zonas marinas y costeras, empezando por una descripción de las principales fuentes de contaminación y las vías de entrada de los contaminantes que producen, siguiendo con una presentación muy resumida de los efectos de los contaminantes en los ambientes marinos y costeros.

3.2 Inventario y caracterización de fuentes de contaminación

3.2.1 Costa Caribe Colombiana

En el Caribe se facilitan los procesos de acumulación de contaminantes, por el hecho de ser un mar cerrado, de aguas localmente someras, más tranquilo y donde rara vez la marea sube más de 60 cm. En esta región, incluyendo el área insular del archipiélago de San Andrés y Providencia, a diferencia de la costa sobre el Pacífico, los procesos de poblamiento e industrialización han sido acelerados, facilitados por la cantidad y la variedad de medios de transporte y vías de comunicación, tanto con el centro del país como con el exterior. Sumado a esto, en el Caribe desemboca el río Magdalena, la principal arteria fluvial del país, que recoge desechos y sedimentos de las principales ciudades y centros de producción económica de la zona andina, donde se concentran la mayor parte de las actividades productivas. Por esta razón la carga de contaminantes que entra al Caribe es mucho mayor que la del Pacífico, así como el número de fuentes de contaminación que impactan la calidad de sus aguas.

Según Garay, et al (2002), las descargas municipales, industriales, agrícolas y los vertimientos de residuos oleosos de la actividad marítima y portuaria, así como la actividad petrolera, son las principales fuentes generales de contaminación y deterioro de las aguas de la cuenca del Caribe, ocasionando la presencia de tóxicos orgánicos, metales pesados, sólidos suspendidos, microorganismos patógenos y nutrientes a los ambientes marino-costeros en ésta región.

Los ríos o afluentes más importantes por su caudal, composición e impacto en las aguas marinas del Caribe, así como sus aportes (cargas), se encuentran representados en la Figura 11.

Por su magnitud e impacto, merece especial atención la cuenca del río Magdalena, que cubre el 22% de la superficie del territorio nacional, alberga el 80% de la población y produce el 85% del total del producto interno bruto (Escobar y Barg, 1990). Esta cuenca abarca un área de 256.622 km^2, la del río Cauca un área de 63.300 km^2 y la del río Atrato un área de 35.000 km^2; otros ríos como el San Jorge y Sinú drenan también el territorio Caribe, son de escasa longitud pero transcurren por zonas de alta pluviosidad que los hacen bastante caudalosos y generan ocasionalmente inundaciones en las amplias llanuras caribeñas.

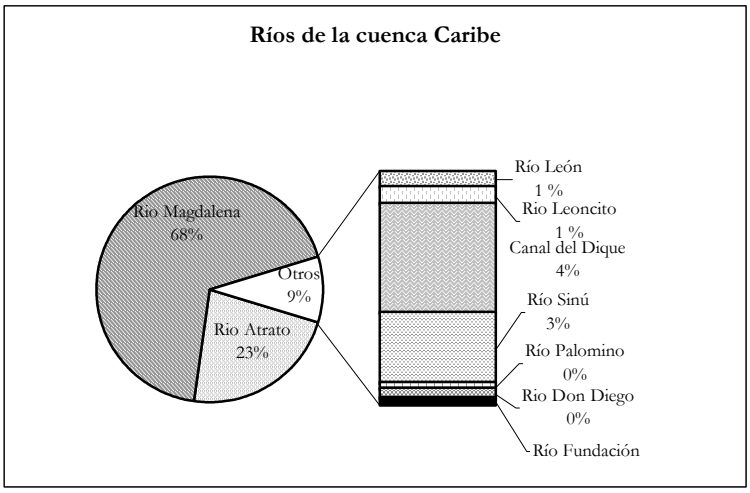

Figura 11. Aportes en términos de caudal de los principales ríos de la cuenca del Caribe colombiano. Se incluyen ríos con caudales mayores a 1`500.000 m3 día -1.

En total los 27 principales ríos vierten al Caribe colombiano en promedio 10.667 m^3. seg^{-1} de aguas dulces con sustancias contaminantes de diferente índole. Los más importantes por su caudal, carga de sedimentos, tóxicos químicos e impactos, son el río Magdalena, con su Brazo el Canal del Dique, los cuales tienen una basta zona de influencia en el Caribe; su participación en el aporte a ésta región es significativamente alta con relación a los otros tributarios, con una contribución del 67% del caudal total, 93% del aporte de carga en términos de DBO_5 y un 64% de la carga total de coliformes fecales (Garay, et al, 2001). Con una marcada diferencia le siguen en importancia los ríos del departamento de Antioquia, el Atrato, el León y Leoncito con un aporte del 24% del caudal total, 2,4% de la contribución en DBO_5 y 1,8% en aportes de coliformes fecales (Garay, et al, 2002). Otros ríos de importancia en el Caribe, por sus aportes al mar son el Sinú en el Dpto. de Córdoba y los que nacen en la Sierra Nevada de Santa Marta que vierten sus aguas a la zona costera del Dpto. del Magdalena y a la Ciénaga Grande de Santa Marta (INVEMAR, 2002).

- **Vertimientos Domésticos**

Las aguas servidas urbanas son el mayor contaminante que afecta el medio marino y costero del Caribe colombiano (Garay, 2001). En promedio 472.653 m^3día^{-1} de vertimientos sin ningún tipo de tratamiento son arrojadas a éstas zonas, como resultado de los efluentes líquidos de aproximadamente 3'073.483 habitantes (Figura 12) de las 26 principales ciudades y

asentamientos humanos costeros (DANE, 2001), siendo los más importantes: Riohacha, Santa Marta, Ciénaga, Barranquilla, Cartagena, Tolú, Coveñas, Turbo y San Andrés.

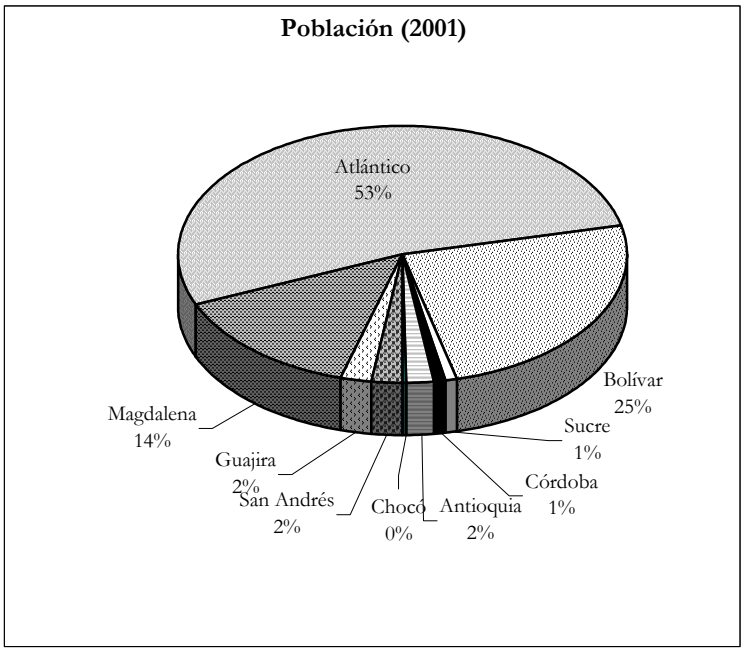

Figura 12. Comparación porcentual de la población en los departamentos del Caribe colombiano.

Los impactos que causan los vertimientos de aguas residuales se ven reflejados principalmente en incrementos en los valores de nutrientes, disminución de los valores de oxígeno (eutrofización) y la contaminación microbiológica de las playas y las aguas costeras; como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el 65% de la carga orgánica la aportan las ciudades costeras de los departamentos de Atlántico y Bolívar, especialmente Barranquilla y Cartagena, cuya población sumada representa el 77% del total de la población costera del Caribe.

- **Vertimientos Industriales**

En Colombia, el 10% de la industria nacional se concentra en el Caribe (UNEP, 1999), especialmente en Cartagena y Barranquilla, donde se ubican estas actividades. Las industrias identificadas como las que producen mayores cargas contaminantes son: procesadoras y

envasadoras de alimentos (especialmente cárnicos, licores y bebidas), fábricas de pulpa y papel, industria química, refinerías de petróleo y destilerías, entre otras (Garay, 1997).

En Cartagena, por ejemplo, existen unos 620 establecimientos comerciales, de los cuales 29 son productores de efluentes líquidos en volúmenes significativos; todos están ubicados en la costa oriental de la bahía de Cartagena, hacia la que se vuelcan los mismos, sin previo tratamiento en la mayoría de los casos. La industria aporta materia orgánica, residuos de aceites, combustibles y fertilizantes y la mayor parte de los vertimientos típicamente industriales como carbonatos, amoniaco, fenoles, aguas calientes, etc.

Estos vertimientos sin tratamiento ocasionan la presencia de contaminantes como hidrocarburos y metales pesados; entre estos últimos, se identifican el mercurio, plomo, cadmio y cromo como los que revisten mayor peligrosidad, por su baja biodegradación y alta capacidad de acumulación en los tejidos de los organismos. Al no existir sistemas de tratamiento apropiados la concentración de estos contaminantes está directamente relacionada con la cantidad de establecimientos industriales, y en general con el tamaño de la población.

El control ejercido sobre los residuos líquidos industriales de las grandes empresas ha avanzado rápidamente en el último decenio en Cartagena y también en Barranquilla. En los últimos años el número de empresas controladas a través del "Convenio de Producción Mas Limpia", liderado por el MAVDT, Cardique y EPA en Cartagena y por el BAMA y la CRA en Barranquilla, cubre la totalidad de las grandes industrias. Por ejemplo en el periodo 1990-2000, el control ejercido y los compromisos de las empresas hicieron que las cargas de DBO_5 disminuyeran desde 100 hasta 6 ton/día (Garay, 2001).

- **Vertimientos agroindustriales**

Las actividades agrícolas y pecuarias producen como residuos, los fertilizantes y plaguicidas que por fenómenos de escorrentía o lixiviación llegan a las aguas costeras y en ocasiones a las subterráneas y al mar. La contaminación por plaguicidas genera gran preocupación por su toxicidad, prolongada acción residual y elevado potencial de acumulación en los tejidos grasos de los organismos acuáticos y el hombre.

En el Caribe colombiano las principales fuentes que aportan plaguicidas al medio marino son los cultivos de banano, arroz, pastos, algodón, maíz y frutales, así como la manufactura de estos productos en Cartagena y Barranquilla y los residuos que son transportados por los ríos y escorrentías, tal es el caso del río Magdalena que recorre las principales regiones agrícolas del país y los ríos que cruzan la zona bananera de Urabá, Córdoba y Magdalena (Garay, 1999).

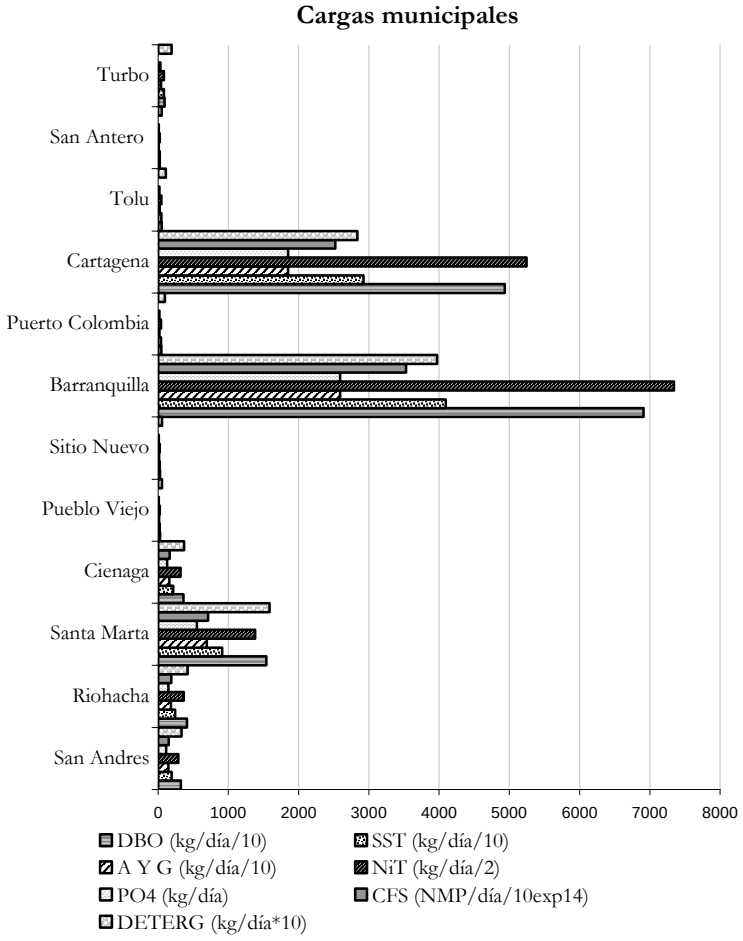

Figura 13. Cargas orgánicas y contaminantes aportadas por los municipios de la Costa del Caribe Colombiano

En Colombia actualmente se usan cerca de 600 plaguicidas diferentes que representan entre 15.000 y 33.000 ton/año, de organofosforados, organoclorados, carbamatos y piretrinas. Los cultivos con mayor demanda de plaguicidas son: arroz, papa, pastos, banano, caña de azúcar, café, hortalizas, algodón, flores, maíz, tomate y frutales. De estas sustancias, los organoclorados hacen parte de la lista de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) identificados por el Programa para el Ambiente de Naciones Unidas (UNEP) como peligrosos, por sus diversos efectos en ecosistemas terrestres y acuáticos; con los consecuentes daños en la biota marina y en la vida silvestre. Por estos motivos su uso a nivel mundial se ha restringido drásticamente.

Desde hace varios años el uso de plaguicidas ha ido cambiando en Colombia, en el sentido de que hay una tendencia a reemplazar los organoclorados por insumos agrícolas menos persistentes, como organofosforados, carbamatos y piretroides, pero se dispone actualmente de escasa información sobre su comportamiento en el medio marino de las costas tropicales, concretamente sobre porcentajes de degradación, el fraccionamiento en el sistema agua-biota-sedimento y el mecanismo de transferencia al hombre mediante las cadenas tróficas.

- **Vertimiento de residuos oleosos**

Los residuos oleosos producto de las actividades marítimas y portuarias, representan un gran problema para la región del Caribe colombiano. Actividades como el transporte marítimo de cabotaje, cuyos buques no están bajo el control del Convenio MARPOL, generan una parte importante de estos residuos eliminados en las zonas costeras y marinas del Caribe, especialmente aguas de sentinas y residuos de aceites lubricantes. En el Caribe colombiano existen 105 Muelles en los 7 principales puertos y se calcula que aproximadamente unos 7.970 buques arriban anualmente a estos puertos (Garay y Bermúdez, 1997), movilizando un promedio anual de carga de aproximadamente 26 millones de toneladas.

Se calcula, según la metodología OMI (MARPOL, 1995), que los buques "no petroleros" generan cerca de 4.127 Ton/mes de residuos oleosos entre las aguas de sentinas y los slops, los cuales son botados a las zonas costeras, por no disponer los puertos colombianos de infraestructura para recepción, manejo y disposición final de estos, incluyendo lo generado por las embarcaciones de cabotaje y algunos buques de transito internacional antiguos que no disponen de equipos MARPOL abordo (Garay y Bermúdez, 1997). Los puertos marítimos con mayor movimiento de buques son Buenaventura, Cartagena, Santa Marta, Barranquilla, Puerto Bolívar y Coveñas, y en menor escala Tumaco, Turbo y San Andrés.

De otra parte, en el sector petrolero la mayor problemática se presenta por los atentados a la infraestructura de transporte de hidrocarburos que perturban la calidad de los ríos y costas, así como los organismos y ecosistemas asociados. En el período comprendido entre 1986 y 2002 en el Oleoducto Caño Limón Coveñas se produjeron 960 atentados, que ocasionaron el derrame de aproximadamente 2.900 kB, que generaron costos en descontaminación atención de las

emergencias (activación de los planes de contingencia) aproximadamente por US $ 70 millones (ECOPETROL, 2003).

- **Actividades mineras**

La actividad minera en el país representa alrededor de un 5% del PIB. Dentro de la economía nacional se destacan: carbón, oro, plata, metales del grupo del platino, esmeraldas, calizas, arcillas, agregados pétreos, níquel y hierro (DNP, 2000). La minería del oro es uno de los procesos extractivos que genera mayor cantidad de problemas ambientales, en parte por la utilización de mercurio y cianuro (UNEP, 1999). Se calcula que por cada kg de oro, se descartan 5 kg de mercurio al medio ambiente (MMA – UNIANDES, 1990), y gran parte llega a las fuentes de agua. Los principales productores de oro en el Caribe son los departamentos de Antioquia, Bolívar, Córdoba y Chocó.

La extracción y la comercialización de petróleo y sus derivados son procesos que generan descargas de hidrocarburos a los cuerpos de agua. Por un lado, la actividad petrolera se caracteriza por manejar cantidades significativas de aguas residuales aceitosas, producto de las actividades de exploración, producción, transporte, almacenamiento y refinación. Las aguas asociadas a hidrocarburos pueden contener sales disueltas, metales pesados y fenoles. Estos vertimientos por lo general son sometidos a diferentes tipos de tratamientos para disminuir su grado de contaminación (ECOPETROL – ICP, 1991).

Por otro lado, el transporte de hidrocarburos es una actividad que eventualmente genera problemas de contaminación en los puertos y zonas marinas adyacentes. Los registros de ECOPETROL indican que en 1999 se exportaron 348,81 kB día^{-1} de petróleo y derivados, gran parte de los cuales fueron transportados por vía marítima; a esto se suma el volumen de hidrocarburos transportados por cabotaje, que en 1998 sumaron 5.876,5 kB.

- **Residuos Sólidos**

En el Caribe colombiano solamente el 60% de la población esta cubierta por un sistema de recolección de basuras, pero además los residuos son dispuestos en rellenos sanitarios que no son manejados de manera apropiada y la filtración de contaminantes (lixiviación) ha sido detectada en los sitios de disposición de Barranquilla y Cartagena (UNOPS, 1997). CORPES (1992), estimó que la población regional genera cerca de 1.203 ton día^{-1} de residuos sólidos (UNEP, 1999). En muchas ciudades costeras del país, como Cartagena, Santa Marta y San Andrés, el manejo de los residuos sólidos se ha convertido en un problema de grandes proporciones. Actualmente los sitios de disposición han colmado su capacidad, acarreando esto la acumulación de residuos en zonas no aptas, así como la generación de lixiviados que llegan a las corrientes de agua y al mar. Las basuras de Cartagena, y de manera similar en las principales

ciudades del país, se componen principalmente de materia orgánica, papeles y plásticos**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

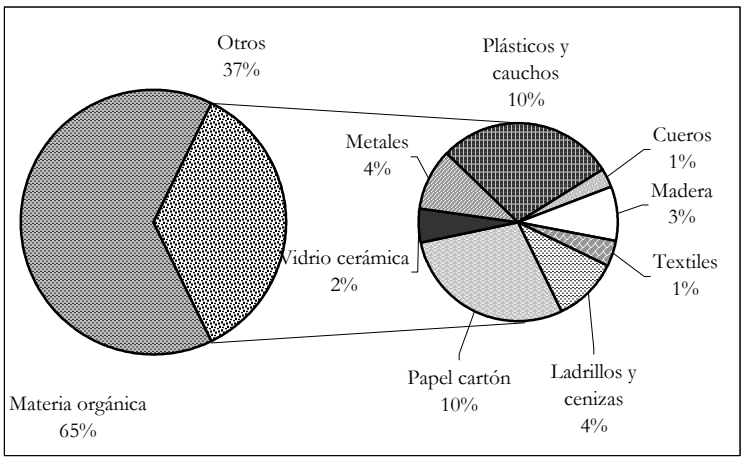

Figura 14. Composición física de los residuos sólidos de Cartagena.

Un problema que se ha incrementado dramáticamente en los últimos años es la acumulación de desechos flotantes en playas y otros ecosistemas costeros que favorecen su asentamiento, como los manglares. Más del 50% está constituido por residuos plásticos (Garay, 1993 en Garzón-Ferreira, 1998), los cuales son de muy lenta degradación y por ende permanecen largo tiempo, dañando la estética de las zonas costeras y constituyéndose en un peligro para los organismos marinos; por ejemplo, las tortugas presentan un alto porcentaje de muertes por obstrucción intestinal, debida al consumo de bolsas plásticas.

3.2.2 Costa Pacífica Colombiana

Al igual que en el Caribe, los ríos son las principales vías de entrada de residuos orgánicos tóxicos, metales pesados, sedimentos, microorganismos y nutrientes a los ambientes marino-costeros de la región del Pacífico colombiano (Figura 15). Las cuencas de los ríos San Juan y Patía cubren respectivamente áreas de 24,000 km^2 y 14,605 km^2. Esta cuenca se caracteriza por tener tributarios caudalosos de corta longitud, debido a las altas precipitaciones en su hoya hidrográfica (9.000 mm $año^{-1}$).

En total los 9 principales ríos vierten al Pacífico colombiano en promedio 5.047 m^3 seg^{-1} de aguas con cargas significativas de sedimentos y otros contaminantes, siendo los mas importantes

por su caudal, cargas e impactos, el río San Juan (Chocó), el cual inunda una gran cuenca hidrográfica que incluye parte de los departamentos del Chocó y Valle del Cauca y tiene una vasta zona de influencia en el Pacífico (Garay, 2001). Su contribución al aporte en el Pacífico es muy significativa, llegando a ser el 40,7% del caudal total, el 1,9 % del aporte de carga en términos de DBO_5 y un 18,7% en carga de Coliformes fecales. Le siguen en importancia los ríos del departamento de Nariño, el Iscuandé y el Mira, los cuales aportan el 29,3% del caudal total, el 95,9% de la carga de DBO_5 y el 37,9% de Coliformes fecales que entran al Pacífico colombiano.

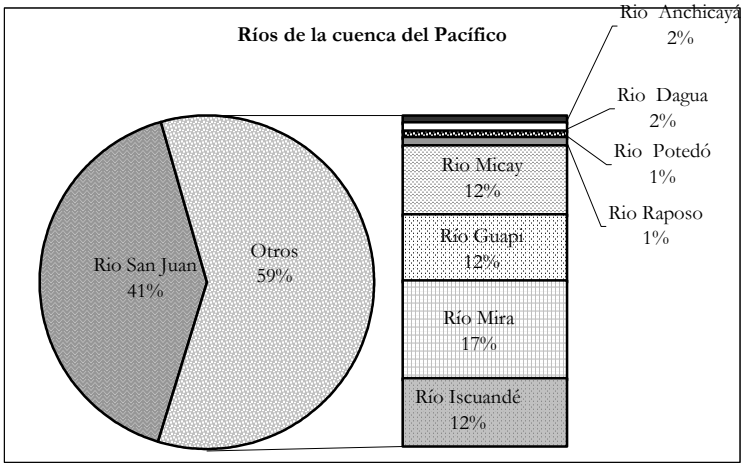

Figura 15. Aportes en términos de caudal de los principales ríos de la cuenca del Pacífico colombiana.

- **Vertimientos Domésticos**

Al igual que en el Caribe, las aguas servidas urbanas han sido identificadas como uno de los mayores contaminantes que afectan el medio costero del Pacífico colombiano. Aproximadamente 87.211 m^3 $día^{-1}$ de éstas aguas sin ningún tipo de tratamiento son arrojadas a las zonas costeras, representadas en residuos líquidos de cerca 374.631 habitantes (Figura 16) de las principales ciudades y asentamientos humanos costeros. El 91,5% de la carga orgánica y bacteriana lo aportan las ciudades costeras de los departamentos de Valle del Cauca y Nariño, especialmente las ciudades de Buenaventura y Tumaco (Figura 17), cuya población sumada representa el 86,6% del total de la población costera del Pacífico colombiano. Los principales efectos se manifiestan en el deterioro de la calidad de las aguas desde el punto de vista sanitario, convirtiéndose en un problema de salud pública, con un impacto mayor en zonas turísticas como Juanchaco y Ladrilleros en el Valle del Cauca y Tumaco en Nariño.

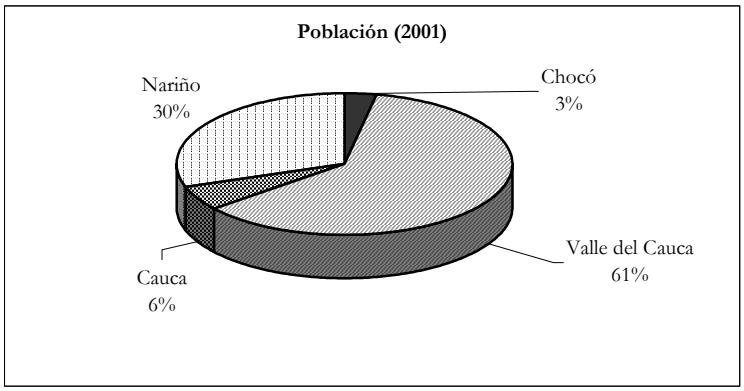

Figura 16. Comparación porcentual de la población en los departamentos del Pacífico colombiano.

- **Vertimientos Industriales**

Las descargas de residuos líquidos de las actividades industriales en esta región se concentran especialmente en Buenaventura y Tumaco. Actividades como el procesamiento de alimentos (pescado y mariscos) y la explotación y tratamiento de madera, representan los mayores problemas de contaminación de este sector. Por sus características específicas, la actividad industrial en la región genera principalmente residuos de tipo orgánico que provocan fenómenos de enriquecimiento excesivo de nutrientes que pueden producir fenómenos como eutrofización y explosiones algales.

- **Vertimientos Agroindustriales**

La mayor fuente de compuestos agroquímicos la constituyen las escorrentías de los ríos que atraviesan zonas de cultivo o poblaciones, especialmente los ríos que desembocan en la ensenada de Tumaco (Rosario y Mexicano), y los ríos Patía, Mira y San Juan. Además, del aporte indirecto de los cultivos de papa y la zona agrícola del altiplano Nariñense que desaguan las escorrentías a través de varios afluentes hacia el río Mira y el Patía. Las campañas contra el mosquito transmisor de la malaria, la fumigación de cultivos ilícitos y actividades para el tratamiento de la madera se constituyen en otras fuentes importantes de plaguicidas al medio marino del Pacífico (INVEMAR-PNUD, 2001).

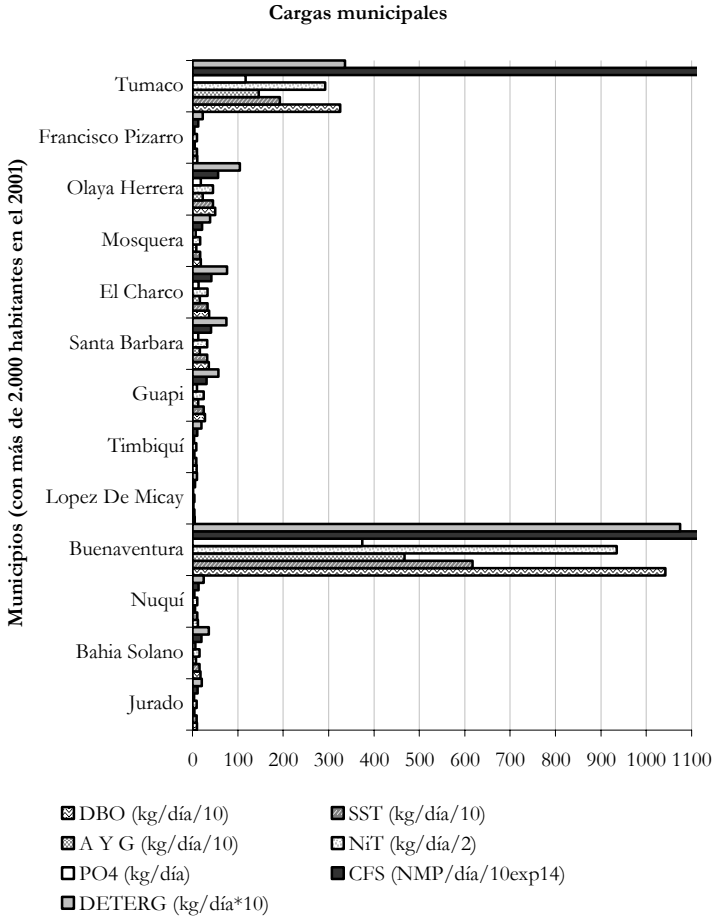

Figura 17. Cargas orgánicas y contaminantes aportadas por los municipios de la costa del Pacífico colombiano.

- **Puertos y Transporte Marítimo**

Los residuos oleosos producto de las actividades marítimas y portuarias, representan también un gran problema para la región del Pacífico colombiano. Dadas la escasez de vías de acceso terrestres, gran parte del transporte en esta costa se realiza por vía marítima, utilizando embarcaciones de poco tamaño que parten desde Buenaventura o Tumaco hacia todas las poblaciones costeras y ribereñas de la región. El transporte marítimo de cabotaje genera una parte importante de los residuos oleosos eliminados en las zonas costeras y marinas del Pacífico, especialmente aguas de sentinas y residuos de aceites lubricantes.

En Buenaventura se ubica unos de los principales puertos internacionales del país, que mueve el 60% de la carga de exportación a nivel nacional. Se calcula que esta zona recibe aproximadamente unas 3.000 toneladas mensuales de aguas de sentinas, incluyendo lo generado por las embarcaciones de cabotaje y algunos buques de tránsito internacional antiguos que no disponen de equipos MARPOL abordo.

- **Actividades Mineras**

En los departamentos de Chocó, Cauca, Valle del Cauca y Nariño se desarrolla minería del oro de aluvión a tajo abierto, en donde extraen oro como producto principal y plata, platino, zinc y plomo, como subproductos en los diferentes tipos de minas. En esta región, las minas se explotan de forma artesanal, para subsistencia e incluso de forma ilegal. El principal problema de contaminación lo genera la utilización de mercurio y cianuro que son liberados directamente a los cuerpos de agua (CERI Colombia, 1995).

3.3 Estado de la Calidad Química y Sanitaria de las aguas

3.3.1 Costa Caribe Colombiana

- **Eutotrificación y Fertilización**

Según los resultados de los últimos 3 años de monitoreo de la REDCAM (2001-2003) y de la información sumistrada por las CAR costeras, en el comportamiento de las variables fisicoquímicas y nutrientes en el Caribe se han encontrado valores que superan los límites permisibles en San Andrés (Bahía Hooker, Johnny Cay, Zona adyacente al alcantarillado municipal y El Cove), Riohacha, Santa Marta (zona adyacente al Emisario Submarino), frente a la Ciénaga Grande de Santa Marta, en Barranquilla (Bocas de Ceniza), en Cartagena (bahía de Cartagena y ciénaga de Tesca), los caños Guainí y Zaragocilla en el Golfo de Morrosquillo que reciben aguas residuales de Tolú y San Onofre y, en la zona adyacente a la desembocadura del río León (golfo de Urabá). Estos valores, significativamente altos comparados con el resto del

país, deben su origen a los vertimientos de aguas servidas urbanas de los asentamientos humanos localizados en las costas y riveras de los ríos, y a las actividades agropecuarias en las cuencas y zonas costeras con elevado desarrollo agrícola, las cuales reciben importantes cantidades de nutrientes provenientes del uso de fertilizantes, como en las zonas bananeras del Magdalena y Urabá.

- **Hidrocarburos del petróleo**

La problemática de los residuos de hidrocarburos en las zonas costeras colombianas tiene su origen en actividades portuarias y marítimas; y en, transporte, refinación y usos del petróleo y sus derivados (Garay, 2002). Tanto en el Caribe como en el Pacífico, existen problemas locales por derrames crónicos en los puertos, por los buques de cabotaje, o accidentales por los buques de tráfico internacional y las refinerías de petróleo.

Se han reportado concentraciones de hidrocarburos aromáticos y alifáticos en aguas, sedimentos y organismos marinos en todo el Caribe colombiano, desde Castilletes hasta Urabá (Garay, 2002 en Garay, 1992; Garay, 2002). Presentándose las mayores concentraciones en la zona de Cartagena, donde el nivel en aguas supera ampliamente la norma internacional para aguas no contaminadas que es de 10 ug/l (UNESCO, 1974; en Garay, 1992 y 2002). Valores promedio de hasta 50 ug/l han sido reportados en estaciones cercanas a los vertimientos industriales, refinería y fondeaderos de buques en la Bahía. Valores entre 5 y 10 ug/l han sido encontrados para aguas del Golfo de Morrosquillo, Barranquilla, Santa Marta y San Andrés (Garay, 1992 y 2002). Mientras que la zona de la Guajira presenta las menores concentraciones con valores promedio entre 0.5 y 5 ug/l.

En sedimentos, los mayores valores encontrados para hidrocarburos totales han sido en promedio de 500 ug/g en la Bahía de Cartagena y Bahía Hooker en San Andrés, mientras que los menores se reportan en la Guajira. Los organismos (Bivalvos) con mayores concentraciones de hidrocarburos totales se reportan en la zona de Cartagena con valores promedio de 30 ug/g, mientras que los más bajos resultan ser los organismos colectados en Bahía Cispatá y la Ciénaga Grande de Santa Marta con valores promedio de 5 ug/l (Garay, 1992 y 2002).

El monitoreo realizado por la REDCAM (2001 – 2003) comprueba la información histórica, detectándose valores que superan este nivel en San Andrés, Santa Marta, Barranquilla, bahía de Cartagena, Tinajones (desembocadura del río Sinú) y el golfo de Urabá, donde se muestra la influencia que ejercen las actividades marítimas y portuarias, así como las descargas de los ríos de mayor caudal.

- **Plaguicidas**

Históricamente se han reportado niveles relativamente altos de concentraciones de plaguicidas organoclorados en aguas, sedimentos y organismos de varias zonas del Caribe colombiano, especialmente las influenciadas por las actividades agrícolas y los ríos. Por ejemplo, en la Ciénaga Grande de Santa Marta, se han reportado concentraciones de Aldrín entre 0.36 a 1.07 ppb, Lindano 0.40 a 44.2 ppb, Dieldrín 0.13 a 1.91 ppb y DDT total 0.01 a 0.08 ppb, especialmente en zonas cercanas a las desembocaduras de los ríos provenientes de las zonas bananeras de la Sierra Nevada de Santa Marta, el Sevilla, Aracataca y Fundación (Ramirez, 1988-2000).

En las zonas costeras de Bolívar, principalmente la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de Tesca o de la virgen, también han sido reportadas concentraciones de organoclorados en aguas, sedimentos y organismos; niveles de Aldrín, DDT, Heptacloro, Dieldrín y HCHs, se reportan en niveles de 0.01 a 0.34 ppb en la Bahía (Garay, 1985 y 1993; y Castro, 1998). De la misma forma, en la Ciénaga de Tesca se han encontrado concentraciones de Aldrín, Lindano, Heptacloro, DDT y sus metabolitos DDE y DDD y PCBs, con valores entre 0.030 y 3.8 ng/g en sedimentos, entre 0.079 a 59.5 ng/l en aguas y entre 0.09 a 0.78 ng/g en peces de importancia comercial (Garay, 1993; Castro, 1997). En el Golfo de Morrosquillo se encontraron concentraciones de Aldrín, DDT, Lindano y Heptacloro en aguas en concentraciones muy bajas, que van de 0.001 a 0.01 ng/l (Garay, 1992 y 1998).

Sin embargo, los registros actuales muestran valores ubicados en el rango menor al nivel de referencia de 30 ng/l, en la mayor parte del Caribe, lo cual puede significar que se esté presentado un incremento en el uso de otro tipo de plaguicidas, los cuales no han sido monitoreados.

- **Metales pesados**

La contaminación por metales pesados se ha constituido en una de las formas más tóxicas para los ecosistemas acuáticos. Dado que son elementos poco o nada biodegradables, tienden a acumularse en los tejidos de animales y vegetales acuáticos y permanecen en ellos por largos períodos, desencadenando procesos de bioconcentración, biomagnificación y bioacumulación. De acuerdo con el Caribean Environment Programme (CEP) y los estudios del Invemar, las aguas del litoral Caribe han sufrido incremento en la contaminación por estos elementos durante las dos últimas décadas, siendo las zonas mas afectadas aquellas cercanas o donde se han ubicado los principales asentamientos humanos, como es el caso de las ciudades de Cartagena, Barranquilla, Santa Marta, Coveñas, Tolú y Riohacha.

Los resultados sobre niveles de concentración de metales pesados Cd, Cr y Pb, durante los últimos 3 años mostraron que las zonas más afectadas son la bahía de Cartagena, la desembocadura del río Magdalena y el sector industrial de Las Flores en Barranquilla, con valores significativos.

Los estudios sobre metales llevados a cabo en una de las zonas críticas del Caribe colombiano, la Bahía de Cartagena, han evidenciado la presencia aún en sedimentos de niveles de Hg de 7.67 ug/g, valor por encima de la norma permisible que es de 0.5 ug/g (Camacho, 1997). Lo anterior denota que aun persisten niveles de concentración de Hg, generados hace ya 20 años por la fábrica de Cloro – Soda (IVL-CIOH, 1979).

En la Cienaga Grande de Santa Marta, las concentraciones de metales han demostrado un progresivo aumento en sus diferentes compartimentos: aguas, sedimentos y organismos. Se detectaron concentraciones elevadas de los metales Cd, Cu y Zn, cuyos valores son de 11.1 ug/g, 39.2 ug/g y 171 ug/g, respectivamente, comparadas con los limites permisibles establecidos por la EPA y por el Ontario Ministry of the Environment Legislation, Ministerio de Salud del Brasil, entre otras (Wallnr-Kersanach, 1996). Estas concentraciones se registraron en las zonas con mayor influencia del Río Magdalena, denotando así mismo su directa influencia sobre la cuenca del Caribe. En el resto de las zonas costeras especialmente de la Guajira, Magdalena, San Andrés y parte de Sucre, Córdoba, así como y el norte de Chocó no presentan niveles significativos de metales pesados.

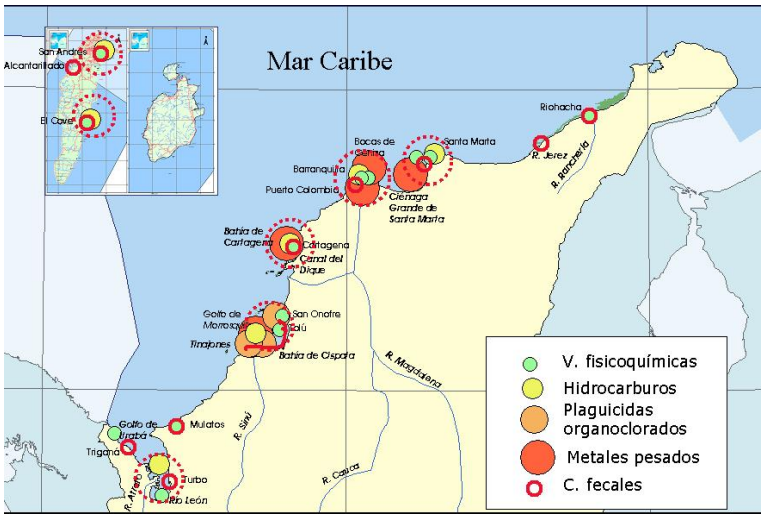

Figura 18. Zonas de la costa del Caribe en las que se presentan valores altos recurrentes de contaminación de las aguas.

- **Contaminación microbiológica**

Los estudios realizados muestran que en la mayoría de playas turísticas del Caribe colombiano se sobrepasan los límites permisibles establecidos por la legislación colombiana para aguas de contacto primario (hasta 200 NMP/100 ml para Coniformes fecales), tanto en la época seca como en la húmeda, principalmente en los departamentos de Atlántico, Bolívar, Magdalena, Sucre y Córdoba. Solo las playas ubicadas en el sector del Cabo de la Vela en el departamento de la Guajira, las del Parque Tayrona en el Magdalena y las de Necoclí en Antioquia y Capurganá en Chocó, muestran niveles permisibles, en razón a que no se encuentran influenciadas por vertimientos domésticos.

Las tendencias en el comportamiento de los niveles de microorganismos patógenos de algunas playas específicas, como la playa Rodadero en Santa Marta; playa Coveñas en Córdoba; bahía de Cartagena y ciénaga de Tesca o de La Virgen en Bolívar y Rocky Cay en el departamento de San Andrés y Providencia; demuestra que los mayores niveles de Coliformes fecales aumentan en la temporada turística de mitad y final de año, así como también se observa incremento en la época lluviosa, por efecto del mayor contenido de aguas residuales domésticas que arrastran los tributarios que tienen influencia en estas zonas.

Con base en los resultados expuestos, en el Caribe colombiano se identifican seis áreas críticas debida a la contaminación proveniente de fuentes terrestres y marítimas, localizadas en:

San Andrés: Las principales fuentes de contaminación que afectan la calidad de sus aguas marinas y costeras son los vertimientos domésticos y los residuos del transporte marítimo (cabotaje y turismo), que se incrementan en temporadas turísticas altas, generando incrementos en los niveles de hidrocarburos, nutrientes y bacterias coliformes, siendo los sitios más afectados bahía Hooker, El Cove y el área adyacente al vertimiento del alcantarillado sanitario de la Isla.

Santa Marta: Los vertimientos domésticos de Santa Marta y Ciénaga, los oleosos provenientes de la actividad del trasporte marítimo y los puertos, así como los aportes de los ríos, afectan significativamente la calidad de sus aguas y los ecosistemas asociados.

Barranquilla: Comprende especialmente la desembocadura del río Magdalena (Bocas de Ceniza) y sus áreas adyacentes, Puerto Colombia y las ciénagas de Mallorquín y Balboa. Es una de las zonas más críticas por contaminación en el país, dadas las múltiples actividades que se realizan en la ciudad y el aporte proveniente de la cuenca (vertimientos domésticos, industriales, puerto y desembocadura del río Magdalena).

Cartagena: La zona de Cartagena abarca la ciénaga de La Virgen y las bahías de Cartagena y Barbacoas. Esta zona se considera una de las más críticas de toda la zona costera y marina del país, tanto por la magnitud y persistencia de contaminantes, como por la riqueza y biodiversidad de sus ecosistemas. En Cartagena se realiza una multiplicidad de actividades económicas, como

industriales, turísticas, portuarias, pesca, etc.; vertimientos domésticos, industriales, escorrentías, canal del Dique, agroquímicos, etc.; por tal razón se considera una de las zonas prioritarias para emprender acciones de saneamiento, control y mejoramiento ambiental.

Golfo de Morrosquillo: Incluyendo la bahía de Cispatá y la desembocadura del río Sinú (Tinajones). Esta zona se considera como una de las áreas críticas del Caribe colombiano por las cargas de contaminantes que ingresan a la zona marina y costera y por los niveles de concentración y persistencia de contaminantes identificados y cuantificados. Aunque en el Golfo no se presentan ciudades de la magnitud de Cartagena o Barranquilla, si es una zona que recibe un aporte importante de turistas que se dispersan a lo largo de toda la costa, desde Berrugas hasta Cispatá; a esto se suma, la carencia de sistemas de tratamiento de las aguas residuales, los vertimientos de aceites e hidrocarburos del transporte terrestre y marítimo y los residuos de agroquímicos tóxicos que llegan por el río Sinú desde las áreas agrícolas e industriales del interior del departamento.

Golfo de Urabá: Esta zona recibe las descargas del río Atrato y otros ríos como el León y Leoncito, que arrastran residuos de agroquímicos y metales resultantes de las actividades agrícolas y mineras de la zona. A esto se suman los residuos oleosos del trasporte marítimo, los nutrientes y microbiológicos provenientes de las localidades costeras, como Turbo y Necoclí, lo que resulta en niveles elevados y persistentes de contaminantes que hacen de esta área como una de las zonas costeras con características críticas.

3.3.2 Costa Pacifica Colombiana

En comparación con el Caribe, las aguas del Pacífico son más frías, de menor salinidad y la productividad del fitoplancton es mayor. Por ser abierta, la costa recibe mayor influencia del oleaje y las mareas, las cuales son mucho más amplias, de hasta 4 a 5 metros; también es una costa muy activa sísmicamente (IDEAM, 1998). En la cuenca del Pacífico los niveles de desarrollo urbano, agrícola e industrial son mucho menores que en el Caribe (Garzón-Ferreira, 1998). La infraestructura para el transporte y las comunicaciones hacia el interior del país o hacia otros países es poco desarrollada y en algunas zonas es inexistente; este hecho conlleva a que el nivel de poblamiento sea reducido. Por estas razones, la presión sobre los recursos ha sido menor que en el Caribe, con pocas excepciones.

- **Eutrofización y Fertilización**

Según los resultados de los últimos 3 años de monitoreo (2001-2003), el comportamiento de las variables fisicoquímicas y nutrientes en el Pacífico, presentan valores por fuera de los rangos normales, principalmente en la bahía de Buenaventura, en las zonas de influencia de las desembocaduras de los ríos Micay y Saija en el Cauca y La Tola en Nariño, evidenciando

fenómenos de eutrofización en algunos casos, y en otros sitios contribuyendo a la fertilización del mar.

- **Hidrocarburos del Petróleo**

Históricamente, las zonas más afectadas por los residuos oleosos son Buenaventura y Tumaco, en razón del tráfico marítimo internacional y de cabotaje que generan residuos oleosos. En menor grado de impacto se encuentran Guapi, Bahía Solano y Ladrilleros. Regiones como el norte del Chocó y Cauca y el sur del Valle del Cauca permanecen relativamente limpias de estos compuestos. Según los muestreos realizados durante el 2001 al 2003, el impacto por hidrocarburos es alto y crónico en la bahía de Buenaventura y Tumaco.
De los monitoreos de hidrocarburos realizados por el CCCP desde 1986 hasta la fecha, se encontró que en promedio las concentraciones aumentan progresivamente desde aguas 0.25 ug/l, sedimentos 1.18 ug/g hasta organismos (Bivalvos) 7.45 ug/g (Calero y Casanova, 1997; Invemar, 2002).

- **Plaguicidas**

A pesar de ser una región con reducido desarrollo agrícola, los niveles de residuos organoclorados fueron más elevados de lo que se podría esperar (hasta 94 ng l^{-1}), en sitios como El Valle y Nuquí en el Chocó, Guapi y Timbiquí en Cauca y las desembocaduras de los ríos Mira y La Tola en Nariño. Probablemente estas concentraciones se deban al uso de compuestos organoclorados para campañas antimaláricas y las campañas de fumigación de cultivos ilícitos. Históricamente en esta región se han encontrado niveles de concentración promedio de plaguicidas organoclorados para sedimentos de 12.42 ng/g y en organismos (Bivalvos) de 94.53 ng/g, presentando una relación de 1:7.6, lo que indica que existe una gran capacidad por parte de los bivalvos de acumular estos compuestos, tomándolos del sedimento en su proceso metabólico (Calero y Casanova, 1995). El DDT y sus metabolitos han presentado un comportamiento irregular durante el periodo de la última década, especialmente en organismos, en razón a que están asociados a una serie de características fisiológicas; mientras que en los sedimentos son más estables.

- **Metales pesados**

En el Pacífico, las concentraciones de Cd medidas en la Ensenada de Tumaco no representan riesgo de contaminación, mientras que en la Bahía de Buenaventura los valores se presentan entre 2.1 a 5.1 ug/g, sobrepasando los valores considerados como normales para sedimentos en bahías y costas, que es de 2 ug/g (Calero y Casanova, 1997). Otros metales altamente tóxicos como el Hg y el Pb se encontraron en diferentes áreas de estudio de la costa Pacifica colombiana en concentraciones de 0.15 ug/g a 3.5 ug/g el primero y de 2.1 ug/g a 52.3 ug/g para el segundo

(Calero y Casanova, 1997). Los niveles de mercurio en sedimentos para Buenaventura son mayores a 0.51 mg/g, considerado como "concentración alta" por la NOAA (1990). Con respecto a los niveles en aguas costeras y marinas, sus concentraciones no presentan valores significativos, siendo las áreas con mayores niveles las desembocaduras de los ríos y las zonas adyacentes a las ciudades costeras.

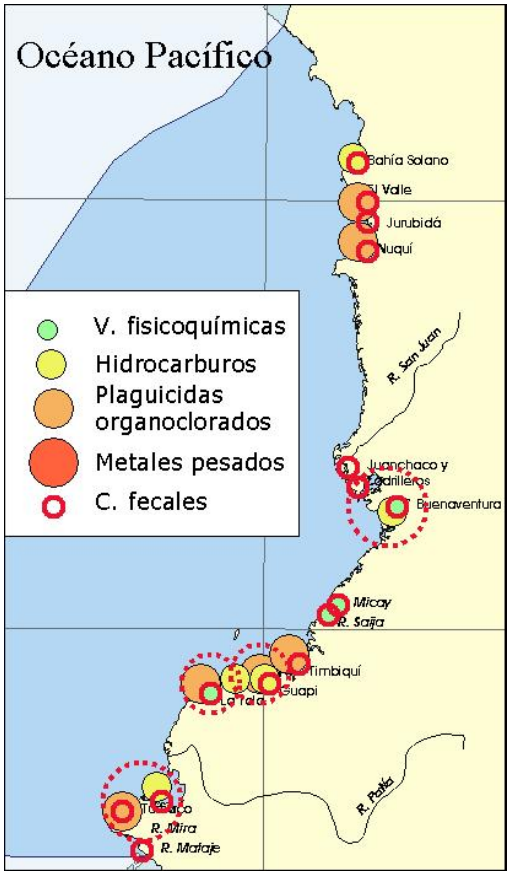

Figura 19. Zonas de la costa del Pacífico en las que se presentan valores significativos de contaminación de sus aguas.

- **Contaminación microbiológica**

Los niveles de contaminantes microbiológicos son preocupantes en el Pacífico colombiano. La mayoría de las playas monitoreadas durante el 2001 al 2003 sobrepasaron los niveles de coliformes fecales contemplados en el artículo 42 del decreto 1594 de 1984. Estos resultados son consecuencia del vertimiento directo de aguas servidas urbanas en el sector costero, poca cobertura del sistema de alcantarillado, lixiviados de basuras y pozos sépticos. Los mayores niveles de los indicadores de contaminación fecal se localizan en las zonas adyacentes a los asentamientos humanos y en la desembocadura de los ríos, especialmente en la época lluviosa.

Por lo anterior se considera que en la costa Pacífica colombiana existen tres áreas críticas debidas al impacto de la contaminación proveniente de fuentes terrestres y marítimas, localizadas en:
En condiciones normales, los ríos acarrean a las zonas costeras importantes cargas de nutrientes, sedimentos ricos en materia orgánica u otra clase de elementos naturales, que permiten la presencia de pesquerías costeras y condicionan el desarrollo de ecosistemas de alta productividad biológica, como los manglares (Escobar, 2002). Estos ecosistemas sirven como filtros ante la llegada de sedimentos, nutrientes o sustancias químicas y ofrecen protección costera, haciendo favorable el ambiente para el desarrollo de los arrecifes de coral y las praderas de fanerógamas, ecosistemas de mayor fragilidad ante la llegada de elementos que pueden ocasionar un desbalance en la composición normal de aguas y sedimentos, tal como ocurre cuando hay contaminación.

Buenaventura: Zona donde convergen diversas actividades, como el transporte marítimo de carga a través de uno de los puertos más importantes del país, el turismo y las descargas de varios tributarios, lo que sumado al mal manejo de vertimientos domésticos e industriales, ha ocasionado la presencia de niveles altos y persistentes de contaminantes en sus aguas.

Tumaco: Puerto, donde al igual que Buenaventura convergen diversas actividades, como el transporte marítimo de cabotaje y pesquero, el turismo y las descargas de varios tributarios, lo que sumado al mal manejo de vertimientos domésticos e industriales, especialmente residuos de alimentos y de maderas, ha ocasionado la presencia de niveles altos y persistentes de contaminantes en sus aguas.

En La Tola (Nariño) y Guapi (Cauca): Son otras zonas donde el impacto de la contaminación es significativa, al punto que se presentan valores de algunos contaminantes que sobrepasan los niveles de referencia.

3.4 Efectos de la contaminación sobre los ecosistemas y la calidad de vida en las zonas costeras y marinas

Colombia cuenta con un total aproximado de 3.000 km de costa y aproximadamente 980.000 km² de zona económica exclusiva en los cuales están presentes ecosistemas de alta biodiversidad y/o productividad tales como arrecifes coralinos (área aproximada de arrecifes coralinos en el Caribe: 2.645 km²), praderas de fanerógamas, estuarios, lagunas costeras y manglares (área aproximada de manglares 3.940 km² aprox.) con potencial para el desarrollo de pesca artesanal, acuacultura y turismo (COLCIENCIAS, 1999).
Actualmente sin embargo, las zonas costeras y marinas del país enfrentan múltiples problemas, causados por el efecto sinérgico de diferentes causas, entre ellas la contaminación. Los principales síntomas de deterioro del medio marino son:

- Deterioro creciente de arrecifes coralinos: muerte masiva de corales y otros grupos de organismos asociados y disminución extrema de sus recursos pesqueros.
- Deterioro creciente de los sistemas estuarinos y lagunares costeros: contaminación, eutroficación, muerte o destrucción masiva de manglares y disminución y cambio en la calidad de sus recursos pesqueros.
- Deterioro creciente de las praderas de fanerógamas marinas, pérdida de cobertura y desaparición completa en ciertas áreas.
- Erosión y cambios drásticos en la dinámica y geomorfología de costas como consecuencia, entre otras causas, del impacto generado por acciones antropogénicas.
- Contaminación de playas y de aguas de balnearios turísticos: enfermedades gastrointestinales, malos olores y deterioro paisajístico.
- Disminución general de importantes recursos pesqueros en muchos ecosistemas, en parte como consecuencia del deterioro del ecosistema respectivo.

La contaminación, especialmente cuando está relacionada con el vertimiento de aguas residuales sin tratar, es la causa de gran número de casos de problemas como intoxicaciones y enfermedades de la piel. Pese a esto, en Colombia no se han hecho estudios específicos sobre este tema en las zonas costeras.

Los efectos de los plaguicidas han sido estudiados en zonas de monocultivos con requerimientos altos de estos químicos, como la zona bananera de Urabá y los campos arroceros del Tolima. En el primer caso, se muestrearon embolsadores de banano que están en contacto permanente con las bolsas pre-tratadas con plaguicidas para proteger los frutos. Se observó que tenían un rendimiento cognoscitivo más bajo de lo esperado, siendo la memoria y la atención las funciones más comprometidas (Gallego *et al*, 2003).

El INVEMAR realizó en el 2000 una evaluación preliminar del contenido de metales pesados en poblaciones de la zona costera del departamento del Magdalena.

3.5 Conclusiones

- En forma general, se avanzado en el pais en el estudio de la calidad ambiental marina, logrando identificar los principales tipos de contaminantes químicos y microbiológicos que son descargados a los ecosistemas marino-costeros, destacándose los residuos líquidos domésticos, los industriales, los de exploración, explotación, trasporte y usos del petróleo, los de actividades agropecuarias, así como los de explotación y manejo de minerales. Las principales vías de entrada de estos contaminantes son los ríos y los vertimientos directos al mar (aguas servidas de las ciudades).

- En general, las zonas costeras mayormente impactadas en Colombia corresponden a los cuerpos de agua de Cartagena, Santa Marta y Barranquilla en el Caribe, y a la bahía de Buenaventura y la Ensenada de Tumaco en el Pacífico. En estas áreas, la contaminación microbiológica es alta, como consecuencia de las descargas de aguas negras a través del alcantarillado sanitario, los emisarios de emergencia y los que se hacen en forma directa sin ningún tratamiento. La conjugación de las descargas y el régimen de circulación de corrientes, favorecen la permanencia de Coliformes en niveles no permisibles en algunos sectores turísticos, como Castillo Grande y El Laguito en Cartagena; el Rodadero en Santa Marta; y Juanchaco y Ladrilleros en cercanías de Buenaventura. De igual forma, las descargas han llevado a los cuerpos de agua adyacentes a la eutrofización, la sedimentación acelerada y el deterioro ambiental generalizado.

- Aunque los efectos que ejercen estas cargas de contaminantes sobre los organismos y poblaciones marinas se conocen poco, a nivel ecosistémico se evidencia un deteriorio progresivo de las condiciones ambientales de sectores costeros de ambas costas colombianas y en consecuencia en sus recursos naturales y derivado de ello en la calidad de vida de la población en general y en mayor grado, a las comunidades que viven de una u otra forma del uso de esos recursos.

3.6 Literatura Citada

Alloway, B. J. 1995. Heavy Metals in Soils. Blackie Academic & Professional. London, 368 p.

Burke, E. L. et al. 2001. Pilot Análisis of Global Ecosystems. World Resources Institute. Pp. 23-50.

Calero, L.A. y R.F. Casanova. 1995. Evaluación de la contaminación en el Pacifico colombiano. CCCP, Bol. Científico. 5: 19-29. Tumaco.

Calero, L.A. y R.F. Casanova. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y sustancias contaminantes en el Pacifico colombiano. CCCP, Bol. Científico. 6: 29-44. Tumaco.

Camacho, G. 1979. Estudio de la contaminación por Hg en un estuario tropical (Cartagena) y evaluación de la magnitud de sus efectos en la población expuesta. Tesis Univ. J. Tadeo Lozano. 82 p

Campos, N.H. 1991. La ostra Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828) como bioindicador de metales pesados en Ciénaga Grande de Santa Marta. Rev. Contam. Amb., 11(20): 33-41.

Campos, N.H. et al. 1996. Primer taller "Programa de monitoreo de la contaminación en la costa Caribe y océano Pacífico de Colombia". Ministerio del Medio Ambiente e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" INVEMAR. 113 p.

CARSUCRE. 2001. Fuentes, tipos y vías de entrada de contaminantes al mar. Informe para la REDCAM.

Casanova, R. F. y J.M. Betancourt. 1997. Caracterización y evaluación de la calidad del agua de la Ensenada de Tumaco. CCCP, Bol. Científico No 6: p 45-55. Tumaco.

Casanova., R. F., 1996. Estudio de la contaminación por compuestos organoclorados en la costa Pacífica colombiana. CCCP, Bol. Cient No 6: pp 141-159. Tumaco.

Casanova., R. F.; J. M. Betancourt; y L. A Castro, 2001. Evaluación de los niveles de hidrocarburos aromáticos en sedimentos marinos de la Ensenada de Tumaco. CCCP, Bol. Cient No 8: p22-26. Tumaco.

Casas, O. 2001. Manglares. Reporte para el Informe anual sobre el estado de los recursos marinos y costeros. En prensa. 23 p.

Castro. L.A. 1998. Estudio de la Contaminación por Pesticidas en Ecosistemas Costeros en el Area de Cartagena, Ciénaga de la Virgen y Zonas Agrícolas Adyacentes. IAEA/CIOH. Bol. Cient. CIOH No. 18, p 15-18. Cartagena, Colombia.

Díaz, J.M. 2001. Praderas de pastos marinos. Reporte para el Informe anual sobre el estado de los recursos marinos y costeros. En prensa. 7 p.

Díaz, J.M. et al. 2000. Distribución, estructura y clasificación de las praderas de fanerógamas marinas en el Caribe colombiano. Propuesta de investigación. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" INVEMAR. pp 4-6.

Escobar, N., A. 1988. Estudio de algunos aspectos ecológicos y de la contaminación bacteriana en la Bahía de Santa Marta. Colombia. Tesis Univ. Antioquia, 1896 p.

Garay, J., et al. 2003. Manual de técnicas analíticas de parámetros físico-químicos y contaminantes marinos. 4. ed. Revisada y Aumentada. INVEMAR - C.I.O.H., Santa Marta. 109 p.

Garay, J.A., et al, 2002. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y pacífico colombiano. Red de vigilancia para la protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras. Diagnóstico 2002. INVEMAR. 263 p.

Garay, J.A., et al, 2001, Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y pacífico colombiano. Red de vigilancia para la protección y conservación de la calidad de las aguas marinas y costeras. Tomo II. Informe Final. INVEMAR. 260 p.

Garay, J.A. 1996. Estado Actual de los Puertos del Caribe Colombiano Relacionados con MARPOL 73/78. Bol. Cient. CIOH No. 14 y 15. Cartagena, Colombia.

Garay, J. 1994. Inventario sobre capacidades portuarias para recepción y manejo de residuos contaminantes provenientes de buques – fase II (Barranquilla y Santa Marta). Bol. Cient. CIOH, No 15. p. 67-92. Cartagena, Colombia.

Garay, J. 1993. Implicaciones ambientales portuarias de Cartagena MARPOL 73/78. Bol. Cient. CIOH, No 14.

Garay, J.; G. Ramírez; L.Panizzo. 1993. Manual de técnicas analíticas de parámetros físico-químicos y contaminantes marinos. Tercera Edición Revisada y Aumentada. C.I.O.H., C.C.O., FUNDACION MAMONAL, Cartagena. 109 p.

Garay, J.A. y L.A. Castro. 1993. Niveles de hidrocarburos del petróleo en la isla de San Andrés – Caribe Colombiano. Bol. Cient. CIOH No. 13. Cartagena, Colombia.

Garay, J; Castro, L.A. Ospina, C. 1992. Contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo en el litoral Caribe colombiano, Cispatá hacia Rioahacha. Bol.Cient.CIOH, No 10.

Garzón–Ferreira, J. et al. 2000. Evaluación preliminar de algunos indicadores de contaminación de origen terrestre en áreas coralinas de la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Informe de Resultados, INVEMAR, Santa Marta. 55 p.

Garzón–Ferreira, J. 1998. Problemática ambiental en los mares colombianos. Colombia patria de tres mares – Expolisboa 98. pp 214 – 220.

Garzón–Ferreira, J. 1999. Evaluación rápida de estructura y salud de las formaciones coralinas de la isla de Malpelo (Pacífico colombiano). Bol. Invest. Mar. Cost. (28):137-154.

Garzón–Ferreira, J. 2000. Sistema de monitoreo para los ambientes arrecifales en Colombia y evaluación de agentes de mortalidad coralina. INVEMAR. 15 p.

Garzón–Ferreira, J. et al., 2000. Variables fisicoquímicas y bióticas en dos áreas coralinas con distinto grado de influencia continental y antrópica en la región de Santa Marta (Caribe colombiano). Artículo en prensa.

Gómez L. C. 1995. Determinación de las tasas de acumulación y depuración del aldrin en ostras *Crassostrea rhizophorae* de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe Colombiano). Tesis Msc., Univ. Nacional, Bogotá, 94 p.

Gómez, L.C., N.H. Campos & G. Ramírez. 1995. Acumulación y depuración de Aldrin en Crassostrea rhizophorae de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Revista de Biología Tropical. 43(1-3):161-172.

Grasshoff, K, M. E; K. Kremling (Eds.). 1983. Methods of seawater analysis, Verlag Chemie, Weinheim. 142 p.

Grenberg A.E., L.S. Clesceri & A.D. Eaton (Eds). 1992. Standards methods for examination of water and wastewater (18th de.). Standards Methods. APHA/AWWA/WEF Washington, D.C., USA, 1100 pp.

Harrison, J. y Perry, B. 1975. Human effects from oil discharges. En: La contaminación marina en el Pacífico Colombiano bajo un enfoque social y económico. Bol. Cient. CCCP, No 5.

HIMAT-INGEOMINAS, 1991. Estudio de la contaminación del Río Magdalena por metales traza, su relación con parámetros hidrobiológicos, fisicoquímicos y su incidencia en la salud humana. Informe. Bogotá, 374 p.

ICA. 2000. Comercialización de plaguicidas 1998. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 72 p.

IDEAM, 2001. El medio ambiente en Colombia. 2a Ed. Pablo Leyva.

INVEMAR 2000. Informe Anual sobre el estado de los recursos marinos y costeros - 1999. Programa Sinam – Unidad Coordinadora de Información. Invemar. 63 p.

INVEMAR. 2001. Informe del Estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000. Serie Documentos Generales. No. 3. Santa Marta, Colombia. 138 p.

INVEMAR. 2001. Informe Técnico Final Proyecto: "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". INVEMAR/COLCIENCIAS. Santa Marta.

INVEMAR, 2002. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2001. Ospina-Salazar Gh; Acero, A (Eds). Medellín: Cuartas Impresores, 2002. 178 p. (Serie de publicaciones Periódicas / INVEMAR; no. 8) ISSN: 1692-5025.

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, Insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. Resumen Ejecutivo y CD Atlas Digital. Programa de Investigación para la Gestión Marina y Costeras – GEZ. Santa Marta Colombia. 100 p. ISBN OBRA: 958-97264-2-9.

Marciales, C. y M. Duarte, 1989. Determinación de Cd, Cu, Cr, Pb y Zn en sedimentos de la Bahía de Cartagena. Mem. VI Sem Nal Cien. Tecnol Mar, Diembre 5-6 y 7: 314-324.

Marín, B. et. al. 1999. 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. Proyecto 2105-09-026-99 COLCIENCIAS.

Marín, B. et al. 2003. Manual de funcionamiento del sistema de información de la REDCAM. Red de Vigilancia de la Calidad Ambiental Marina en Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andréis" INVEMAR. Santa Marta. 110p.il a col.; 16.5x23 cm. ISBN: 958-97301-1

Marrugo, A.J. 1993. Estudio de la contaminación marina por hidrocarburos en áreas críticas de la costa Pacífica colombiana. Etapa I. Informe final. Centro de Control de la Contaminación del Pacífico – CCCP. 8 p.

MINSALUD, 1984. Decreto 1594: Disposiciones sanitarias sobre aguas. Ministerio de salud, Republica de Colombia, Bogotá, 139 p.

MMA/PNUMA/UCR/CAR. Global Environment Facility; 2000. Informe Final. Informe nacional sobre el uso y manejo de plaguicidas en Colombia, Tendiente a Identificar y proponer alternativas para reducir el escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe. Bogotá.

Plagliardini, J.L., et al 1982. Sintesis del proyecto Bahía de Cartagena. Bol. Cien. CIOH, 4:49-110.

Plata, J., N.H. Campos & G. Ramírez. 1993. Flujo de compuestos organoclorados en cadenas tróficas de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Caldasia 17(2):199-204.

PNUMA, 1999. Diagnóstico regional sobre las actividades y fuentes terrestres de contaminación que afectan los ambientes marinos, costeros y dulceacuícolas en el Pacífico sudeste. Programa de Mares Regionales del PNUMA No. 169. 106 p.

PNUMA. 1994. Perspectiva regional sobre las fuentes de contaminación de origen terrestre em la región del Gran Caribe. Informe técnico No. 34.

PNUMA. 1999. Evaluación sobre las fuentes terrestres y actividades que afectan al medio marino, costero y de aguas dulces asociadas en la región del Gran Caribe. Programa de Mares Regionales del PNUMA, No. 172.

PRO-CIÉNAGA, 1994. Estudio de impacto ambiental: Reapertura de canales en el delta exterior derecho del Río Magdalena. Informe final, Santa Marta, 381 p.

PROGRAMA CAM. Informe 1999. INVEMAR, "Monitoreo de aguas, calidad química y sanitaria y de manglares de la CGSM".

Proyecto PNUMA/UCR/CAR global Environmental Facility (Informe Final), 2000.

PRUSS A. 1998. A review of epidemiological studies from exposure to recreational water. International Journal of Epidemiology. (27): 1-9.

Ramírez, G. 1988. Residuos de Plaguicidas Organoclorados en los Sedimentos de la CGSM. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR No. 18. Santa Marta.

Ramírez, G. 1995. Análisis de Residuos de Organoclorados en los Sedimentos de las Zonas de Manglar de la CGSM y la Bahía de Chengue. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR No. 24. Santa Marta.

Previo

CAPITULO II

ESTADO DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

4. ESTADO DE LOS ARRECIFES CORALINOS EN COLOMBIA

4.1 Definición e Importancia de los Arrecifes coralinos

Los arrecifes de coral conforman uno de los ecosistemas más destacados y valiosos del planeta, gracias a su enorme biodiversidad (equiparada únicamente por la de los bosques tropicales), su elevada productividad, sus apreciados recursos pesqueros y su espectacular belleza escénica (Garzón-Ferreira, 1997). Se desarrollan con mayor vigor en aguas claras e iluminadas de la zona costera de mares tropicales, en particular en los alrededores de islas y bajos localizados lejos de las descargas continentales, a profundidades menores de 50 m. En dichas áreas constituyen estructuras rígidas notables y de relieve complejo que se elevan desde el fondo hacia la superficie, las cuales pueden llegar a modificar notablemente el paisaje y el relieve submarinos por largos periodos de tiempo (cientos a miles de años). Esta característica les permite ofrecer una enorme variedad y cantidad de hábitats estables para el asentamiento y proliferación de la vida marina.

Los corales pétreos, invertebrados coloniales de vida sésil pertenecientes al grupo de los celenterados (órdenes Scleractinia y Milleporina), son los constructores primordiales del ecosistema arrecifal, ayudados por las algas calcáreas y otros grupos de invertebrados como esponjas, octocorales y zoantidios. En el sustrato generado por los pólipos coralinos mediante la precipitación y acumulación de los carbonatos para su esqueleto de soporte, así como en las innumerables grietas y cuevas resultantes de la erosión posterior del arrecife, pueden hallar refugio miles de especies de otros grupos tan diversos como gusanos poliquetos, crustáceos, moluscos, equinodermos, tunicados y peces. La acumulación de roca calcárea por los arrecifes puede alcanzar magnitudes enormes, de cientos de metros de espesor y miles de kilómetros de extensión (Birkeland, 1997), de tal suerte que su importancia geológica es también considerable.

Islas enteras han sido formadas mayormente por el crecimiento de los corales y son protegidas de la erosión marina por barreras arrecifales, como es el caso de la isla Colombiana de San Andrés en el Caribe, al tanto que sus playas blancas han resultado en gran medida de la fragmentación de la roca coralina. Gracias a la eficiente simbiosis de los corales con las zooxantelas (algas microscópicas que crecen dentro del tejido coralino), la productividad primaria en los arrecifes es sorprendentemente elevada para un ecosistema que se desarrolla en aguas pobres en nutrientes. Muchas poblaciones costeras han subsistido tradicionalmente de las pesquerías en áreas arrecifales, de donde se extraen recursos de gran valor como langostas, cangrejos, pulpos, caracoles, pargos, meros, chernas, etc. Uno de los mayores potenciales económicos en la actualidad para las naciones que poseen arrecifes de coral lo constituye el

desarrollo del turismo, pues la espectacularidad del paisaje costero y submarino generado por este ecosistema atrae cada día más visitantes a estas áreas, generando ganancias del orden de varios miles de millones de dólares en sitios como los cayos de Florida y el Caribe (Birkeland, 1997).

4.2 Distribución y Extensión de los Arrecifes de coral en Colombia

Debido a la presencia de grandes ríos y la predominancia de ambientes sedimentarios, los arrecifes coralinos son escasos en las costas colombianas y por ello constituyen aquí un recurso más preciado que en otras naciones con formaciones más extensas (Garzón-Ferreira, 1997). De acuerdo con la evaluación reciente de Díaz *et al.* (2000), Colombia posee cerca de 2900 km² de áreas coralinas, de los cuales 1091 km² comprenden fondos con alta cobertura arrecifal que representan menos del 0.4% de los arrecifes existentes en el mundo (Spalding *et al.*, 2001). Del total de áreas coralinas, apenas una fracción muy pequeña (15 km²) se encuentra en la costa del Pacífico, en sólo cuatro localidades principales: Isla Gorgona, Ensenada de Utría, Punta Tebada e Isla Malpelo (Tabla 4).

De las áreas coralinas en el Caribe, la mayor parte (77%) se halla alrededor de las islas, bajos y atolones oceánicos del archipiélago de San Andrés y Providencia, donde además se observan los arrecifes más complejos y desarrollados. El resto se encuentra distribuido en numerosas localidades a lo largo de la costa continental, pero con las formaciones más importantes en las Islas de San Bernardo, Islas del Rosario-Barú, Isla Fuerte y bajos aledaños, Bajo Tortugas, Santa Marta-Parque Tayrona y Urabá chocoano. Además de presentar mayor extensión y desarrollo, las áreas arrecifales del Caribe albergan una diversidad de especies de corales mucho más alta (20-53 especies) que la del Pacífico (10-21 especies) (Díaz *et al.*, 2000).

4.3 Estado de los Arrecifes en el 2003

El presente diagnóstico se fundamenta en los datos obtenidos dentro del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC), bajo la coordinación del INVEMAR y con el apoyo de COLCIENCIAS-BID (2105-09-327-97), Minambiente-FONAM (crédito BID 774 OC/CO), UNEP-UCR/CAR, CORALINA, UAESPNN, CEINER, Universidad del Valle, Universidad de Antioquia y Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Tabla 4. Tipo de formación predominante y extensión (km^2) de las áreas coralinas en los territorios colombianos del Caribe y del Pacífico. Se incluye la extensión total y la extensión ocupada por fondos con cobertura coralina viva relevante (tomado de Díaz *et al*., 2000). Las áreas que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Areas Protegidas (SINAP) o que tienen un sector incluido se señalan con un asterisco.

Nombre	Tipo de formación principal	Extensión total	Extensión coralina
Caribe Oceánicas			
Cayos Albuquerque	Atolón anular	63.8	30.2
Cayos Courtown	Atolón semianular	50.3	25.6
Isla de San Andrés	Complejo arrecifal	97.5	44.7
Isla de Providencia*	Complejo arrecifal	285.2	124.9
Banco Roncador	Atolón semianular	50.1	29.8
Banco Serrana	Atolón semianular	321.4	74.4
Banco Quitasueño	Banco coralino	1320.2	496.0
Subtotal		**2188.5**	**825.6**
Caribe Continentales			
Urabá chocoano	Arrecifes franjeantes	3.5	1.0
Isla Tortuguilla	Arrecife franjeante	1.5	0.7
Isla Fuerte, bajos Bushnell y Burbujas	Arrecife franjeante y bancos coralinos	32.5	16.6
Islas de San Bernardo *	Complejo arrecifal	213.3	134.5
Bajo Tortugas *	Banco coralino	21.4	17.4
Islas del Rosario-Barú *	Complejo arrecifal	145.3	67.6
Bajos Salmedina	Bancos coralinos	7.5	7.5
Isla Arena	Arrecife franjeante	0.2	0.1
Banco de las Animas	Tapete coralino	70.5	7.6
S. Marta-Parque Tayrona *	Arrecifes franjeantes	9.3	6.7
Guajira	Tapetes coralinos	151.8	5.0 (?)
Subtotal		**656.8**	**264.7**
Pacífico			
Isla Malpelo *	Tapetes franjeantes	0.4	0.01
Isla Gorgona *	Arrecifes franjeantes	14.1	0.3
Cupíca-Utría *	Arrecifes franjeantes	0.2 (?)	0.2 (?)
Subtotal		**14.7**	**0.5**
TOTAL		**2860.0**	**1090.8**

Entre 1998 y 2003, el SIMAC ha realizado monitoreos en la Isla de San Andrés, la Bahía de Chengue (Parque Nacional Natural Tayrona=PNN Tayrona), Bahía de Santa Marta, las Islas del Rosario y San Bernardo, Urabá chocoano y la Isla de Gorgona (Figuras 20 y 21), en varios niveles de profundidad entre los 2 y 19 m. Además, en el 2003 se amplió el programa para cubrir también estaciones en la Ensenada de Granate y Bahía Gayraca (PNN Tayrona) y la única área arrecifal del Pacífico que faltaba incorporar al sistema, la Isla de Malpelo (Figura 21).

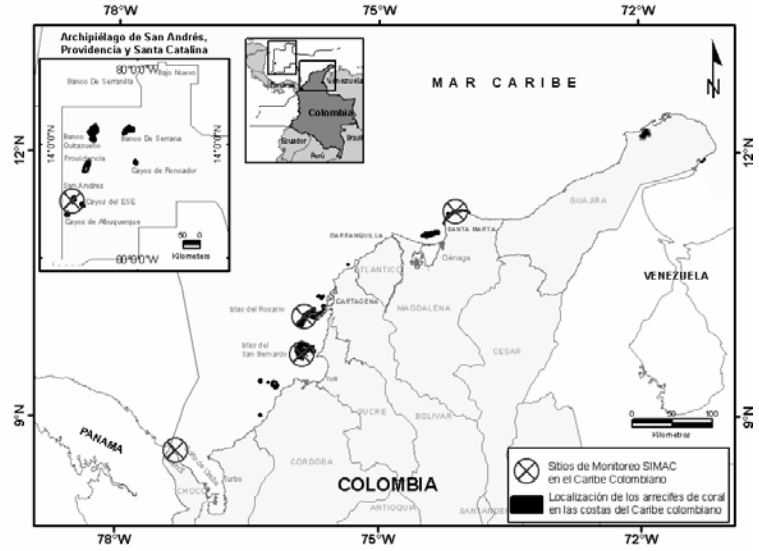

Figura 20. Distribución de las áreas coralinas del Caribe colombiano y ubicación de las estaciones de monitoreo SIMAC.

En cada área geográfica se establecieron 6 parcelas permanentes en las cuales una vez al año se han efectuado mediciones de la cobertura de corales y otros organismos sésiles (esponjas, algas, octocorales, etc), densidad de gorgonáceos, incidencia de enfermedades coralinas, densidad de invertebrados vágiles importantes y riqueza y abundancia de peces. Las variables evaluadas dentro del SIMAC, así como los procedimientos metodológicos y la ubicación precisa de estaciones y transectos de monitoreo, se hallan descritos detalladamente en el manual de métodos del programa (Garzón-Ferreira *et al.*, 2002a). Todos los datos obtenidos se encuentran almacenados en una base de datos especial con módulos de alimentación y consulta (SISMAC: Sistema de Información y Soporte para el Monitoreo de Arrecifes Coralinos), dentro del Sistema Nacional de Información Ambiental Marina en INVEMAR (Arias, 2002), que próximamente estará disponible a través de Internet.

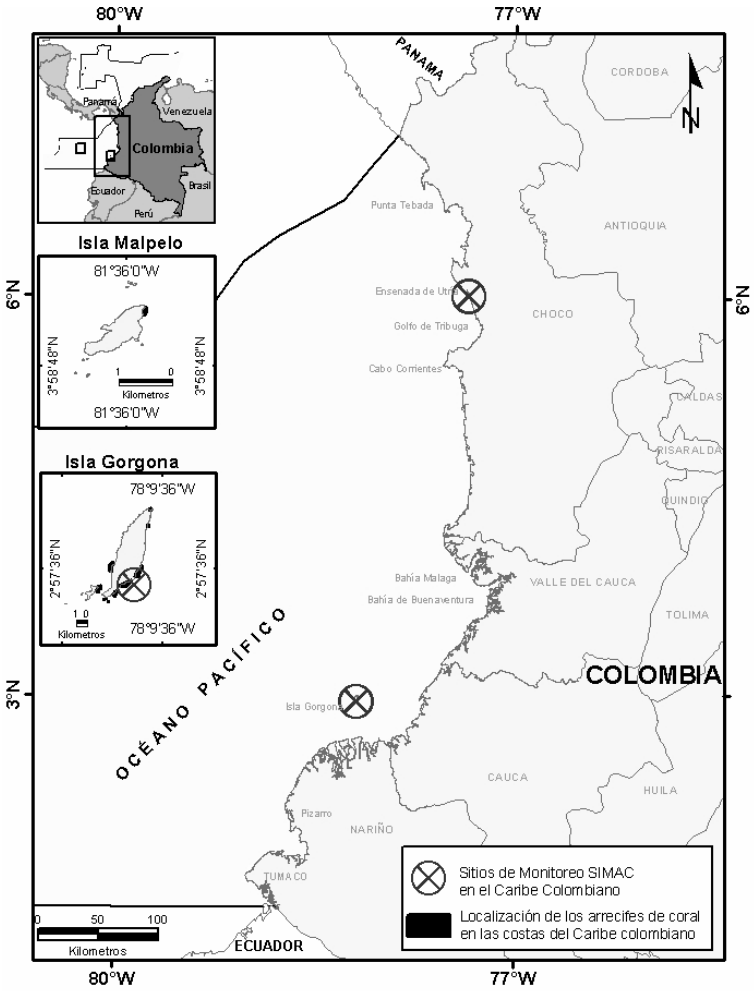

Figura 21. Distribución de las áreas coralinas del Pacífico colombiano y ubicación de las estaciones de monitoreo SIMAC.

Aparte de las áreas y estaciones mencionadas anteriormente, la Corporación para el desarrollo sostenible del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina–CORALINA, ha obtenido información sobre el estado de los arrecifes usando la misma metodología del SIMAC en estaciones adicionales en las Islas de San Andrés (Emisario, Little Reef y Acuario) y Providencia

(Manzanillo, Bar, San Felipe y Canal) entre 1998 y 2003. Esta información es integrada por primera vez en el presente informe y para los análisis las estaciones de Providencia fueron agrupadas en sector sur (Manzanillo) y sector occidental (Bar, San Felipe y Canal).

Al considerar que en Colombia existen al menos 24 áreas coralinas diferentes (21 en el caribe y 3 en el Pacífico), con una extensión total cercana a los 3000 km² (Díaz *et al*., 2000), y que la información que se tiene para su diagnóstico en el 2003 procede de unas pocas estaciones en apenas ocho áreas de estas, resulta evidente que la muestra dista mucho de ser representativa y por lo tanto las tendencias y conclusiones que se presentan a continuación deberán ser interpretadas con precaución. Para llegar a producir un diagnóstico adecuado es necesario mantener los programas de monitoreo existentes y ampliar progresivamente su cobertura tanto geográfica como temática.

4.3.1 Cobertura del Sustrato Arrecifal

La cantidad relativa o proporción de superficie del fondo marino cubierta por los corales pétreos es uno de los indicadores más utilizados para evaluar la salud de los arrecifes coralinos, en razón de que estos organismos son los constructores fundamentales del ecosistema. De igual forma, el estudio de los cambios en la cobertura de las algas se ha estado empleando para este propósito, debido a que dichas plantas son competidoras importantes de los corales y han pasado a dominar la superficie de muchos arrecifes luego de los procesos de degradación observados en las últimas décadas. Por ello, en este informe se analizan únicamente los datos de cobertura de estos dos grupos mayores de organismos sésiles, junto con la proporción de sustrato abiótico o inerte. Para las áreas del Caribe monitoreadas por el SIMAC (Chengue, San Andrés, Islas del Rosario) se presentan los resultados anuales (1998-2003) a partir de la información obtenida en los diferentes niveles profundidad monitoreados, así como los resultados de la segunda evaluación (2002 y 2003) en el Urabá chocoano e Islas San Bernardo.

Para Gorgona (Pacífico) se condensan los monitoreos (dos niveles) entre 1998 y 2003, incluyendo el segundo muestreo de las parcelas de monitoreo instaladas en el 2002 (Playa Blanca). De otro lado, se incluyen los resultados de las nuevas estaciones incorporadas al SIMAC durante el 2003: Ensenada de Granate y Bahía Gayraca (PNN Tayrona) en el Caribe, y la Isla de Malpelo en el Pacífico. La única área para la que no se obtuvo información en el 20032003 fue la Ensenada de Utría (Pacífico), ya que no se pudo visitar por su situación de orden público. Adicionalmente, se presenta por primera vez la información histórica del monitoreo SIMAC en la Bahía de Santa Marta (1998-2003) y de las estaciones instaladas por la corporación CORALINA en San Andrés y Providencia (1998-2003).

4.3.1.1 Áreas pioneras de monitoreo SIMAC: Chengue, San Andrés sector sur-occidental, Islas del Rosario, Isla Gorgona y Bahía de Santa Marta

La cobertura de los corales no cambió significativamente durante el 2003 en las áreas caribeñas, mientras que sí se presentaron algunos cambios particulares para las algas y el sustrato abiótico (Figura 22). La bahía de Chengue mantuvo la cobertura de coral registrada en el 2002, la cual ha permanecido prácticamente invariable alrededor del 30% en los cuatro últimos años. Por su parte las algas tampoco cambiaron (~45%), mientras que el componente abiótico aumentó ligeramente su cobertura en el l2003 hasta un valor del 25.5% (un 3% más respecto al año inmediatamente anterior). No obstante, se identificó que este incremento estuvo principalmente asociado con variaciones derivadas de la técnica de medición en el campo y por lo tanto no fue consecuencia de modificaciones en los componentes bióticos o en el relieve arrecifal. Lo que se destaca históricamente en Chengue -además de la estabilidad de los corales-, son las fluctuaciones anuales de la cobertura algal y el sustrato abiótico (Figura 22), las cuales reflejan una mayor dinámica para estos dos grupos que para los corales. Estos cambios no se han relacionado con ningún tipo de alteración humana, sino al parecer con un comportamiento estacional de las algas. Aunque los muestreos se procuran realizar en el mismo periodo del año (octubre-noviembre), esta época coincide con la temporada de lluvias, en donde las comunidades de algas experimentan cambios importantes en su abundancia (Díaz-Pulido y Garzón-Ferreira, 2002; Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003).

En el sector sur-occidental de San Andrés luego de que se presentó una leve disminución de la cobertura coralina entre el 2001 y el 2002, en el último periodo evaluado (2002-2003) el valor se conservó cercano al 18% (Figura 22). Entre tanto, la cobertura algal registró una pequeña disminución (4%) hasta un valor de 48.0% y el sustrato abiótico aumentó de un 27.2% en el 2002 a un 30.2% en el 2003 (Figura 22).

Aunque se desconoce la causa de estas transiciones, hasta el momento esto no ha significado ningún efecto nocivo para los corales. Considerando que el lugar donde están las estaciones SIMAC presenta una de las comunidades más diversas y mejor conservadas de la isla de San Andrés (Díaz et al., 1995) y que las principales categorías del sustrato están actualmente involucradas en procesos de cambio, es necesario no interrumpir el monitoreo, no sólo con el propósito de documentar la evolución de estos procesos, sino también para determinar sus posibles implicaciones en la salud arrecifal.

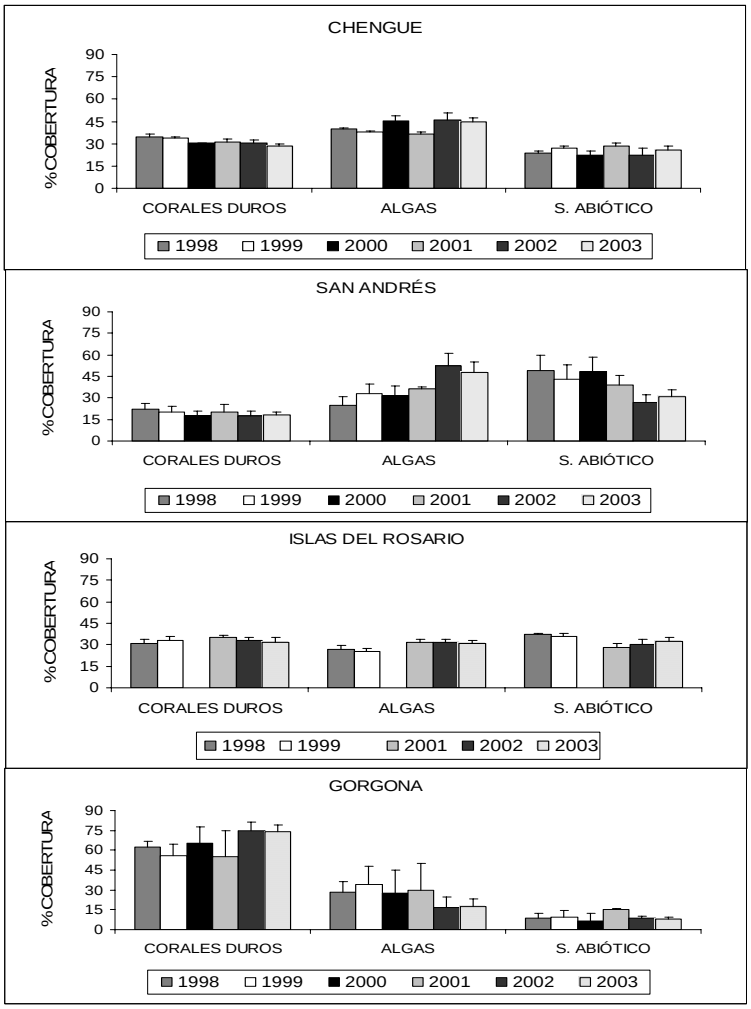

Figura 22. Promedios anuales y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico, integrando los diferentes niveles de profundidad de cuatro áreas de monitoreo SIMAC desde 1998 al 2003. Para Islas del Rosario no se pudieron obtener datos en el 2000.

Los arrecifes coralinos monitoreados en las islas del Rosario registraron en el 2003 una cobertura coralina de 31.6%, que representa una disminución cercana al 2% con respecto al año anterior (Figura 22). La cobertura algal permaneció estable en un 31%, mientras que el sustrato abiótico continuó su tendencia de aumento iniciada desde el 2001 y alcanzó una cobertura de 32.5% en el 2003. Aunque el incremento progresivo en esta categoría podría señalar un proceso de cambio en los arrecifes estudiados, una evaluación detallada de la información a nivel de los transectos reveló que principalmente la ganancia del sustrato abiótico estuvo asociada con aumentos en los componentes de balcones y grietas, los cuales generalmente involucran variaciones derivadas del método de muestreo y no transiciones reales del sustrato (Caro, 2003). En consecuencia no hay evidencias suficientes para asumir cambios relevantes para las Islas del Rosario en este periodo. Teniendo en cuenta que las Islas del Rosario están sometidas a una fuerte influencia de tensores de origen humano (aguas de origen continental, alta actividad turística, etc.), es interesante encontrar una condición de relativa estabilidad de sus arrecifes en los últimos seis años.

En las formaciones coralinas de la isla Gorgona se han registrando desde el inicio del seguimiento los valores más altos de cobertura coralina de todas las estaciones monitoreadas (Caribe y Pacífico). Después de la disminución detectada en el 2001 (Garzón-Ferreira *et al*., 2002b), en los años 2002 y 2003 se aprecia que la cobertura coralina ha permanecido estable en un 75% (Figura 22). Igualmente las algas y el sustrato abiótico no variaron y continuaron con valores de cobertura bajos -17.3% y 8.3%, respectivamente- (Figura 22). Un hecho destacable en Gorgona en los últimos años es la capacidad de recuperación por parte de sus corales después de evidentes mortandades (periodo 2000-2001, Figura 22), ya que no es la primera vez que se registra esta particularidad para sus arrecifes (Vargas-Angel *et al*., 2001; Zapata *et al*., 2001). Además, cuando se examinan los casos de mortalidades importantes dentro de las formaciones arrecifales del Pacífico oriental tropical (*cf.* Cortés, 2003), son raros aquellos de recuperación tan significativos como los que ha presentado Gorgona. Por lo anterior y debido a las notables coberturas de coral en esta isla, se justifican todas las iniciativas para mantener el buen estado de conservación de sus arrecifes y todo tipo de investigaciones que promuevan este fin.

En la Bahía de Santa Marta (nivel medio) la alta superioridad de las algas y la baja cobertura coralina son las características del sustrato arrecifal (Figura 23). Esta condición indica el estado de deterioro de estas formaciones coralinas y contrasta con el hallado para las localidades ubicadas en el área del PNN Tayrona: Bahía de Chengue (Figura 22), Ensenada de Granate y Bahía de Gayraca (Figura 25). Durante el periodo evaluado no se han presentado grandes cambios, sin embargo, se aprecia una tendencia a la disminución de los corales, pues su cobertura ha pasado de 13.3% en 1998 a 9.1% en el 2003 (Figura 23). Al comparar los resultados actuales con trabajos anteriores en estaciones de muestreo localizadas en lugares semejantes y en el mismo rango de profundidad, se registran variaciones más drásticas. Acosta (1989) encontró coberturas coralinas promedio entre 23% y 30%, mientras que Zea (1993 y 1994) estimó coberturas entre 15% y 20%. Estos valores difieren considerablemente de los hallados recientemente y sugieren una pérdida de coral en la última década. Ignorando las diferencias

metodológicas, es claro que los arrecifes de la bahía de Santa Marta continúan el proceso de degradación que se inició hace varias décadas, el cual está seguramente está asociado al desarrollo de la ciudad. Si bien ahora se ha disminuido el efecto de aguas servidas por la construcción del emisario submarino, en la actualidad existe un nuevo tensor, el puerto Carbonífero, cuyos efectos particulares todavía no han sido evaluados. Una serie de datos más amplia obtenida a través del monitoreo podrá en un futuro dar algunas luces sobre este asunto.

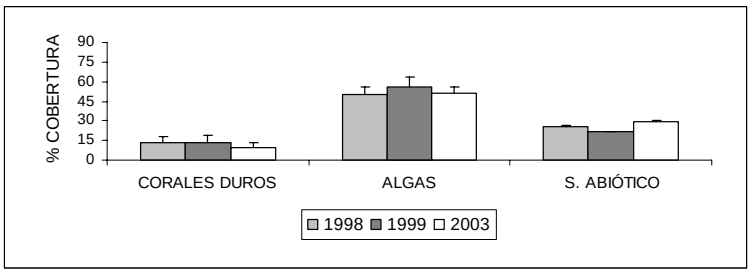

Figura 23. Promedios anuales y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico, en las estaciones de monitoreo en la Bahía de Santa Marta (nivel medio de profundidad) entre 1998 y 2003. No se pudieron obtener datos en el 2000 y 2001.

4.3.1.2 Estaciones adicionales en San Andrés y Providencia

En las estaciones de monitoreo instaladas por la corporación CORALINA en diferentes sectores de la isla de San Andrés se presenta la misma tendencia que en las estaciones del SIMAC del sector sur-occidental: el sustrato abiótico y las algas dominan sobre los corales, aunque las proporciones de las categorías varían entre estaciones (Figura 24). En el Acuario el sustrato abiótico es la categoría más representativa con coberturas que han fluctuado entre 39.3% y 75.9%, mientras que en Little Reef y el Emisario lo son las algas con rangos de 43.6%-65.4% y 56.4%-59.6%, respectivamente (Figura 24). Por su parte los corales en todas las estaciones presentan coberturas inferiores al 20% (Figura 24). En el último periodo (2001-2002) las algas aumentaron en todas las estaciones, mientras que los corales y el sustrato abiótico tendieron a disminuir (Figura 24), lo cual es un indicio de que la cobertura coralina viva ha resultado afectada recientemente.

Cuando se contrastan los resultados del último estimativo del monitoreo (2002) en términos de la cobertura coralina (Acuario=5.2%; Emisario=4.9%; Little Reef=11.2%) a una escala temporal más amplia, por ejemplo con la evaluación realizada por Díaz *et al.* (1995) en 1992, se perciben disminuciones importantes (10%-15%) para la cobertura de coral en las estaciones de Little Reef y Acuario y ningún cambio para el Emisario. Hace 10 años en las formaciones coralinas del sector del Acuario se registró un cobertura viva de coral del 20%, para Little Reef entre el 30-40% y para el Emisario del 5%.

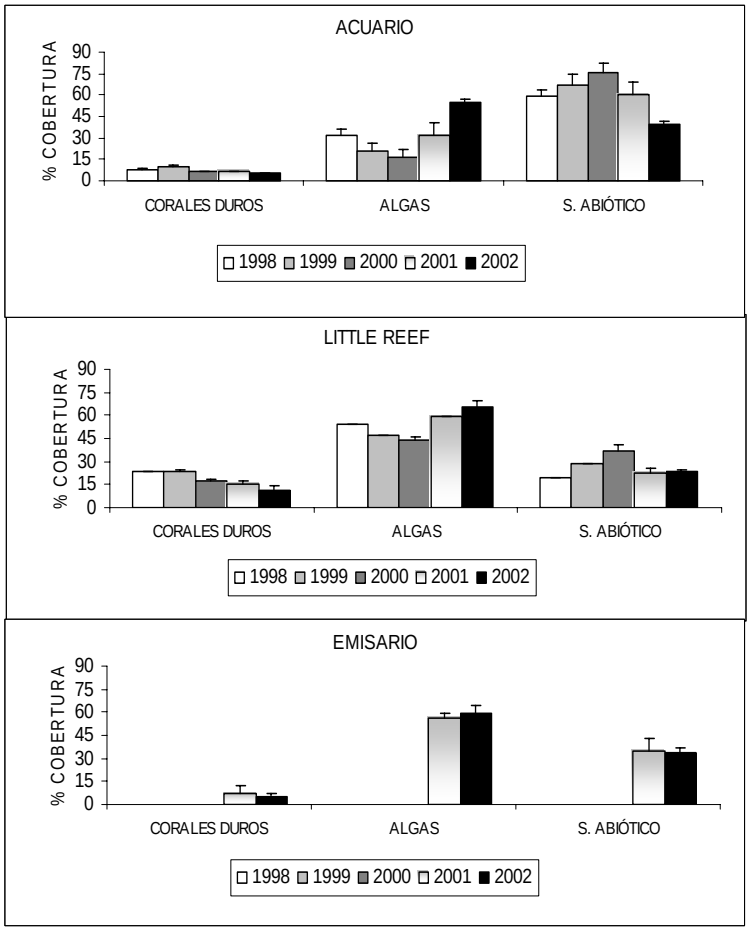

Figura 24. Promedios anuales y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico, en las estaciones de monitoreo (Acuario=nivel somero; Little Reef=nivel somero; Emisario=nivel medio) de la Isla de San Andrés monitoreadas por CORALINA entre 1998 y 2002. Para Emisario no hay datos comparables antes del 2001.

Es necesario aclarar que el paralelo se hizo bajo el supuesto de que se trata de estimaciones en las mismas estaciones o al menos en lugares muy cercanos y además, se debe tener en cuenta que las diferencias podrían ser mayores o menores, considerando que las metodologías empleadas para las mediciones de la cobertura no son las mismas y que los valores presentados por Díaz et al. (1995) son relativos al sustrato duro. Pese a la incertidumbre que genera todo lo anterior, se sugiere que en todas estas estaciones en los últimos 10 años se ha continuado el proceso de deterioro descrito hace varios años (Díaz et al., 1995), lo cual refuerza la recomendación de continuar con el monitoreo mencionada para las otras estaciones de la isla de San Andrés.

En la isla de Providencia las estaciones de monitoreo presentan una clara superioridad del componente algal y el sustrato abiótico sobre los corales, de manera similar a lo registrado para el sector sur-occidental de San Andrés mediante el monitoreo SIMAC (Figura 22) y las estaciones de monitoreo instaladas por CORALINA en otros sitios de San Andrés (Figura 24).

Durante el periodo evaluado la cobertura coralina no ha variado en ninguna de las estaciones (Figura 25), sin embargo, en Manzanillo es mayor la representatividad de los corales (~20%) que en el sector occidental de la isla (~10).

Entre tanto las algas han tendido a disminuir en Manzanillo (40.0% en el 2001 a 27.1% en el 2003) y aumentar en el sector occidental (44.3% en el 2000 a 52.9% en el 2002), mientras que el sustrato abiótico no ha evidenciado algún patrón de cambio particular en ambos sectores de la isla y sus coberturas han fluctuado entre 34.1% y 43.1 en Manzanillo y entre 27.9% y 41.4% en el sector occidental (Figura 25).

Considerando que la serie de datos es muy corta para sacar conclusiones y ante la aparente estabilidad de los corales y los cambios descritos para las algas y el sustrato inerte, es conveniente prolongar el seguimiento de estas estaciones en Providencia y explorar las causas de dichos comportamientos.

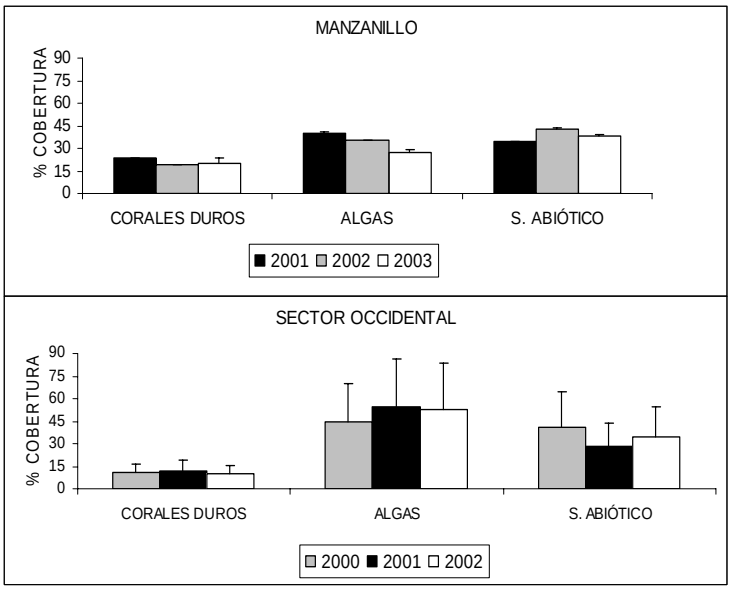

Figura 25. Promedios anuales y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico, en las estaciones de monitoreo en la Isla de Providencia monitoreadas por CORALINA. Manzanillo (nivel medio de profundidad) entre 2001 y 2003. Sector occidental (integrando todos los niveles de profundidad) entre 2000 y 2002.

4. 3.1.3 Áreas monitoreadas desde 2002: Urabá chocoano e Islas San Bernardo

En cuanto a las estaciones instaladas en el Caribe en 2002 (Islas San Bernardo y Urabá chocoano), la segunda evaluación (2003) no reveló cambios importantes y por lo tanto se conservan los esquemas descritos en el informe anterior (Garzón-Ferreira *et al.*, 2003). Se destaca que en el Urabá chocoano la cobertura de coral es hasta ahora una de las más altas de todas las áreas caribeñas con un 41.4% y paradójicamente la cobertura de algas es una de las mayores con un valor alrededor del 45% (Figuras 22-25). Las Islas San Bernardo registran un estado similar a sus vecinas las Islas del Rosario (Figura 22), con una cobertura de coral del 31.6% y de algas del 36.9% (Figura 26). En términos de sustrato abiótico en ambas áreas esta categoría es la menos importante (Figura 26). En Utría no se pudo llevar cabo el muestreo del 2003, por consiguiente se ignora si la situación descrita para el 2002 ha cambiado, es decir que los corales dominan ampliamente (57.4%) a las algas y el sustrato abiótico (Garzón-Ferreira *et al.*, 2003).

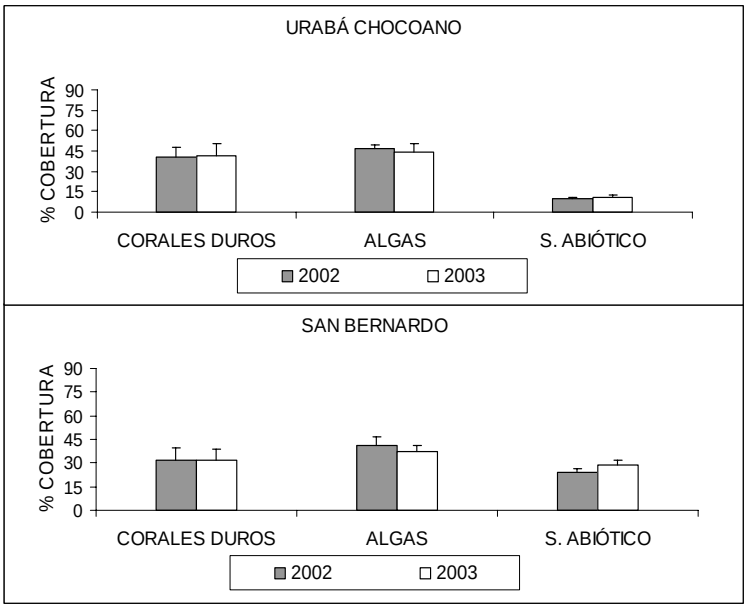

Figura 26. Promedios y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico integrando los diferentes niveles de profundidad en el Urabá chocoano y las Islas San Bernardo en el 2002 y 2003.

4.3.1.4 Áreas de monitoreo instaladas en el 2003: Bahía de Gayraca, Ensenada de Granate e Isla Malpelo

Con el fin de ampliar la cobertura del monitoreo en el PNN Tayrona, dos nuevas estaciones fueron instaladas durante el 2003: Bahía de Gayraca y Ensenda de Granate. En ambas estaciones se encontró que las algas y los corales dominan el sustrato arrecifal. Mientras en Granate la cobertura de las algas es de un 39.1% y la de los corales de un 34.9%, en Gayraca estos últimos presentan un 43.4% y las algas un 37.8% (Figura 27). Por su parte el sustrato abiótico no supera el 25% de cobertura en ambos sitios (Figura 27). En general estas proporciones se ajustan al esquema hallado históricamente para la Bahía de Chengue (Figura 22), la cual también hace parte del PNN Tayrona. De otro lado, a la luz de los resultados registrados se subraya que Gayraca posee hasta el momento la mejor cobertura de coral al interior de las estaciones monitoreadas en

el área de Santa Marta y además, junto con el Urabá chocoano supera el nivel del 40% dentro de las áreas de monitoreo del Caribe.

En la Isla de Malpelo se halló en el sector conocido como el "Arrecife" que los corales presentan la mayor cobertura del sustrato arrecifal con una cobertura cercana al 50%, mientras que las algas y el sustrato abiótico tienen coberturas de 36.4% y 11.3%, respectivamente (Figura 27).

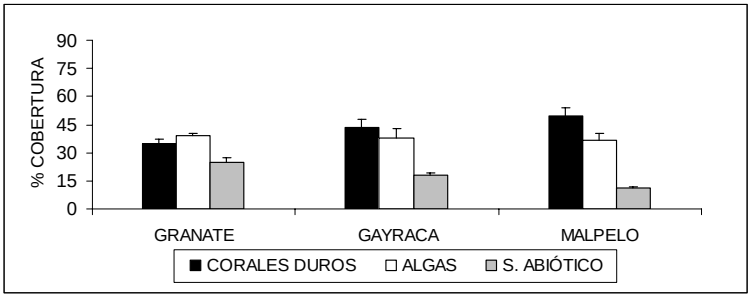

Figura 27. Promedios y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico en la Ensenada de Granate y la Bahía de Garyraca (PNN Tayrona; nivel medio) y en la Isla de Malpelo (Pacífico; integrando los diferentes niveles de profundidad) durante en el 2003.

En general estas proporciones se ajustan a las registradas recientemente por Garzón-Ferreira y Pinzón (1999) en el mismo sector (corales=45%, algas=28.6, sustrato abiótico=21.6) y no indican cambios notorios en los últimos 4 años para esta formación arrecifal. Las discrepancias en las cifras podrían corresponder en parte a las diferentes metodologías utilizadas en los muestreos entre las dos evaluaciones (1999 y 2003). Independientemente de lo anterior, Malpelo al igual que las otras áreas monitoreadas del Pacífico colombiano (Gorgona y Utría), muestra una marcada dominancia de los corales sobre las demás categorías, lo cual es además de gran relevancia en un contexto local, pues su cobertura de coral vivo también se encuentra dentro de las más altas del Pacífico colombiano.

4.3.1.5 Comentarios generales sobre el estado de las áreas monitoreadas

Al contrastar el estado de los arrecifes monitoreados en el Caribe colombiano con la información de numerosos países con sitios de monitoreo dentro de la red CARICOMP del Gran Caribe (CARICOMP, 1997 y datos sin publicar), las áreas de monitoreo en Colombia tienden a estar entre los lugares con mejor cobertura de coral, ya que tan sólo en Puerto Rico se registran coberturas hasta del 44%. En este contexto se destacan particularmente el Urabá chocoano y la Bahía de Granate por sus coberturas que superan el 40%. Por su parte las algas presentan coberturas medias a bajas, considerando que el sitio con menor cubrimiento algal es

Puerto Rico con valores cercanos al 30% y que en México se encuentran coberturas hasta del 90%. En cuanto al Pacífico colombiano, Gorgona, Malpelo y Utría tienen una situación privilegiada, ya que dentro del Pacífico oriental tropical sus coberturas de coral están dentro de las más altas (*cf.* Garzón-Ferreira et al., 2000 y 2002c; *cf.* Cortés, 2003).

De otro lado, con la metodología utilizada sólo se pueden detectar grandes cambios (≤ 4%) en cortos periodos de tiempo en las parcelas de monitoreo, a menos que se incremente el esfuerzo de muestreo (Green y Smith 1997). En este sentido, se podría decir que para la mayoría de las estaciones monitoreadas en Colombia la cobertura coralina se ha mantenido relativamente estable, a diferencia del panorama general en la región del Gran Caribe en donde la cobertura de corales pétreos está disminuyendo con pocas excepciones; en varias localidades CARICOMP dicha reducción es pequeña pero consistente en el tiempo y en algunas localidades los cambios son drásticos (CARICOMP, datos sin publicar). Llama la atención la tendencia a la disminución de la cobertura coralina en las estaciones de la Bahía de Santa Marta y algunas de San Andrés (Little Reef y Acuario), ya que sugieren que el deterioro iniciado haces varios años aun continúa.

En síntesis, es probable que pequeñas variaciones no sean reveladas por el monitoreo, así como cambios (positivos o negativos) en otros arrecifes no evaluados, por lo tanto es recomendable la ampliación del número de estaciones del sistema de monitoreo para percibir al menos fenómenos a gran escala.

4.3.2 Incidencia de Enfermedades y Blanqueamiento en Corales

La pérdida de la cobertura coralina y de grandes extensiones de arrecifes coralinos es un fenómeno global, generado en parte por el aumento de desórdenes fisiológicos como el blanqueamiento y las enfermedades coralinas. En Colombia se ha presentado un deterioro considerable durante los últimos 20 años, teniendo como ejemplo las grandes mortandades de corales ocurridas durante los eventos intensivos de blanqueamiento de 1982-83 (Prahl, 1983, 1985; Glynn, 1993), el blanqueamiento en el Caribe de 1995, 1997-98 (Zea y Duque-Tobón, 1989; Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003), la casi extinción de los corales del género *Acropora* en el Caribe durante los años ochenta a consecuencia de la enfermedad de la banda blanca (Aronson y Precht, 2001) y la pérdida gradual de cobertura viva coralina por otros eventos epizoóticos (Garzón-Ferreira y Kielman, 1994; Garzón-Ferreira *et al.*, 2001). Por esta razón el estudio de las enfermedades coralinas se ha intensificado y la evaluación de su incidencia en las poblaciones coralinas es parte ya de programas de monitoreo en todo el mundo. A partir del año 1998 el sistema nacional de monitoreo de arrecifes coralinos de Colombia, SIMAC, ha implementado una serie de estaciones en diferentes áreas tanto de la costa Caribe como Pacífica con el fin de obtener datos que permitan comprender la dinámica de estos procesos naturales de deterioro coralino.

Los valores promedio de incidencia de enfermedades en las estaciones permanentes SIMAC fueron de nuevo bajos para el año 2003 y presentaron ligeras variaciones con respecto al año inmediatamente anterior (Figura 28). La incidencia disminuyó en el sector sur-occidental de San Andrés (5%-3.6%), Islas de San Bernardo (3%-2.1%) y Urabá chocoano (4.1%-2.2%) en tanto que hubo un incremento en Islas del Rosario (1.3%-1.7%) y Chengue (1.1%-1.7%) (Figura 28).

En 2003, San Andrés (sector sur-occidental) obtuvo nuevamente la mayor incidencia de enfermedades con respecto a las demás estaciones, incluso con respecto a las instaladas en 2002, Islas de San Bernardo y Urabá chocoano, que ya han sido monitoreadas por segunda vez (Figura 28).

En la bahía de Santa Marta se realizó el remuestreo de la estación del Morro después de 4 años, encontrándose un descenso en la incidencia de enfermedades (1.2-0.6%). En Punta Betín, que no tenía reporte previo de enfermedades, se registró en el 2003 una incidencia muy baja (0.2%) (Figura 28). Adicionalmente, en las nuevas estaciones de monitoreo en el área del PNN Tayrona, la incidencia de enfermedades fue baja, con un valor promedio de 1.4% para Gayraca y de 0.7% para Granate (Figura 28).

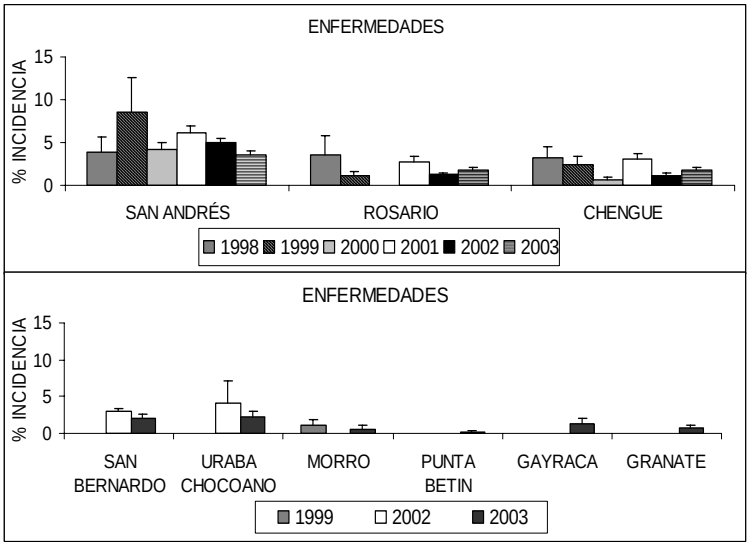

Figura 28. Promedios generales y errores estándar de la incidencia de enfermedades en corales pétreos de las áreas de monitoreo SIMAC en el Caribe de 1998 a 2003. No se presentan los datos de Islas del Rosario 2000 por no haberse realizado monitoreo en ese año. Islas de San Bernardo y Urabá chocoano fueron

instaladas en el 2002. Morro y Punta Betín no se monitoreaban desde 1999, en tanto que Gayraca y Granate fueron recientemente instaladas en el año 2003.

De otro lado los niveles de blanqueamiento también fueron bajos para el año de 2003 y con moderada variación respecto al año 2002. Al igual que en la incidencia de enfermedades, se presentó una clara disminución en San Andrés (1.7-0.6%) y el Urabá chocoano (13.7-10%), en tanto que Islas del Rosario (3.6-4.9%) y Chengue (2.2-2.7%) registraron un incremento para el último año (Figura 29). En las Islas de San Bernardo la incidencia de este fenómeno permaneció estable con un 0.9% (Figura 29). La razón de los altos valores promedio en el Urabá chocoano continúa siendo la alta incidencia del blanqueamiento conocido como lunares blancos, que afecta especialmente las áreas someras dominadas por *Siderastrea siderea*. En Chengue e Islas de San Bernardo también se registró el fenómeno de los lunares blancos pero con valores considerablemente más bajos.

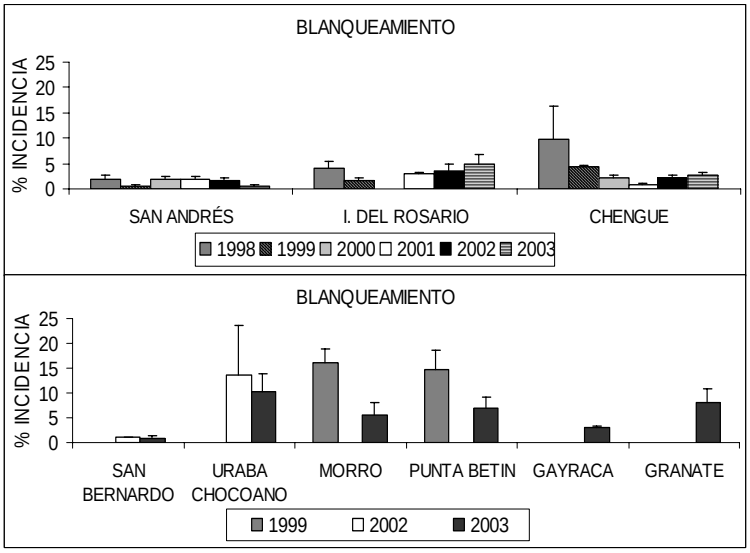

Figura 29. Promedios generales y errores estándar de la incidencia de blanqueamiento en corales pétreos para las áreas de monitoreo SIMAC en el Caribe de 1998 a 2003. No se incluyen datos de Islas del Rosario 2000 por no haberse realizado monitoreo en dicho año. Islas de San Bernardo y Urabá chocoano fueron instaladas en el 2002. Morro y Punta Betín no se monitoreaban desde 1999, en tanto que Gayraca y Granate fueron recientemente instalados en el 2003.

Para las estaciones de la bahía de Santa Marta, los valores de blanqueamiento registrados en

2003 fueron de 5.5% en el Morro y de 7% en Punta Betín. En las nuevas estaciones del Tayrona se hallaron valores promedio de 3.1% para Gayraca y de 8% para Granate (Figura 29). Estos datos están dentro del rango de la variación histórica que ha presentado Chengue (localidad análoga) (Figura 29); no obstante tienden a ser altos para las estaciones de Granate y Santa Marta, considerando que el máximo valor de Chengue (~10%, Figura 29) fue durante un año (1998) de un fenómeno global de blanqueamiento que afectó el área (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003). Lo anterior sugiere que en estas estaciones hay condiciones que están generando estrés para los corales causando su consecuente blanqueamiento Tales condiciones posiblemente se relacionan con la cercanía a la ciudad de Santa Marta y la población de Taganga.

Con respecto a los diferentes tipos de enfermedades vistos en las estaciones SIMAC, las enfermedades de los Lunares Oscuros (ELO) y la Plaga Blanca (EPB) han sido históricamente las de mayor incidencia a lo largo de todo el monitoreo.

En el 2003 fueron observadas en casi todas las estaciones del Caribe y nuevamente presentaron los más altos valores de incidencia, aun cuando variaron en las diferentes áreas monitoreadas (Figura 30). La ELO disminuyó en magnitud en San Andrés (3.6% a 2.6%), las Islas de San Bernardo (2.5% a 0.8%), Urabá chocoano (2.1% a 1.3%) y Chengue (0.3% a 0.2%), mientras que en las Islas del Rosario se presentó un ligero aumento (0.1% a 0.2%) (Figura 30). En las nuevas estaciones de Tayrona se encontró una baja incidencia en Gayraca (0.1%) y no se observó este síndrome en Granate. Igualmente sucedió en el remuestreo del Morro y Punta Betín donde no fue observada ninguna colonia con ELO. Por su parte la incidencia de EPB disminuyó moderadamente en San Andrés (1.3% a 0.8%) y de forma importante en el Urabá chocoano (2% a 0.7%) y aumentó ligeramente en Islas del Rosario (1.1% a 1.6%), Chengue (0.8% a 1.2%) y en las Islas de San Bernardo (0.6% a 1.5%) (Figura 30). Al contrario de la ELO, la EPB fue observada en las nuevas estaciones de Tayrona y en el remuestreo de la bahía de Santa Marta (Figura 30), con valores relativamente bajos. Gayraca presentó una incidencia promedio de 1.3%, Granate 0.7% y El Morro (0.6%) y Punta Betín (0.2%) presentaron incidencias aún menores (Figura 30).

Durante el 2003 también fueron observadas enfermedades como la banda negra, la banda amarilla y la banda blanca, pero el valor promedio de su incidencia fue poco significativo por lo que no son tenidos en cuenta en este reporte. Se resalta el primer registro de la enfermedad de la Muerte Súbita o "Shut Down Reaction" para las estaciones SIMAC. Este síndrome fue observado en las estaciones de San Andrés en tres colonias, una de *Agaricia agaricites* en la parcela del nivel somero y en colonias de *A. agaricites* y de *Montastraea franksi* en el nivel profundo. A lo largo del monitoreo SIMAC, la Plaga Blanca ha sido encontrada en 26 especies diferentes, los Lunares Oscuros en 19, mientras la Banda Negra en 11. Menos especies han sido encontradas con Banda Amarilla (6) y afecciones como la Banda Roja, Banda Blanca y White Pox han sido registrados en una sola especie (Navas *et al.*, en preparación).

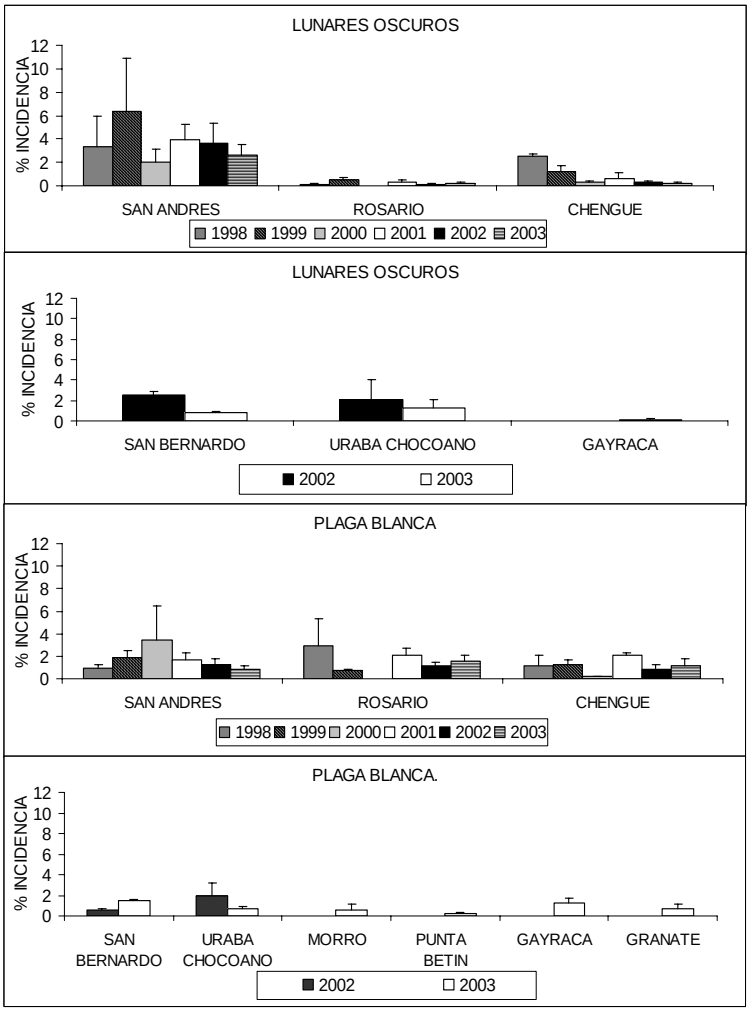

Figura 30. Promedios generales y errores estándar de la incidencia de las enfermedades de los Lunares oscuros y de la Plaga Blanca para las estaciones SIMAC del Caribe entre 1998 y 2003. No se presentan datos de Islas del Rosario 2000 por no haber realizado monitoreo en ese año. Las estaciones de Islas de San

Bernardo y Urabá chocoano fueron instaladas en el 2002. Morro y Punta Betín no se monitoreaban desde 1999, en tanto que Gayraca y Granate fueron recientemente instalados en el 2003.

Contrario a los monitoreos anteriores, en las estaciones de la Isla Gorgona fue registrada en el 2003 por primera vez la posible presencia de una enfermedad, similar a la conocida como Plaga Blanca para los corales del Caribe. En las parcelas del arrecife de la Azufrada fueron encontradas una colonia de *Pocillopora damicornis* y una más de *Pavona clavus* afectadas por este síndrome. Pese a que la incidencia es muy baja, es conveniente continuar con el monitoreo y confirmar que esta enfermedad está presente en Gorgona, ya que hasta el momento sólo se había detectado la presencia de enfermedades para los corales del Pacífico en la Isla Malpelo (Garzón-Ferreira y Pinzón, 1999) y los arrecifes de Gorgona solo se veían afectados por episodios de blanqueamiento (Prahl, 1983, 1985, Vargas-Ángel *et al.*, 2001). La importancia de determinar la presencia de EPB en Gorgona radica en que si bien los arrecifes han podido recuperarse del blanqueamiento producido por los diferentes eventos de El Niño, la presencia de enfermedades podría afectar considerablemente la cobertura coralina. En relación con el blanqueamiento, se continúa observando una reducción en los valores promedio de la incidencia de este fenómeno a partir de 1998 (14.3%) (Figura 31), fecha en que registró el más alto de los últimos años, debido a la fuerza con que se presentó el fenómeno del Niño de dicho año (Vargas-Ángel *et al.*, 2001). En el 2003 se encontró un promedio general de 0.6%, menor que en 1999 (2.2%) y 2002 (1%) (Figura 31).

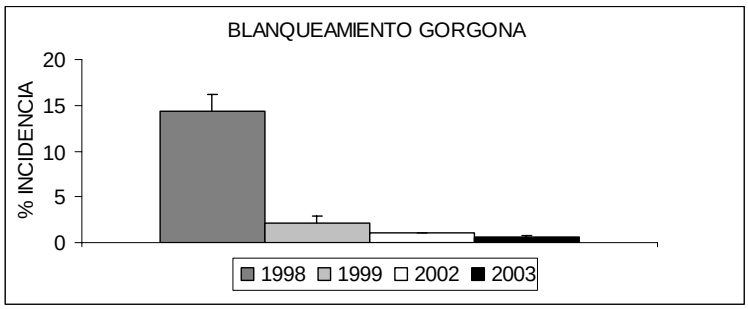

Figura 31. Promedios generales y errores estándar de la incidencia de blanqueamiento en corales pétreos de los arrecifes de la Isla Gorgona en el Pacífico colombiano. No se presentan datos de los años 2000 y 2001 debido a la falta de confiabilidad en la toma de los mismos.

Como se mencionó antes, fue imposible monitorear por segunda vez las estaciones montadas en la ensenada de Utría en Marzo del año 2002, por lo tanto no se sabe su situación actual en términos de enfermedades y blanqueamiento. En el año 2003 se estableció la estación SIMAC de la Isla Malpelo en el lugar conocido como el "Arrecife" y se realizó el primer monitoreo,

encontrándose un valor promedio muy bajo en la incidencia de blanqueamiento (< 1%) y sin evidencias de enfermedades coralinas.

4.3.2.1 Estaciones adicionales en San Andrés y Providencia

CORALINA ha implementado una serie de estaciones de monitoreo en diferentes lugares de San Andrés y Providencia con la intención de complementar y ampliar la cobertura de estudio del estado de los arrecifes de las Islas. El presente informe incluye datos de los años 2000 a 2003 para las estaciones de Acuario, Emisario y Little Reef en San Andrés y sector occidental (integrando Bar, San Felipe y Canal) y Manzanillo en Providencia.

En Providencia, el valor promedio de la incidencia de enfermedades ha fluctuado indistintamente a través del tiempo. Tanto el sector de Manzanillo (9.3%-0.1%) como el sector occidental (6.2%-0.4%), presentan una drástica reducción en la incidencia en el 2003 con respecto al año inmediatamente anterior (Figura 32). Este descenso es común para las tres estaciones del sector occidental. Igualmente entre 2002 y 2003, los valores promedio de la incidencia de blanqueamiento descendieron en los dos sectores de la Isla, pero con una magnitud bastante menor. En Manzanillo bajó de 3.2% a 0.8% y en el sector occidental de 1.5% a 0.7% (Figura 33). El comportamiento de la incidencia de blanqueamiento a lo largo del monitoreo también se muestra distinto entre sectores, viéndose una fluctuación en Manzanillo, en tanto que en el sector occidental se observa un descenso continuado desde el año 2000 (Figura 33).

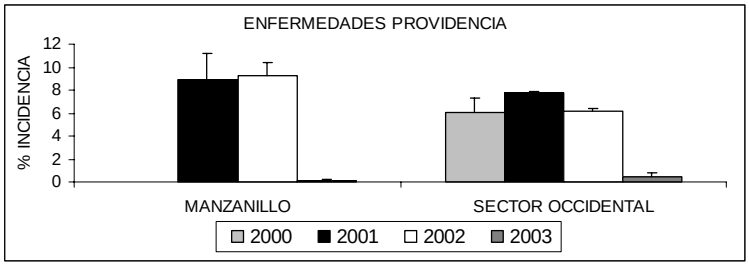

Figura 32. Valores generales y error estándar de la incidencia de enfermedades en las estaciones de CORALINA en la Isla de providencia de 2000 a 2003. El sector occidental comprende las estaciones de Canal, San Felipe y Bar.

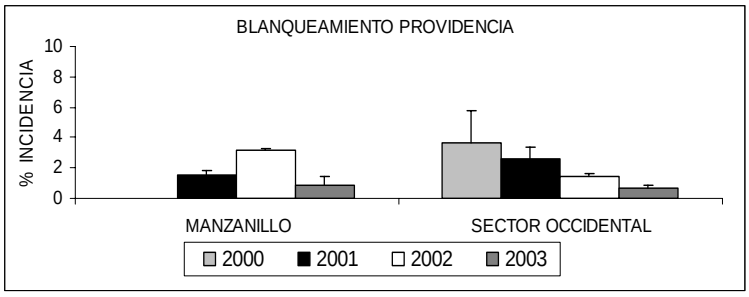

Figura 33. Valores promedio y error estándar de la incidencia de blanqueamiento en las estaciones de CORALINA en la Isla de providencia de 2000 a 2003. El sector occidental comprende las estaciones de Canal, San Felipe y Bar.

En las estaciones de monitoreo instaladas por CORALINA (Emisario, Acuario y Little Reef), la información sobre incidencia de enfermedades y blanqueamiento no ha podido ser tomada con la misma intensidad desde su instalación, por lo tanto las comparaciones interanuales no son apropiadas. Sin embargo, en la Tabla 5 se presentan los datos hallados para cada estación y año. Lo relevante es que los valores de incidencia para estas dos condiciones de salud no superan los observados en el sector sur-occidental y están dentro del rango de variación registrados en las demás estaciones del Caribe (Figuras 28 y 29).

Tabla 5. Valores promedio y error estándar (abajo) de la incidencia de enfermedades y blanqueamiento de 2001 a 2003 en las estaciones instaladas en San Andrés por la corporación CORALINA. Los valores corresponden a la frecuencia relativa de las colonias afectadas. Las estaciones de Emisario y Little Reef no pudieron ser completamente monitoreadas en 2002 por lo que se omiten sus datos.

	ENFERMEDADES			BLANQUEAMIENTO		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
Acuario	1.41	4.58	4.44	0.68	2.43	1.84
	1.41	3.49	3.71	0.68	0.51	1.43
Emisario	4.59		4.40	0.00		3.05
	1.34		0.50	0.00		0.38
Little reef	0.07		3.54	0.07		1.75
	0.07		0.68	0.07		0.54

Es difícil actualmente interpretar los cambios en la incidencia de enfermedades y blanqueamiento por el desconocimiento de muchos aspectos de estos dos fenómenos (Rosenberg y Ben Haim, 2002). La ocurrencia de enfermedades sobre corales pétreos se incrementó vertiginosamente desde finales de la década de los 80's, tanto en frecuencia de aparición como en extensión geográfica, y actualmente constituye una amenaza mundial para el ecosistema arrecifal (Hayes y Goreau, 1998). Las causas de la aparición de dichas enfermedades son poco conocidas, aunque se han identificado agentes bacterianos asociados a algunas de ellas como la enfermedad Banda negra o Black Band Disease (BBD) que es causada por una cianobacteria (Rützler y Santavy, 1983).

En general las enfermedades son consideradas consecuencia directa de dos factores fundamentales (Hayes y Goreau 1998): 1) los cambios en la calidad de agua costera que favorecen la proliferación y adherencia de microbios a los organismos arrecifales y 2) la reducción en la eficiencia de los mecanismos de defensa de las especies de coral pétreo. La deducción aceptada es que, aunque no puedan relacionarse con factores bióticos o abióticos concretos, la sola presencia de enfermedades coralinas en el arrecife claramente evidencia el deterioro gradual del ecosistema.

4.3.3 Abundancia de Gorgonáceos erectos

Aunque los corales blandos o gorgonáceos erectos forman parte de la comunidad de organismos sésiles del arrecife, su forma de crecimiento arborescente hace que resulten subestimados en las evaluaciones de cobertura del sustrato arrecifal, por lo cual las estimaciones de su abundancia deben hacerse por aparte y utilizando métodos diferentes. Se presenta a continuación, la abundancia promedio de gorgonáceos erectos (incluyendo las formas de crecimiento en abanicos, ramas o varas, plumas y látigos) para cinco de las áreas monitoreadas por el SIMAC en el Caribe colombiano, integrando los datos de los diferentes niveles de profundidad. Separadamente, se presenta la información obtenida por primera vez en el nivel medio de profundidad de la Bahía de Santa Marta (reuniendo la información de sus estaciones ubicadas en el Morro y Punta Betín) así como también en algunas estaciones instaladas en el 2003 en el PNN Tayrona (Gayraca y Granate) en el mismo nivel de profundidad. Del mismo modo, se presenta por primera vez la información recopilada durante el período 2001-2002 por la Corporación para el desarrollo sostenible del Archipiélago de San Andrés y Providencia (CORALINA) en las estaciones Emisario, Acuario y Little Reef (de San Andrés) y durante 2001-2003 en el área de Providencia, reuniendo la información de sus estaciones Canal, San Felipe y Bar, pero separando la estación de Manzanillo.

En la Bahía de Chengue, donde se cuenta con información de más largo plazo para las parcelas ubicadas en el nivel medio de profundidad, se observa una disminución en la abundancia promedio de gorgonáceos durante el periodo 2002-2003 (Figura 34) alcanzándose en este último año el mínimo valor observado durante el monitoreo (5 colonias/transecto). Esta tendencia obedece a una disminución de colonias en forma de vara -que históricamente han sido las más

abundantes en este nivel- principalmente en una de las dos estaciones de monitoreo, pero la causa se su desaparición se desconoce.

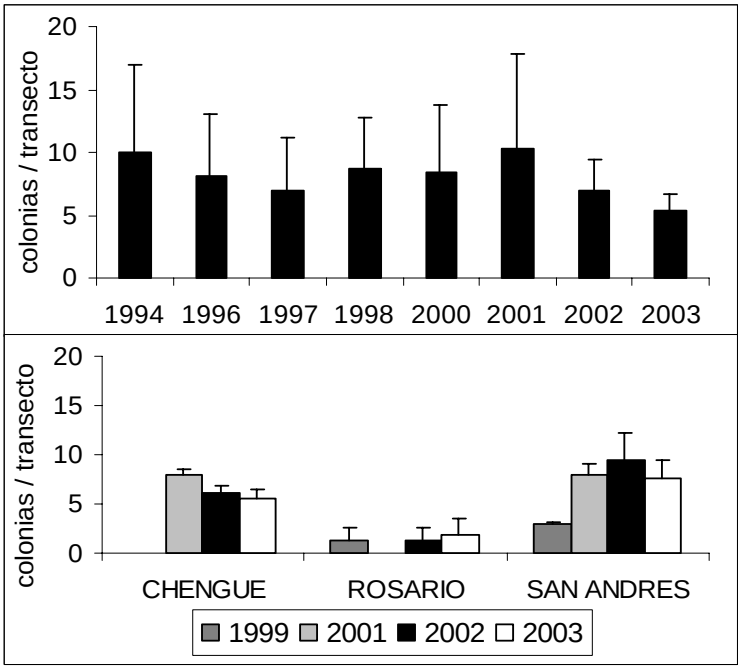

Figura 34. Abundancia promedio de gorgonáceos en algunas áreas monitoreadas por el SIMAC en el Caribe, expresada como el número de colonias que interceptan un transecto de 10 m. Arriba: en el nivel intermedio de profundidad en la Bahía de Chengue (1994-2003) omitiendo 1999 por información incompleta. Abajo: integrando todos los niveles de profundidad de Bahía de Chengue (CHE), Islas del Rosario (IRO) y el área sur -occidental de San Andrés (SAI).

Una tendencia similar a la del nivel intermedio de la Bahía de Chengue se aprecia al integrar la información de sus tres niveles de profundidad (Figura 34), ya que durante el período 2002-2003 el promedio general presentó un descenso leve de 6 a 5 colonias/transecto. Por otro lado, en las estaciones de monitoreo de las Islas del Rosario donde se cuenta con información desde 1999, no se evidenció ningún cambio importante en el período 2002-2003 (Figura 34), manteniéndose el bajo promedio de 2 colonias/transecto.

Aunque en el área sur-occidental de San Andrés el promedio bajó de 9 a 7 colonias/transecto, este leve cambio no se considera un indicativo de deterioro de la comunidad entre el año 2002 y 2003 teniendo en cuenta la variabilidad histórica que han presentado los promedios allí.

En la Figura 35 se presenta la información de las estaciones de monitoreo instaladas en Urabá chocoano e Islas de San Bernardo durante el 2002 y en Gayraca, Granate y Bahía de Santa Marta durante el 2003. Es evidente que en el Urabá chocoano, donde se había registrado la abundancia promedio más baja de las áreas de monitoreo del Caribe (1 colonia/transecto), no se presentó variación alguna durante el período 2002 -2003. Aunque en el nivel medio de una de las estaciones ha sido evidente la gran abundancia de todas las formas de crecimiento, el bajo valor promedio es resultado de la ausencia total de gorgonáceos en los niveles someros de todas las estaciones monitoreadas. Aunque en las Islas de San Bernardo, se registró un leve incremento de la abundancia media durante el 2003 con respecto al año anterior (de 4 a 6 colonias/transecto), se requiere de un seguimiento a más largo plazo para establecer si esta tendencia se mantiene.

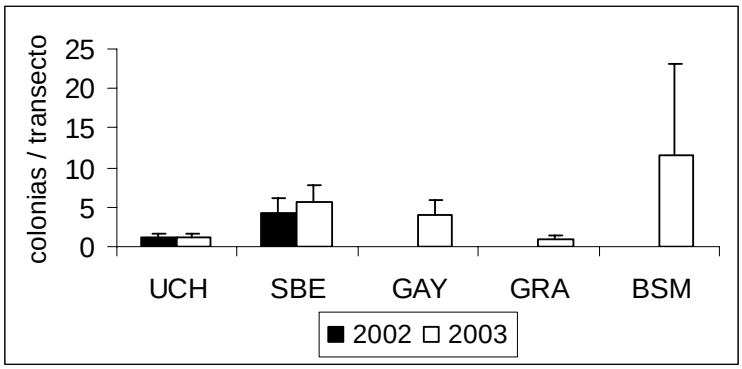

Figura 35. Abundancia promedio de gorgonáceos, expresada como el número de colonias que interceptan un transecto de 10 m en las áreas de monitoreo instaladas durante el 2002 y 2003 en el Caribe: Urabá chocoano (UCH), Islas de San Bernardo (SBE), Gayraca (GAY), Granate (GRA) y en la Bahía de Santa Marta (BSM).

Las abundancias de gorgonáceos registradas en el nivel medio de profundidad de la Bahía de Gayraca (4 colonias/transecto) y Granate (1 colonia/transecto) durante la primera evaluación realizada en el 2003, fueron inferiores al valor mínimo registrado en el mismo nivel de la Bahía de Chengue en el 2003 (5 colonias/transecto). Entre tanto, en la Bahía de Santa Marta se observó durante el 2003 una de las mayores abundancias de gorgonáceos (11 colonias/transecto), como consecuencia del elevado valor registrado en el nivel medio de profundidad de una de sus estaciones ubicada en el Morro (23 colonias/transecto). La gran variabilidad observada (error estándar) responde al marcado contraste en las estaciones de esta

bahía, con la ausencia total de colonias en el nivel medio de Punta Betín (Figura 35).

En la Figura 36 se presentan las abundancias de gorgonáceos de las estaciones del costado oriental de la isla de San Andrés durante el período 2001-2002 y en la isla de Providencia durante el período 2001-2003. Se omite la estación de Little Reef ya que allí no se han encontrado gorgonáceos durante el periodo monitoreado, acorde con lo señalado por Díaz *et. al.* (1995). Durante el período 2001-2002 no hubo cambios significativos en ninguna de las estaciones de San Andrés, manteniéndose estables los bajos valores de las estaciones de Acuario (1 colonia/transecto), Emisario (2 colonias/transecto) y Manzanillo (1 colonia/transecto). En el área occidental de Providencia se presentó una disminución drástica de la abundancia promedio de gorgonáceos de 14 a 5 colonias/transecto (Figura 36) durante el período 2002-2003. Contrariamente, en la estación de Manzanillo los bajos valores han permanecido estables durante todo el monitoreo.

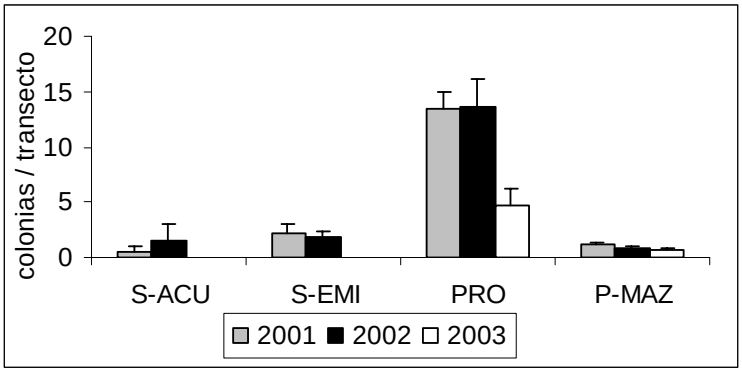

Figura 36. Abundancia promedio de gorgonáceos, expresada como el número de colonias que interceptan un transecto de 10 m en las estaciones monitoreadas por CORALINA durante el 2001-2002 en San Andrés (Acuario= S-ACU, y Emisario= S-EMI) donde no se cuenta con información completa del 2003 y durante 2001-2003 en Providencia (Sector occidental= PRO y Sector de Manzanillo= P-MAZ).

A pesar de la sencillez del método utilizado para cuantificar gorgonáceos, es probable que algunas variaciones temporales observadas en el Caribe se deban a un sesgo producido por diferencias de criterio de los observadores. Sin embargo, existen algunos factores ambientales y de hábitat que podrían explicar también algunas variaciones temporales de la abundancia de gorgonáceos o la persistente escasez de gorgonáceos en algunas áreas como las Islas del Rosario. Las reducciones drásticas, responden más probablemente a mortalidad de colonias por enfermedades (Sánchez *et. al.*, 1997), depredación (Harvell y Suchanek, 1987) y probablemente por la invasión rápida del arrecife por competidores agresivos como *Millepora* sp. (*cf.* Yoshioka y Yoshioka, 1989) Por otro lado, los incrementos en la abundancia, pueden responder al menos en parte a procesos responsables de la aparición de nuevas colonias en el arrecife como el

reclutamiento (Yoshioka y Yoshioka, 1987) y la fragmentación.

A diferencia de las áreas del Caribe, en ninguna de las estaciones monitoreadas en el Pacífico, ubicadas sobre arrecifes dominados por corales ramificados del género *Pocillopora*, se ha registrado la presencia de gorgonáceos desde la primera visita realizada durante el año 1998 para el caso de Gorgona y durante el año 2002 para Utría. En contraste, poblaciones notorias de varias especies de gorgonáceos han sido observadas sobre sustratos rocosos en estas áreas, lo cual es claramente consistente con lo registrado por Yoshioka y Yoshioka (1987) que señalan la disponibilidad de sustrato consolidado como factor limitante de la distribución de los corales blandos.

4.3.4 Densidad de Invertebrados móviles

La abundancia de algunos invertebrados bentónicos de vida libre y de importancia económica (como langostas, pulpos, caracoles, etc.) o ecológica (erizos) ha sido evaluada desde 1999 en las estaciones SIMAC de Islas del Rosario y el sector sur-occidental de San Andrés, desde el 2000 en la Bahía de Chengue y desde el 2002 en Islas de San Bernardo, Urabá chocoano, Isla Gorgona y Ensenada de Utría. Adicionalmente, se evaluó este componente por primera vez en las estaciones instaladas durante el 2003 en la Bahía de Santa Marta (Morro y Punta Betín), en las Bahías de Gayraca y Granate y en Isla Malpelo. Una síntesis de la información recopilada se presenta a continuación para cada área, integrando los datos de las diferentes estaciones y niveles de profundidad. Separadamente, se presentan por primera vez las densidades de erizos recopiladas durante el período 2001-2002, por la Corporación para el desarrollo sostenible del Archipiélago de San Andrés y Providencia (CORALINA) en las estaciones Emisario, Acuario y Little Reef (de San Andrés) y durante 2001-2003 en el área de Providencia, reuniendo la información de sus estaciones Canal, San Felipe y Bar, pero separando la estación de Manzanillo.

En todas las áreas evaluadas en el Caribe se mantuvieron durante el período 2002-2003 las bajas densidades de invertebrados de importancia económica. Además, tal como se registró en el 2002, en este último año (2003) varios de los grupos estuvieron ausentes en ellas, así como también en las áreas evaluadas en el Pacífico. A la luz de los datos históricos, se destaca la persistente escasez de estos grupos en el sector sur-occidental de San Andrés e Isla de Gorgona. En síntesis, la información recopilada durante este último periodo, no revela ningún patrón temporal o cambio importante a través del monitoreo en ninguna de las demás áreas.
Similarmente, ninguno de los grupos de invertebrados ha evidenciado una tendencia clara; por el contrario, su densidad ha presentado fluctuaciones irregulares a través del tiempo. Las langostas, por ejemplo, han aparecido con una mayor frecuencia, encontrándose repetidamente a través de la totalidad o gran parte de los años en varias áreas (Islas del Rosario, Islas de San Bernardo y Urabá chocoano), en tanto que el caracol pala ha aparecido esporádicamente en el 2002 en Islas del Rosario y el sector sur-occidental de San Andrés y en el 2003 en la Bahía de Santa Marta y las

Tabla 6. Valores promedio y errores estándar (entre paréntesis) de densidad de invertebrados móviles de importancia económica (expresados en número de individuos por 20 m^2) integrando los niveles de profundidad de cada área monitoreada.

Area	Año	Cangrejas	Langostas	Pulpos	*Strombus gigas*
Bahía de Chengue	2001	0.0 (0.0)	0.07 (0.00)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2002	0.0 (0.0)	0.07 (0.00)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2003	0.03 (0.03)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Gayraca	2003	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Granate	2003	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Bahía de Santa Marta	2003	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.2 (0.0)
Islas San Bernardo	2002	0.0 (0.0)	0.1 (0.08)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2003	0.04 (0.04)	0.04 (0.04)	0.0 (0.0)	0.04 (0.04)
Islas del Rosario	1999	0.0 (0.0)	0.2 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2001	0.05 (0.05)	0.0 (0.0)	0.05 (0.05)	0.0 (0.0)
	2002	0.07 (0.00)	0.03 (0.03)	0.0 (0.0)	0.03 (0.03)
	2003	0.07 (0.07)	0.1 (0.07)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Isla de San Andrés	1999	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2001	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2002	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.03 (0.03)
	2003	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Urabá Chocoano	2002	0.0 (0.0)	0.08 (0.1)	0.08 (0.1)	0.0 (0.0)
	2003	0.04 (0.0)	0.2 (0.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Isla Gorgona	2002	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
	2003	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1 (0.06)	0.0 (0.0)
Ensenada de Utría	2002	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Isla Malpelo	2003	0.0 (0.0)	0.1 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)

Islas de San Bernardo. Los pulpos (*Octopus* spp.) y las cangrejas (*Mithrax spinosissimus*) se han observado en densidades aún más bajas en algunas áreas de monitoreo pero en la mayoría de ellas sólo durante uno de los años de monitoreo.

En la tabla anterior, se omiten las estaciones monitoreadas por CORALINA en San Andrés y Providencia, ya que únicamente se cuenta con información completa sobre las densidades de erizos arrecifales que será presentada en detalle más adelante. Por otro lado, las densidades tan bajas y la presencia ocasional de estos importantes invertebrados en los censos insinúan un estado de sobre–explotación en los arrecifes de todas las áreas monitoreadas. Sin embargo, estos resultados deben tomarse con precaución, ya que debido a la actividad predominantemente nocturna de langostas, cangrejas y algunas especies de pulpos en el arrecife, las densidades pueden estar subestimadas en cierto grado durante los censos diurnos realizados.

Así mismo, es importante considerar que otras zonas de las áreas coralinas como las praderas de *Thalassia* y planos de arena o cascajo pueden presentar densidades poblacionales más altas de varias especies de pulpos y del caracol pala, teniendo en cuenta que algunos autores se refieren a éstos como sus principales hábitats (Hernández–Barrero *et al*, 1997; Rojas-Ospina *et al*, 1997; Díaz *et al*, 2003).

En cuanto a las especies de importancia ecológica, los erizos son el grupo que se presenta con mayor frecuencia y abundancia. La densidad de este grupo había mostrado una tendencia de aumento hasta el 2002 en algunas de las áreas del Caribe evaluadas por más de dos años (Islas del Rosario y San Andrés). En esta ocasión, sólo los bajos valores de la Bahía de Chengue que hasta el 2002 permanecían estables (1 individuo/20m^2), presentaron un pequeño incremento durante el periodo 2002-2003 que aún no constituye suficiente evidencia de un cambio importante durante el monitoreo. Por otra parte la densidad de erizos en Islas del Rosario y en el sector sur-occidental de San Andrés sufrió una pequeña disminución durante el 2003 con relación al valor observado en el año anterior (Tabla 6, Figura 37) que señala una interrupción en la tendencia de incremento que fue evidente hasta el 2001 en San Andrés y hasta el 2002 en las Islas del Rosario.

Por otro lado en Isla Gorgona (Pacífico) la densidad media de erizos ha sido mucho mayor que en otras áreas monitoreadas en el Pacífico (Utría y Malpelo) y en el Caribe. Esta alta densidad presentó un pronunciado descenso durante el periodo 2002-2003 reduciéndose desde 87 individuos/20m^2 a 43 individuos/20m^2. Este drástico cambio ocurrido en un corto periodo de tiempo constituye una alerta acerca de una posible mortalidad en la población. Tal disminución tuvo que ver particularmente con la especie *Diadema mexicanum* que registró densidades hasta de 372 individuos/20m^2 en algunos transectos censados durante el 2002 y en el 2003 solo alcanzaron una densidad de 289 individuos/20m^2.

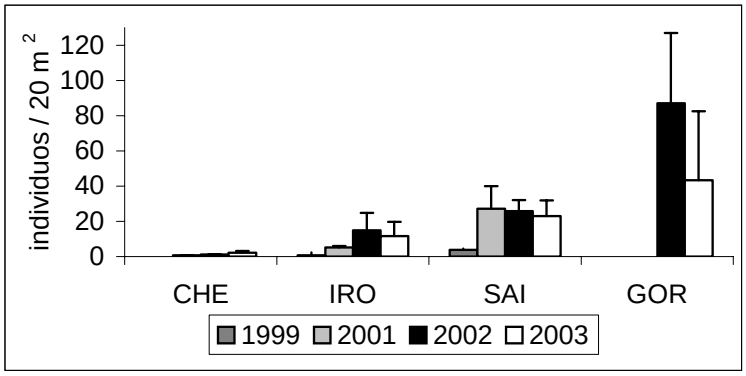

Figura 37. Densidad media de erizos, expresada en número de individuos en 20m², incluyendo todas las especies en el intervalo completo de profundidad de las áreas monitoreadas con mayor trayectoria: Chengue (CHE), Islas del Rosario (IRO), San Andrés (SAI) y Gorgona (GOR).

En las estaciones de monitoreo recientemente instaladas en Islas de San Bernardo la densidad de erizos disminuyó ligeramente durante el periodo 2002-2003, pasando de 18 a 13 individuos/20m², en tanto que en el Urabá chocoano se produjo un incremento del promedio de 16 a 18 individuos/20m² (Figura 38). En las estaciones de Gayraca y Granate las bajas densidades registradas (1 individuo/20m²) son similares al promedio observado históricamente en la Bahía de Chengue y contrastan con un mayor valor obtenido en la Bahía de Santa Marta (4 individuos/20m²). La carencia de registros previos de abundancias de erizos para estas áreas impide establecer si los comportamientos observados durante el último periodo forman parte de una variabilidad temporal habitual. Es necesario obtener datos durante una serie de tiempo más prolongada para comprender la dinámica de esta población y determinar si en adelante se presenta alguna tendencia definida.

Por otro lado, en los niveles medio y profundo de Isla Malpelo evaluados por primera vez en el 2003, se registró una densidad de erizos de 25 individuos/20m² marcadamente inferior a la registrada en Isla Gorgona durante el monitoreo y al igual que en esta área *Diadema mexicanum* fue la especie más abundante.

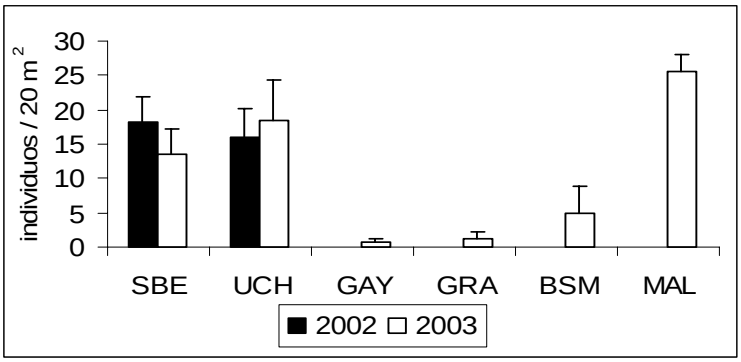

Figura 38. Densidad media de erizos, expresada en número de individuos en 20m² Incluyendo todas las especies en el intervalo completo de profundidad de las áreas recientemente instaladas, durante el 2002: Islas de San Bernardo (SBE) y Urabá chocoano (UCH), el nivel medio de aquellas instaladas durante el 2003 en el Caribe: Gayraca (GAY), Granate (GRA) y Bahía de Santa Marta (BSM) y los niveles medio y profundo de Isla Malpelo (MAL).

Para las áreas de San Andrés monitoreadas por CORALINA, donde se cuenta con información para el período 2001-2002, las densidades de erizos presentaron un incremento importante (Figura 39).

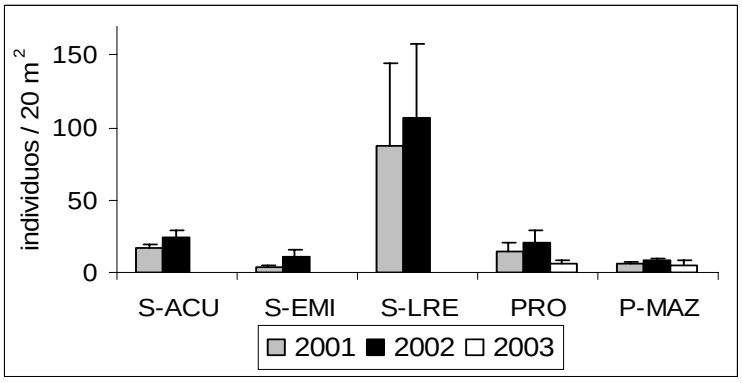

Figura 39. Densidad de erizos (incluyendo todas las especies) en las estaciones monitoreadas por CORALINA durante 2001-2002 en San Andrés (Acuario=S-ACU, y Emisario=S-EMI) donde no se cuenta con información completa de 2003 y durante 2001-2003 en Providencia (Sector occidental=PRO y Sector de Manzanillo=P-MAZ).

Sobresalen entre las otras áreas monitoreadas en el Archipiélago y en el Caribe colombiano, los altos valores observados en el arrecife somero de Little Reef que durante dicho periodo se elevaron desde un promedio de 88 hasta 107 individuos/20m². Sin embargo, con base en el registro previo realizado por Díaz *et. al.* (1995) esta densidad es marcadamente inferior a la registrada durante 1992 sólo para *Echinometra lucunter* en algunos sectores de este arrecife (600 individuos/20m²).

En el sector occidental de Providencia, donde se cuenta con información desde el 2001, ocurrió una disminución marcada en el periodo comprendido entre los años 2002 y 2003 en donde el promedio se redujo desde 21 hasta 6 individuos/20m² (Figura 39). Un cambio menos notorio se registró en el mismo periodo en el nivel intermedio de Manzanillo donde el promedio descendió de 8 a 5 individuos/20m² (Figura 39). Como consecuencia, en el 2003 los valores fueron inferiores a los mínimos promedios registrados en el 2001 (15 individuos/20m² en el sector occidental de Providencia y 6 individuos/20m² en Manzanillo). Aunque estos constituyen los primeros indicios de un posible deterioro en la población, un monitoreo prolongado es necesario para corroborar la tendencia observada.

En todas las áreas monitoreadas en el Caribe, la mayor densidad de erizos corresponde a las especies del género *Echinometra.* Por lo tanto las variaciones observadas en la densidad de erizos a través del tiempo y especialmente durante el último periodo de monitoreo responden a reducciones o incrementos de individuos de este género. Sin embargo, como se apreciará a continuación, parte de las variaciones observadas también están relacionadas con la dinámica de la especie *Diadema antillarum*, ya que principalmente en algunos arrecifes someros se han registrado densidades importantes esta especie e incrementos significativos durante los últimos años (Figura 40). Tal es el caso del nivel somero del sector sur-occidental de San Andrés y de las estaciones ubicadas al oriente de la Isla (en Little Reef y Acuario, respectivamente). En todas ellas se presentó un incremento marcado de la densidad de esta especie durante el periodo 2002-2003. El caso más sobresaliente corresponde a Little Reef, cuyo alto valor promedio presentó el ascenso más pronunciado de 15 a 19 individuos/20m². Con base en los valores históricos del monitoreo, los incrementos ocurridos en San Andrés sugieren una tendencia de recuperación de esta especie que en el sector sur-occidental ha venido presentándose desde 1999.

En contraste con San Andrés, los sectores someros de Islas del Rosario, sector occidental de Providencia, y el Urabá chocoano exhibieron una leve disminución en los promedios durante el último período de monitoreo (2002-2003). Sólo para la primera de estas áreas se cuenta con información histórica que muestra que, aun cuando este descenso representa una interrupción en la aparente recuperación que se presentó durante el período 2001-2002, los valores del último año aún superan las bajas densidades observadas durante los dos primeros años de monitoreo.

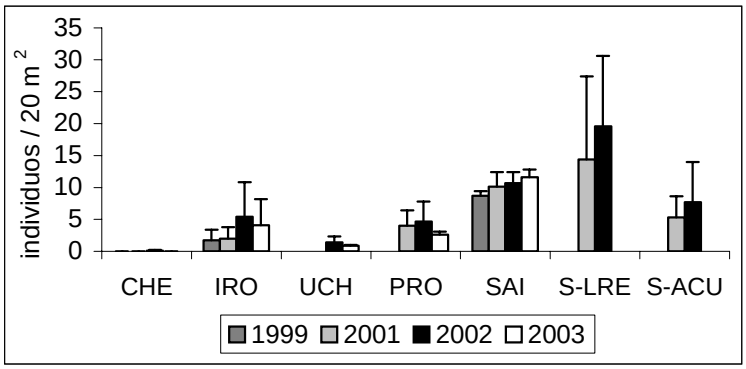

Figura 40. Densidad de erizos *Diadema antillarum* en el nivel somero de la Bahía de Chengue (CHE), Islas del Rosario (IRO), Urabá chocoano (UCH), Providencia (sector occidental=PRO), San Andrés (sector sur-occidental= SAI, Little Reef=S-LRE y Acuario=S-ACU).

Entre tanto, la prolongación del monitoreo en las demás áreas permitirá reconocer si una tendencia de deterioro sigue ocurriendo en adelante luego de la disminución observada durante el período 2002-2003.

Las poblaciones de erizos junto con las de otros herbívoros han desempeñado un papel fundamental en los grandes cambios de los arrecifes (Hughes, 1994, Edmunds y Carpenter, 2001). Las reducciones o incrementos en las poblaciones de erizos y en particular de la especie clave *Diadema antillarum* en el Caribe, han demostrado tener implicaciones importantes en la dominancia de los componentes del sustrato. Así, el incremento en la densidad de erizos ha generado una reducción de macroalgas frondosas pero ha acrecentado al mismo tiempo la bioerosión del sustrato arrecifal (*cf.* McClanahan *et al.*, 2002). Además de la reducción de macroalgas, un aumento en la abundancia de corales juveniles ha sido atribuido a la recuperación particular de *D. antillarum* (Edmunds y Carpenter, 2001). En consecuencia es necesario continuar la evaluación de estos grupos de importancia ecológica, pues esto constituye una herramienta para comprender la dinámica de los arrecifes monitoreados. En algunas áreas (Islas del Rosario y San Andrés) las densidades de *D. antillarum* registradas durante el periodo de monitoreo fueron mayores a las registradas en gran parte de las localidades de CARICOMP durante el periodo 1993-2000 (CARICOMP, 2002).

4. 3.5 Riqueza y Abundancia de Peces

El monitoreo anual de los peces continúa evaluándose mediante el SIMAC por tratarse de un componente valioso no solo en términos de su biodiversidad y ecología, sino además por las actividades pesqueras y comerciales que genera su presencia en los arrecifes coralinos. Para el

informe del 2003 se mantuvo el mismo esquema del año inmediatamente anterior en cuanto a los tipos de evaluación (1. Riqueza de especies y 2. Abundancia de especies selectas por su valor pesquero o ecológico) así como en el tratamiento y presentación de los datos (la riqueza se presenta como el número promedio de especies observadas en los censos integrando todos los niveles de profundidad y la abundancia se trata del mismo modo, pero agrupada por familias). Se incluye información para ocho áreas arrecifales, tres de ellas monitoreadas desde 1998, una desde 1999, tres desde el 2002 y una nueva para el 2003 (Isla Malpelo). Otras novedades y aclaraciones para el informe del 2003, son el aumento de estaciones SIMAC en la zona del Parque Tayrona (bahías de Gayraca y Granate) y la bahía de Santa Marta, la carencia de nueva información para el área Utría (la cual no pudo ser evaluada durante dicho año) y la presentación por primera vez del monitoreo de la corporación CORALINA en la isla de Providencia (2000-2003) y de otras estaciones del área de San Andrés (2001-2003).

Para las áreas del Caribe como islas del Rosario, Islas San Bernardo y San Andrés sector sur-occidental se observa estabilidad del número promedio de especies de peces arrecifales censadas durante el 2003 (41, 36, 44, respectivamente) respecto del año anterior (Figura 41). A diferencia, en la bahía de Chengue y el Urabá chocoano se presenta un aumento (51 y 45, respectivamente) del número promedio de especies observadas (Figura 41) cuya razón se desconoce, pero no obedece a la aparición de nuevas especies en estas áreas. Para las nuevas estaciones de monitoreo del Caribe (Gayraca, Granate y Santa Marta) se registraron niveles de riqueza (51, 52 y 46, respectivamente) dentro de los rangos encontrados en las demás áreas caribeñas y especialmente dentro de los hallados en un área análoga (la bahía de Chengue) durante 2002 y el 2003 (Figura 41). Lo anterior podría estar relacionado con la similitud de los ambientes coralinos donde se encuentran las estaciones SIMAC de esta zona, así como con las condiciones ambientales que la influencian.

Para la isla Gorgona en el Pacífico, la Figura 42 muestra una disminución del número promedio de especies de peces censadas durante el 2003 (29) comparado con el 2002 (36). Este resultado podría atribuirse a un cambio en la época de muestreo (de agosto pasó a octubre), pues en Gorgona se han detectado variaciones temporales de la riqueza de peces arrecifales, la cual presenta un pico en junio, disminuye hasta septiembre y luego permanece relativamente constante hasta abril (Zapata y Morales, 1997).

En Malpelo se encontró un número promedio de especies de peces censadas relativamente alto (39) con respecto a Gorgona y Utría (Figura 42). Este resultado tiene que ver en parte con la mayor probabilidad de observar especies de hábitos pelágicos (tiburones, manta, chucho) sobre las formaciones arrecifales de Malpelo, que en las otras áreas coralinas del Pacífico colombiano. De todos modos, se ha reconocido y documentado que por su aislamiento geográfico y ubicación estratégica, Malpelo alberga comunidades de peces muy diversas, así como varias especies de valor pesquero (Rubio *et al*., 1992; Solano y Hernández, 1998).

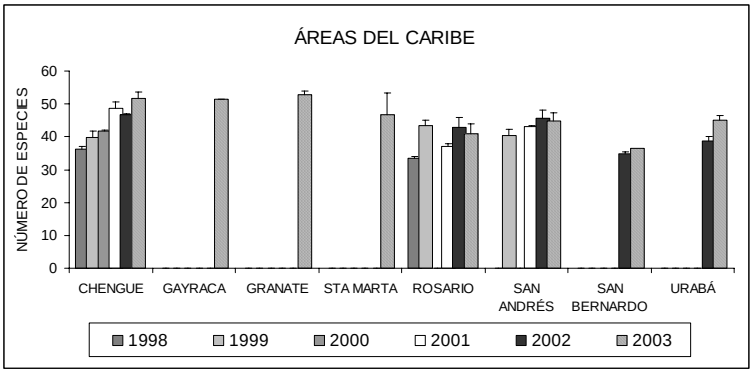

Figura 41. Riqueza general de peces en las áreas de monitoreo SIMAC del Caribe desde 1998 al 2003. No se presentan datos de 1998 y 2000 para San Andrés y para islas del Rosario del 2000 (ver motivos en el informe del 2001). Los datos corresponden a promedios y error estándar del número de especies observadas en censos visuales de 30 minutos.

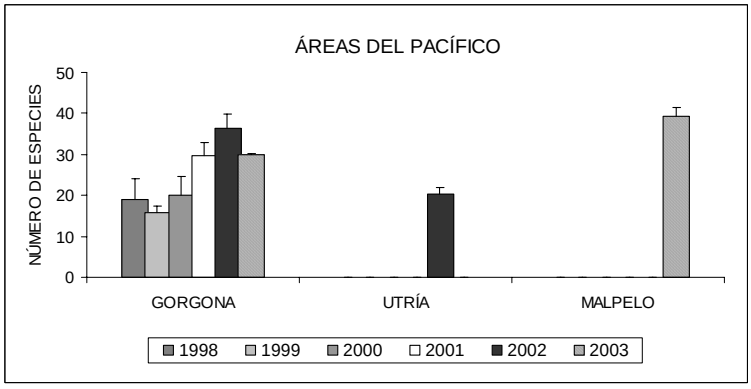

Figura 42. Riqueza general de peces en las áreas de monitoreo SIMAC del Pacífico desde 1998 al 2003. No se presentan datos del 2003 para Utría porque no pudo ser monitoreada. Los datos corresponden a promedios y error estándar del número de especies observadas en censos visuales de 30 minutos.

En las estaciones adicionales del área de San Andrés monitoreadas por CORALINA (Emisario, Little Reef y Acuario), se observó un aumento importante del número promedio de especies de peces arrecifales censadas del 2001 al 2002, y una disminución en el 2003 exceptuando a Little

Reef (Figura 43). Se debe aclarar que normalmente los valores de riqueza hallados para dichas estaciones se obtienen promediando dos sitios por estación, sin embargo, para Emisario y Little Reef en el 2003 los datos representan un solo sitio. En las estaciones de Providencia (Manzanillo y Sector occidental) se encontró una tendencia de decrecimiento en el nivel de riqueza del 2001 al 2003 (Figura 43). Tal comportamiento muy probablemente se debe a una insuficiente calibración de los observadores a través de los años de monitoreo y no a una pérdida de la riqueza íctica arrecifal. Teniendo en cuenta las explicaciones antes expuestas, sería arriesgado establecer un patrón de la riqueza de peces y su posible explicación ecológica en las estaciones de ambas áreas. Lo importante de estos resultados es que al menos durante el 2003 en el las estaciones adicionales de San Andrés y en Providencia, se registraron niveles de riqueza (36-47) entre el rango de variación reportado para las otras estaciones de San Andrés y para las demás áreas del Caribe colombiano.

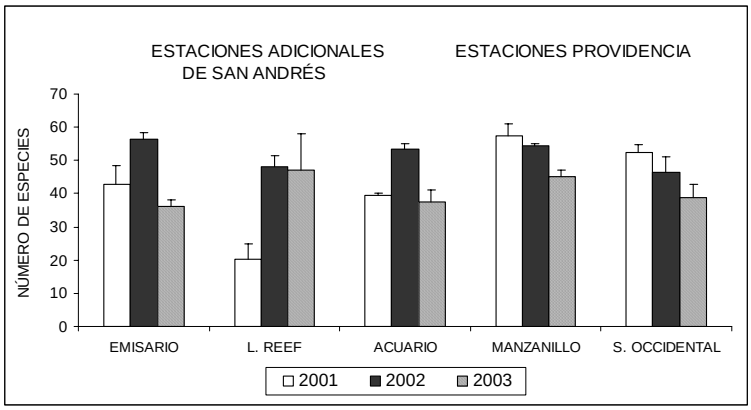

Figura 43. Riqueza general de peces en las áreas de monitoreo SIMAC de Providencia (Manzanillo-Sector occidental) y San Andrés (Emisario, Little Reef y Acuario) de 2001 a 2003. Los datos corresponden a promedios y error estándar del número de especies observadas en censos visuales de 30 minutos.

Al examinar la abundancia (individuos/60 m^2) de las familias de peces de importancia ecológica o económica, se observa en términos generales para la mayoría de las áreas una disminución de los valores en el 2003, específicamente en la bahía de Chengue, las islas del Rosario, las islas San Bernardo, San Andrés y Gorgona (Figuras 44-46). No obstante, los promedios hallados en el 2003 están dentro de los rangos de variación registrados para cada familia y área.

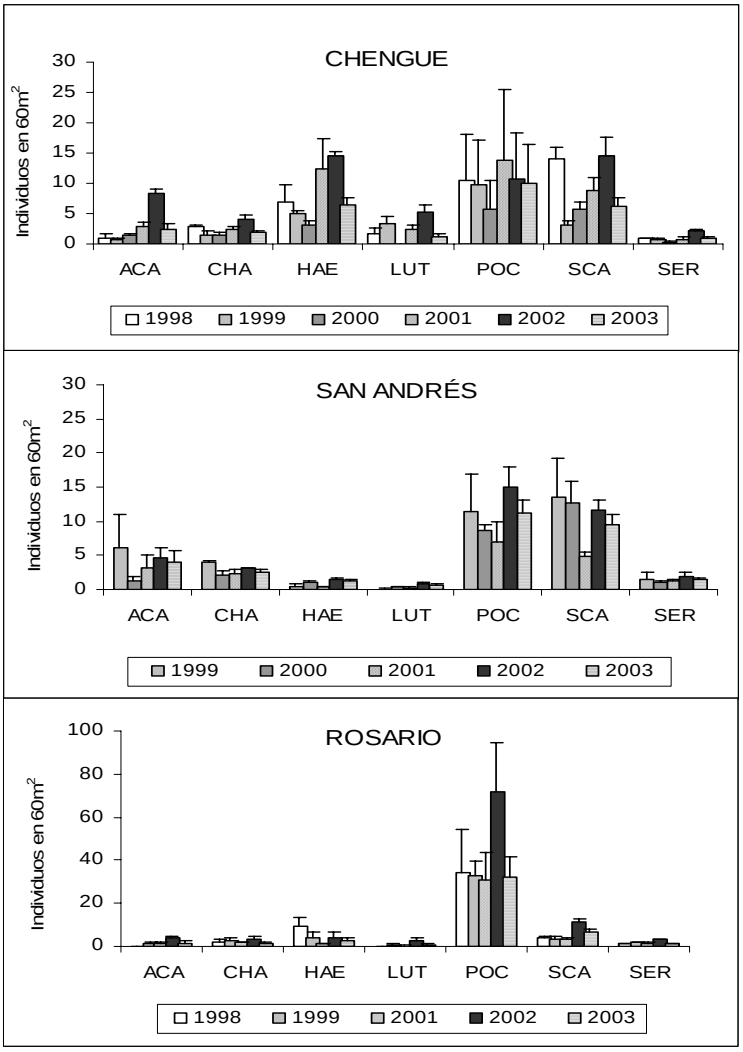

Figura 44. Promedios y errores estándar de la abundancia (individuos/60 m²) de familias selectas de peces integrando los niveles de profundidad de las estaciones bahía de Chengue, Isla de San Andrés e Islas del Rosario de 1998-2002. ACA=Acanthuridae; CHA=Chaetodontidae; HAE=Haemulidae; LUT=Lutjanidae; POC= Pomacentridae; SCA=Scaridae; SER=Serranidae.

A diferencia, en el Urabá chocoano la abundancia de la mayoría de familias se mantuvo en niveles semejantes a los de 2002, mientras otros aumentaron, en particular la densidad de peces de la familia Pomacentridae (damiselas) (Figura 45). En las demás áreas del Caribe (sin incluir las nuevas estaciones del Parque Tayrona, Santa Marta, Providencia y adicionales de San Andrés) como en las del Pacífico (Figuras 44-46), las especies de la familia Pomacentridae continúan con altas densidades, a pesar de registrar disminuciones en algunas de ellas (Chengue, Rosario, San Bernardo y San Andrés). En las islas del Rosario se observó el descenso más importante de dicho grupo (de 72 a 32 ind/60 m^2 del 2002 al 2003), sin embargo, estas islas siguen presentando la más alta abundancia de damiselas entre las áreas examinadas por el SIMAC-Caribe (Figura 44).

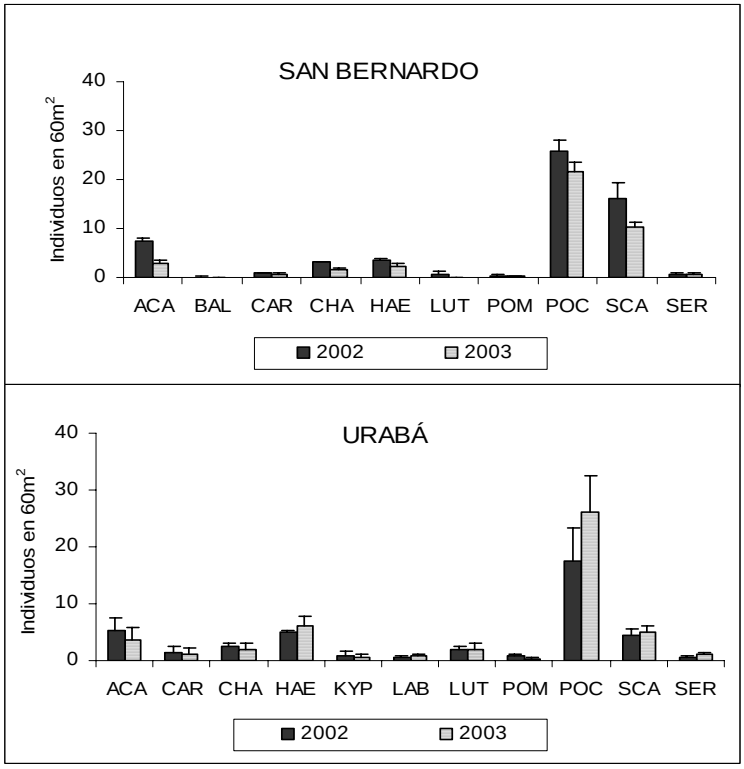

Figura 45. Promedios y errores estándar de la abundancia (individuos/60 m^2) de familias selectas de peces integrando los niveles de profundidad de las estaciones de las Islas San Bernardo y el Urabá chocoano de 2002-2003. ACA=Acanthuridae; CAR=Carangidae; CHA=Chaetodontidae; HAE=Haemulidae; KYP= Kyphosidae; LAB=Labridae; LUT=Lutjanidae; POM=Pomacanthidae; POC=Pomacentridae; SCA=Scaridae; SER=Serranidae.

Es muy probable que el decrecimiento de la densidad de la familia Pomacentridae en esta área durante el 2003 se haya debido a una sobre-estimación por parte de los observadores en el 2002, teniendo en cuenta que el valor reportado para el último año es similar a los encontrados en evaluaciones anteriores. Al contrastar las demás familias, en la bahía de Chengue y en el Urabá chocoano los peces loros (Scaridae) y los roncos (Haemulidae) sobresalieron en el 2003 con 5-6 ind/60 m² (Figuras 44 y 45). En San Andrés y las islas San Bernardo se observa que los peces loros presentaron densidades importantes (9-10 ind/60 m²) durante este año de monitoreo (Figuras 44 y 45). Para la isla Gorgona, los roncos son el segundo grupo más abundante con 7 ind/60 m² (Figura 46).

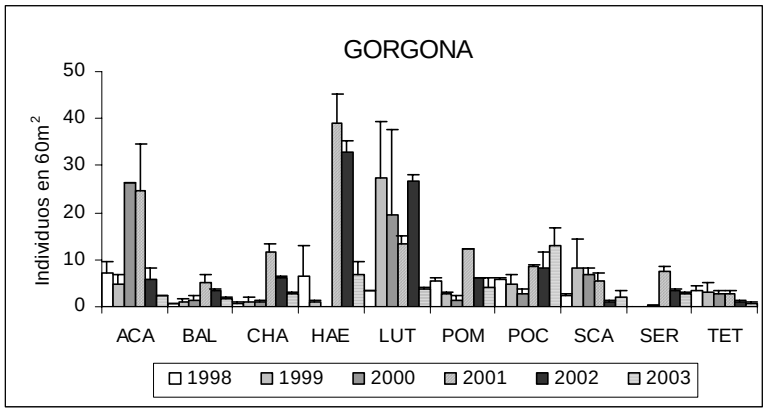

Figura 46. Promedios y errores estándar de la abundancia (individuos/60 m²) de familias selectas de peces integrando los niveles de profundidad de las estaciones de la Isla de Gorgona de 1998-2003. ACA=Acanthuridae; BAL=Balistidae; CHA=Chaetodontidae; HAE=Haemulidae; LUT=Lutjanidae; POM=Pomacanthidae; POC=Pomacentridae; SCA=Scaridae; SER=Serranidae; TET=Tetradontidae.

Entre los grupos reconocidos como poco abundantes a lo largo del monitoreo están las mariposas (Chaetodontidae), las cuales han presentado densidades relativamente estables en las áreas del Caribe (2-4 ind/60 m²) y no variaron en el 2003 (Figuras 44 y 45). Ciertas especies de mariposas son reconocidas como principalmente coralívoras, por lo cual cambios en su abundancia y distribución indicarían cambios en las condiciones del arrecife (Reese, 1994). Por ello, la tendencia de estabilidad en la abundancia de este grupo podría sugerir indirectamente que los arrecifes monitoreados por el SIMAC no han presentado cambios fuertes en términos de su estructura coralina en el tiempo. Teniendo en cuenta que otras familias evaluadas como Balistidae (cachúas), Carangidae (jureles), Kyphosidae (chopas), Labridae (falsos loros) y Pomacanthidae (isabelitas) muestran a través del monitoreo nulos o muy bajos valores de abundancia, se decidió no incluir sus datos en las gráficas, aunque se presentan en la tabla 4

como información complementaria.

Tabla 4. Información complementaria de los promedios y errores estándar (abajo) de la abundancia (individuos/60 m²) de ciertas familias selectas de peces para la bahía de Chengue, islas del Rosario, San Andrés y Gorgona de 1998-2003.

			CHENGUE			
FAMILIAS	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Carangidae	0.17	0.00	0.00	0.25	1.88	0.54
	0.17	0.00	0.00	0.14	0.94	0.51
Kyphosidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.02
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.02
Labridae	0.00	0.00	0.00	0.75	0.29	1.00
	0.00	0.00	0.00	0.38	0.04	0.20
Pomacanthidae	0.67	1.17	0.58	0.75	1.42	0.65
	0.44	0.55	0.17	0.25	0.51	0.23
			ISLAS DEL ROSARIO			
Balistidae	0.00	0.00		0.00	0.11	0.06
	0.00	0.00		0.00	0.07	0.06
Carangidae	0.00	0.00		0.22	2.42	1.95
	0.00	0.00		0.22	0.25	0.38
Kyphosidae	0.00	0.00		0.00	5.53	0.13
	0.00	0.00		0.00	2.36	0.13
Labridae	0.00	0.00		0.00	0.58	0.23
	0.00	0.00		0.00	0.17	0.09
Pomacanthidae	0.33	0.83		0.56	0.75	0.42
	0.17	0.83		0.31	0.19	0.13
			SAN ANDRÉS			
Balistidae		0.00	0.00	0.08	0.22	0.20
		0.00	0.00	0.08	0.17	0.05
Carangidae		0.00	0.17	0.33	0.50	0.53
		0.00	0.08	0.08	0.13	0.13
Labridae		0.00	0.00	0.08	0.10	0.23
		0.00	0.00	0.08	0.03	0.02
Pomacanthidae		0.58	0.00	0.00	0.87	0.45
		0.30	0.00	0.00	0.35	0.06
			GORGONA			
Carangidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
Kyphosidae	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	0.07
	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	0.07
Labridae	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00
Zanclidae	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04

En las nuevas estaciones del Parque Tayrona y Santa Marta se encontró un esquema un poco diferente al detectado para las otras áreas del Caribe en cuanto a las familias más abundante. En el caso de la bahía de Gayraca, los roncos (Haemulidae) y cirujanos (Acanthuridae) presentaron las mayores densidades con 10 y 5 ind/60 m² respectivamente, en Granate fueron los roncos y

las damiselas (16 y 7 ind/60 m² respectivamente) y en Santa Marta sobresalieron los cirujanos con 7 ind/60 m² y los peces loros (Scaridae) con 5 ind/60 m² (Figura 47). En la nueva área del Pacífico (Isla Malpelo) se destacaron ampliamente las damiselas con densidades de 38 ind/60 m² así como los pargos (Lutjanidae16 ind/60 m²) y chernas (Serranidae10 ind/60 m²) (Figura 47).

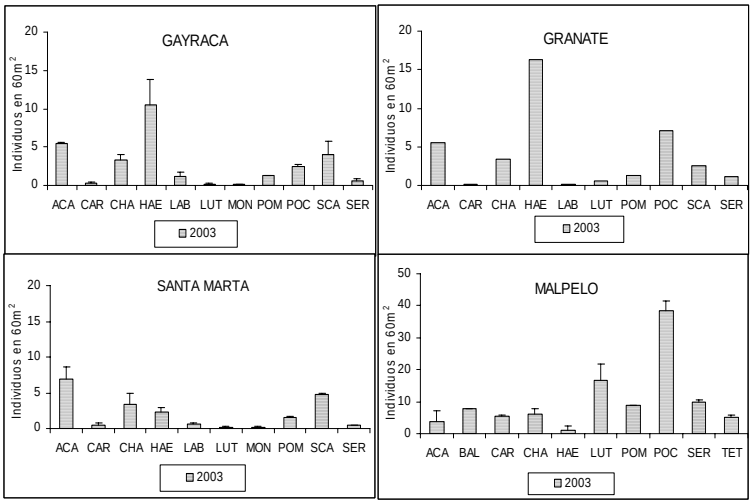

Figura 47. Promedios y errores estándar de la abundancia (individuos/60 m²) de familias selectas de peces integrando los niveles de profundidad (Isla Malpelo) y del nivel medio (Caribe) de las nuevas áreas de monitoreo SIMAC para el 2003. ACA=Acanthuridae; BAL=Balistidae; CAR=Carangidae; CHA=Chaetodontidae; HAE=Haemulidae; LAB=Labridae; LUT=Lutjanidae; MON=Monacanthidae; POM=Pomacanthidae; POC=Pomacentridae; SCA=Scaridae; SER=Serranidae; TET=Tetradontidae.

En cuanto al área de Providencia, se observa que en ambos sectores (Occidental y Manzanillo) las damiselas y los peces loros presentan las densidades más altas durante los años monitoreados (Figura 48). También para la mayoría de familias, fue evidente que durante el 2001 los valores de abundancia aumentaron significativamente respecto del 2000 (esto para el sector occidental) y nuevamente disminuyeron del 2001 al 2003 (Figura 47), excepto para las dos familias más abundantes -Pomacentridae y Scaridae- las cuales aumentaron su densidad del 2002 al 2003 (Figura 48). En San Andrés, dos de las tres estaciones adicionales (Little Reef y Emisario) sólo cuentan con información de abundancia para el 2002, mientras Acuario tiene además datos para el 2003. Entre éstas la estación Acuario exhibe en general las más altas densidades entre las familias evaluadas (Figura 49). También se observó que durante el 2002 los peces loros son el grupo más abundante en las tres estaciones con valores entre 5-10 ind/60 m². Otras familias que se destacaron fueron los cirujanos en Acuario (9 ind/60 m²) y las damiselas en Little Reef y

Emisario (10 y 3 ind/60 m², respectivamente) (Figura 49). Para el 2003 en Acuario se presentó una reducción importante en la densidad de peces loros (11 a 4 ind/60 m²) y de roncos (7-1 ind/60 m²). Debido a que las series de datos no son lo suficientemente extensas, no es posible realizar inferencias temporales sobre éstas variaciones. No obstante, considerando la variabilidad que se ha registrado para las estaciones de San Andrés en el sector sur-occidental en un conjunto de años más amplio (Figura 44), se presume que estas fluctuaciones no significan cambios significativos en las poblaciones de peces.

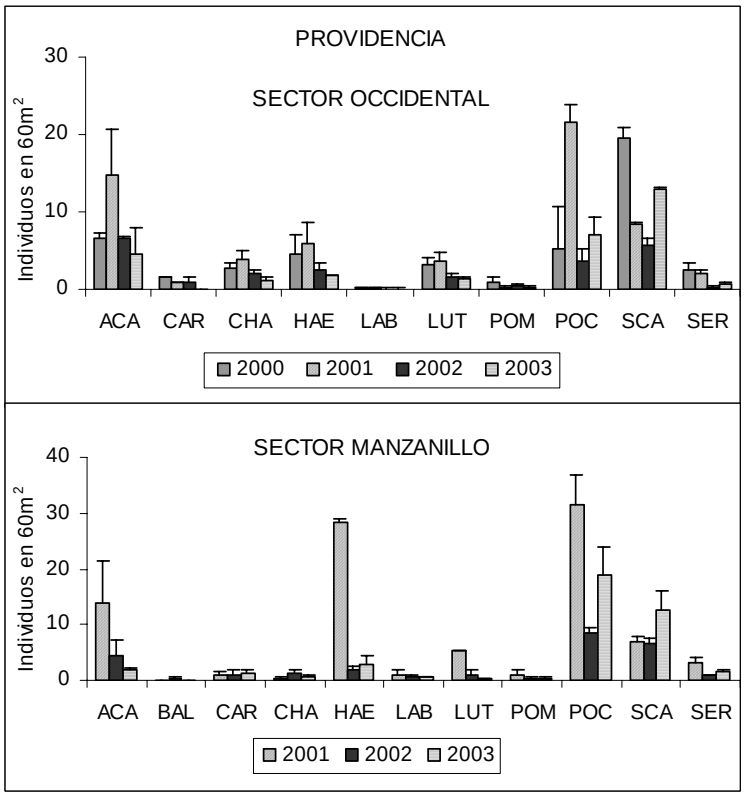

Figura 48. Promedios y errores estándar de la abundancia (individuos/60 m²) de familias selectas de peces integrando los niveles de profundidad de las estaciones de Providencia de 2001-2002. ACA=Acanthuridae; BAL=Balistidae; CAR=Carangidae; CHA=Chaetodontidae; HAE=Haemulidae; LAB=Labridae; LUT=Lutjanidae; POM=Pomacanthidae; POC=Pomacentridae; SCA=Scaridae; SER=Serranidae.

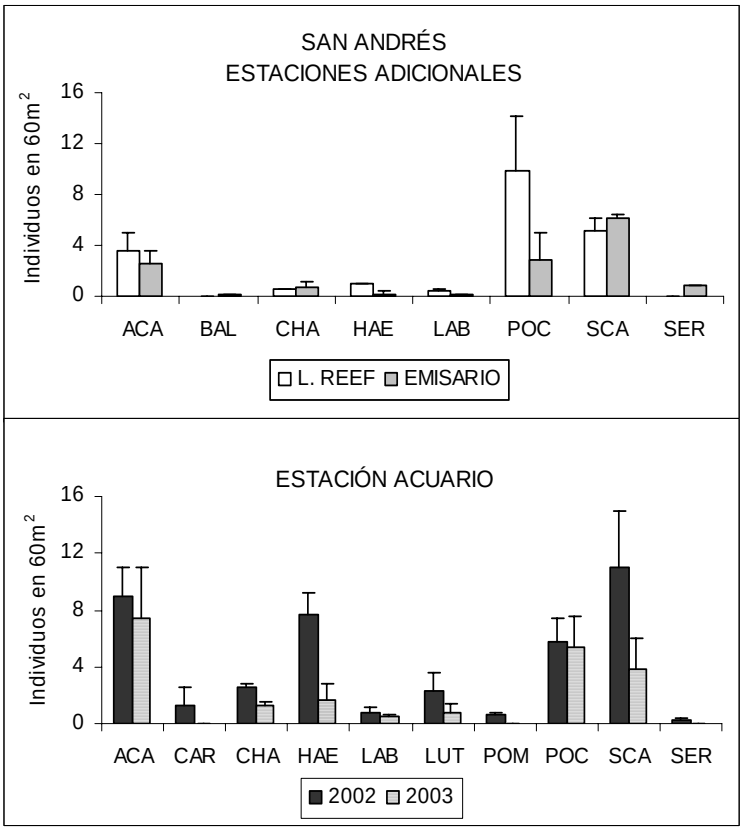

Figura 49. Promedios y errores estándar de la abundancia (individuos/60 m²) de familias selectas de peces integrando los niveles de profundidad para las estaciones Little Reef y Emisario en el 2002 y del nivel somero de Acuario del 2002-2003 en San Andrés. ACA=Acanthuridae; BAL=Balistidae; CAR=Carangidae; CHA= Chaetodontidae; HAE=Haemulidae; LAB=Labridae; LUT=Lutjanidae; POM=Pomacanthidae; POC= Pomacentridae; SCA=Scaridae; SER=Serranidae.

Conforme la tendencia observada en años anteriores, durante el 2003 los grupos económicamente significativos como pargos (Lutjanidae) y meros-chernas (Serranidae) continuaron muy escasos (máximo 1 ó 2 ind/60 m²) en todas las áreas de monitoreo del Caribe; incluso en el 2003 estas densidades fueron aún menores. Por ejemplo, en la bahía de Chengue durante el 2002 se había registrado un aumento en la densidad de pargos y roncos comparado con el 2001 (con 5 y 14 ind/60 m², respectivamente), mientras en el 2003 estos dos grupos

exhibieron una significativa disminución (1 y 6 ind/60 m², respectivamente).

Así mismo en Gorgona durante el 2003 y a diferencia del 2002, la densidad del grupo de los pargos y roncos también se redujo considerablemente pasando de 26 a 3 ind/60 m² (pargos) y de 32 a 6 ind/60 m² (roncos). La única área que mostró un estado opuesto durante el 2003 fue la isla Malpelo, donde los serránidos y pargos se reconocieron entre las familias más abundantes con valores de 10 y 16 ind/60 m², respectivamente. De todas maneras es importante resaltar que en dos de las nuevas estaciones del Parque Tayrona (Granate y Gayraca), al menos los roncos (Haemulidae) presentaron hasta 16 ind/60 m² (Figura 47) y en Providencia los pargos registraron de 4-5 ind/60 m² (Figura 48).

No es extraño que las familias de herbívoros de importancia ecológica como Pomacentridae, Scaridae y en ocasiones Acanthuridae presenten las más altas densidades en los arrecifes evaluados por el SIMAC pues, acorde con esto, otros autores (Lewis y Wainwright, 1985; Choat, 1991) las han catalogado entre los grupos más abundantes y característicos de los ambientes coralinos. Sin embargo e independiente de esto, es claro que los demás resultados revelan muy bajas densidades para los grupos de peces arrecifales de valor comercial (roncos, pargos, meros y cabrillas). Es muy probable que la disminución de la abundancia de estos grupos en Gorgona esté más bien ligada la variación temporal de la comunidad íctica (mencionado anteriormente), que a una situación de escasez por sobrepesca. Sin embargo, para poder comprobar esta presunción será necesario contar con más evaluaciones y realizarlas en la misma época. De otro lado, cuando se observan fuertes fluctuaciones en la abundancia de ciertas familias para cualquiera de las áreas, es importante tener en cuenta que ocasionalmente un cardumen de peces nómadas y gregarios como los cirujanos (Acanthuridae) y algunas especies de roncos (Haemulidae) pueden quedar incluido dentro de los censos y por lo tanto incrementar la abundancia del grupo. Este parecería ser el caso de la familia Haemulidae para Gorgona, Providencia (estación Manzanillo) y San Andrés (estación Acuario) durante el 2002 (Figuras 46, 48 y 49).

Indudablemente las áreas coralinas cercanas a ciudades densamente pobladas deben ser las más afectadas por la pesca intensiva y por lo tanto esperar una recuperación natural es difícil. Por el contrario, áreas menos desarrollas y remotas como Providencia en el Caribe y Gorgona y Malpelo en el Pacífico, se beneficiarán por tales características en cuanto a la conservación y sostenibilidad no sólo de sus recursos ícticos arrecifales sino de su biodiversidad en general. Una amplia revisión acerca de los impactos de las actividades pesqueras en los arrecifes coralinos sugiere que la extracción es potencialmente una de las principales fuerzas que estructuran directa e indirectamente los arrecifes modernos (Bohnsack, 1994). Teniendo en cuenta que en Colombia la situación de "Parque Nacional Natural" no implica la intangibilidad de las áreas arrecifales, se recomienda realizar una zonación de áreas de "NO TAKE" al interior de las áreas marinas protegidas para contar al menos con unos pocos laboratorios naturales y así poder distinguir los efectos de la pesca de otros factores que afectan las interacciones ecológicas de los arrecifes (Bohnsack, 1994).

De todas maneras el cuidado y control que ejercen actualmente los Parques Nacionales sobre las áreas coralinas son fundamentales para mantener al menos las condiciones actuales de nuestros arrecifes. También es necesario realizar vedas y estudios de biología reproductiva de las especies de peces arrecifales de importancia comercial que se observan diezmadas así como de aquellas mencionadas en el libro rojo de especies amenazadas -*Epinephelus itajara, E. striatus, Lachnolaimus maximus* entre otros- (Mejía y Acero, 2002).

4.4 Tensores e Impactos sobre los Arrecifes

Numerosos trabajos recientes han puesto en evidencia y descrito la problemática de degradación acentuada que se ha presentado en los arrecifes coralinos de prácticamente todos los rincones del mundo durante los últimos 20 años. Entre los principales signos de deterioro observados se cuentan la reducción progresiva de la cobertura coralina viva y el paso a la dominancia de las algas bentónicas, la ocurrencia de mortandades masivas de diversos organismos arrecifales (corales duros, abanicos de mar, erizos), la proliferación de blanqueamientos, el incremento de enfermedades coralinas y la escasez de recursos pesqueros (Rogers, 1985; Glynn, 1993; Ginsburg, 1994, Hughes, 1994; Birkeland, 1997; Santavy y Peters, 1997). Los arrecifes colombianos no han escapado a este proceso de degradación y la presencia de todos estos y otros signos de alteración ha sido documentada en la mayoría de las áreas arrecifales del Caribe, donde se ha estimado una reducción de la cobertura coralina a un nivel promedio de 20-30% (Garzón-Ferreira y Kielman, 1994; Garzón-Ferreira, 1997; Barrios, 2000; Díaz *et al*., 2000; Garzón-Ferreira *et al*., 2001). En nuestros arrecifes del Pacífico la problemática ha sido mucho menos grave y en la actualidad registran coberturas coralinas altas (promedios de 60-70%), a pesar de que estos arrecifes están sometidos a perturbaciones naturales recurrentes (Zapata *et al*., 2001; Zapata y Vargas-Angel, 2003). En 1982-83 ocurrieron mortandades masivas de corales debido al efecto del fenómeno de "El Niño" (Prahl, 1983, 1985;). Sin embargo, durante El Niño de 1997-98 el blanqueamiento y mortandad fue menor (Vargas-Ángel *et al.* 2001). Las exposiciones aéreas de los corales durante mareas bajas extremas son también una fuente de perturbación importante (Zapata et al., 2001; Zapata y Vargas-Ángel, 2003).

Los principales tensores que han afectado los arrecifes coralinos de Colombia durante los últimos 30 años se hallan reseñados y calificados en la Tabla 7. Se aprecia que los arrecifes del Caribe y el Pacífico han estado aparentemente sometidos a un nivel similar de amenazas naturales, pues en ambos casos se identificó el mismo número de tensores y la puntuación total resultó muy parecida (20 y 18, respectivamente). En contraste, las amenazas antropogénicas parecen ser mucho más graves en el Caribe, pues se identificó una mayor variedad de tensores (16) que en el Pacífico (10), así como una puntuación total de severidad muy superior (54 en el Caribe contra 22 en el Pacífico).

Tabla 7. Lista de amenazas naturales y antropogénicas que han estado afectando la biodiversidad de los arrecifes coralinos de las costas colombianas del Caribe y el Pacífico durante las últimas tres décadas, calificadas según su severidad de la siguiente forma: 0=amenaza ausente; 1=amenaza baja generalizada; 2=amenaza baja localizada; 3=amenaza media; 4=amenaza alta localizada; 5=amenaza alta generalizada. Tomado de Garzón-Ferreira *et al.* (2000).

Amenazas	**Caribe**	**Pacífico**
Naturales		
1. Calentamiento global	3	3
2. Eventos de "El Niño"	0	3
3. Blanqueamiento coralino	3	3
4. Proliferación de enfermedades coralinas	3	1
5. Mortandad del erizo negro *Diadema*	3	0
6. Proliferación de algas	3	0
7. Florecimientos de fitoplancton / mareas rojas	0	2
8. Huracanes	4	0
9. Tectonismo / terremotos	0	2
10. Mareas bajas extremas	0	3
11. Surgencias ("upwellings")	1	1
Puntuación impactos naturales	**20**	**18**
Antropogénicas		
1. Incrementos en sedimentación	4	2
2. Deforestación	5	4
3. Dragados	2	0
4. Alteraciones del curso de ríos	4	2
5. Extracción de coral para construcción	2	0
6. Extracción de coral para artesanías	2	2
7. Extracción de peces	5	2
8. Sobrepesca	5	1
9. Pesca con explosivos	4	4

Amenazas	Caribe	Pacífico
10. Actividades de turismo	4	1
11. Actividades náuticas	2	2
12. Actividades de buceo	2	0
13. Desarrollo urbano	4	0
14. Contaminación por aguas negras	4	0
15. Contaminación por basuras	3	0
16. Contaminación por hidrocarburos	2	2
Puntuación impactos antropogénicos	54	22
PUNTUACIÓN TOTAL DE IMPACTOS	**74**	**40**

Entre las amenazas naturales de mayor impacto en las dos costas (aquellas que suman en conjunto más de 5) estarían el calentamiento global y el blanqueamiento coralino, destacándose además en el Caribe los huracanes, la mortandad del erizo *Diadema*, las enfermedades coralinas y la proliferación de algas, y en el Pacífico los eventos "El Niño" y las mareas bajas extremas. En cuanto a las amenazas antropogénicas de mayor impacto en las dos costas se tienen la deforestación, la pesca con explosivos, la extracción de peces e invertebrados (principalmente langosta y caracol), las alteraciones del curso de ríos y los incrementos en sedimentación. En el Caribe aparecen además con valores altos la sobrepesca, las actividades de turismo, el desarrollo urbano y la contaminación por aguas negras. Díaz *et al.* (2000) también califican el calentamiento global como la principal causa natural de deterioro en las áreas coralinas colombianas en general, mientras que la sobrepesca y las actividades náuticas son propuestas como los tensores antrópicos de mayor impacto.

4.5 Arrecifes en Áreas Marinas Protegidas

En cuanto a la representatividad de las áreas coralinas Colombianas dentro del Sistema Nacional de Areas Protegidas (SINAP), aproximadamente 404 km² forman parte del SINAP (Tabla 4), lo cual representa apenas un 14% de la extensión total ocupada por áreas coralinas. Entre ellas se incluyen seis áreas en Parques Nacionales Naturales, de las cuales cinco están en el Caribe (Islas de San Bernardo, Islas del Rosario-Barú, Bajo Tortugas, Parque Natural Tayrona y McBean en Providencia) y dos en el Pacífico (Isla Gorgona y Ensenada de Utría).

Los arrecifes de la isla de Malpelo se hallan protegidos dentro la categoría de Santuario de Fauna y Flora. Dichas áreas protegidas estarían cobijando una extensión total de 227 km² que equivalen al 21% en términos de fondos con cobertura coralina relevante (Tabla 4). Un estudio reciente

llevó a cabo una evaluación detallada de la representatividad de las diferentes unidades de paisaje coralino en las áreas arrecifales del sector central del Caribe colombiano (Rojas, 2001). Dicho trabajo precisa que en las áreas de Rosario-Barú-Tortugas y San Bernardo (circunscritas dentro del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo), los fondos con cobertura coralina importante no se encuentran totalmente dentro del sistema de protección, siendo incluidos un 96% en el primer caso y un 77% en el segundo. Esto sugiere que al hacer análisis más minuciosos de todas las áreas coralinas protegidas, los valores totales de representatividad estimados inicialmente pueden resultar todavía más bajos. Por otra parte, todas las áreas coralinas del archipiélago de San Andrés y Providencia, las cuales albergan la mayor parte (75%) de nuestros arrecifes (Díaz et al., 2000), fueron declaradas por la UNESCO en el 2000 como una nueva "Reserva de la Biosfera" (Seaflower). Aunque esta calificación no tiene implicaciones legales de protección a nivel nacional, las Reservas de Biosfera propenden por preservar los principales tipos de ecosistemas y paisajes de nuestro planeta, conservar la diversidad biológica, facilitar la investigación científica, apoyar la educación ambiental y ayudar a definir modelos de desarrollo sostenible para la humanidad. En este sentido, dentro de la iniciativas de Reserva de Biosfera en el archipiélago, CORALINA está en el proceso de implementar -con la participación de la comunidad local- un sistema de áreas marinas protegidas para usos múltiples en el Archipiélago que incluirá zonas de conservación, el cual se espera establecer en el transcurso del 2004 (Howard *et al.,* 2003).

4.6 Conclusiones

- En las áreas pioneras de monitoreo SIMAC del Caribe y Pacífico colombianos (Chengue, San Andrés sector occidental, Islas del Rosario y Gorgona) que han sido monitoreadas desde 1998, los arrecifes no mostraron evidencias de cambio en el 2003 con respecto a lo registrado en años anteriores en términos de su cobertura de corales vivos. En cuanto al componente algal y al sustrato abiótico se presentaron pequeñas variaciones particulares que no se relacionaron con algún proceso de deterioro en estos arrecifes. Por su parte, la segunda evaluación (2003) de las estaciones del Urabá chocoano e Islas San Bernardo (instaladas en el 2002) no reveló cambios importantes en sus arrecifes.

- Los arrecifes evaluados de la bahía de Santa Marta, San Andrés (Acuario, Emisario, Little Reef) y Providencia no revelaron pérdidas importantes recientes (1998-2003) de cobertura coralina viva, sin embargo, un análisis retrospectivo sugiere que el proceso de deterioro descrito desde hace más de 10 años continúa en San Andrés, específicamente en las estaciones Acuario y Little Reef y en la bahía de Santa Marta.

- Las nuevas áreas de monitoreo en Malpelo (Pacífico), la Bahía de Gayrca y la Ensenada de Granate (PNN Tayrona), se destacaron por sus buenas coberturas de coral (50%,

43.4% y 34.9%, respectivamente) y se caracterizaron por presentar en general condiciones similares a estaciones o áreas arrecifales análogas geográficamente.

- En un contexto regional (sector sur de América Tropical) los arrecifes monitoreados presentan un buen estado de conservación en términos de sus coberturas coralinas, sobresaliendo Gorgona y Malpelo en el Pacífico, y el Urabá chocoano y la Bahía de Granate en el Caribe. Lo anterior amerita mantener e incrementar las iniciativas para preservarlos.

- En general las estaciones SIMAC presentaron en el año 2003 valores bajos (menores del 4%) de incidencia de enfermedades coralinas. Aunque San Andrés continúa con los mayores índices de todas las áreas, se aprecia recientemente (2001-2003) una tendencia de descenso en la incidencia de esta condición de salud.

- En el año 2003, las Islas del Rosario y Chengue fueron las únicas áreas que presentaron un aumento tanto en la incidencia de enfermedades como de blanqueamiento. Los valores promedio de Urabá para blanqueamiento son los más altos, pero es debido a la presencia masiva de lunares blancos en los arrecifes dominados por *Siderastrea siderea.*

- Aún cuando se esté observando una disminución en la incidencia de enfermedades y blanqueamiento en algunas de las estaciones SIMAC, es necesario continuar con los monitoreos anuales pues estos síndromes continúan observándose en todas las áreas de la costa Caribe y Pacífica. Para Gorgona es especialmente importante determinar con certeza la presencia de la enfermedad de la Plaga Blanca, considerando el grado de afección que ésta ha causado en el Caribe y por el daño que podría llegar a generar en los arrecifes del Pacífico.

- La abundancia de gorgonáceos en el nivel medio de la Bahía de Chengue, alcanzó un promedio mínimo durante el último año, señalando una tendencia de disminución sostenida durante los 2 últimos años. Por otra parte, en el sector occidental de Providencia (Canal Bar y San Felipe) ocurrió una disminución significativa durante el último año (alcanzándose el mínimo valor promedio registrado históricamente), lo cual puede indicar el deterioro de estos conspicuos organismos arrecifales en el área.

- La dinámica temporal de las abundancias de gorgonáceos en las demás áreas monitoreadas desde 1998 en el Caribe no exhibe patrones definidos. Por su parte, las áreas recientemente instaladas en el Caribe, no presentaron cambios importantes durante periodo 2002-2003, sin embargo, la continuidad del monitoreo permitirá establecer si se manifiesta alguna tendencia.

- Aunque en ninguna área es posible esclarecer algún patrón de cambio temporal en la densidad de invertebrados móviles de importancia económica como la langosta, el pulpo, el caracol pala y la cangreja, las bajas densidades y su presencia ocasional sugieren un probable estado de sobre–explotación de estos valiosos recursos.

- Se observaron durante el último año cambios leves en la densidad de erizos en la Bahía de Chengue, Urabá chocoano, Islas de San Bernardo y en las estaciones monitoreadas por CORALINA y además, una interrupción de la tendencia de aumento de erizos en Islas del Rosario y el sector sur-occidental de San Andrés. No obstante, la prolongación del monitoreo es necesaria para corroborar dichas tendencias.

- Los descensos drásticos de la densidad de erizos del género *Diadema* presentes en Gorgona y el sector occidental de Providencia constituyen alertas de una posible mortalidad de estas "especies claves". Por su parte, una tendencia clara de incremento progresivo de la especie *Diadema antillarum* fue evidente únicamente en el nivel somero del sector sur-occidental de San Andrés y durante un corto periodo de tiempo en el sector oriental. Por lo tanto, la continuidad del monitoreo de estas especies es importante para determinar las posibles implicaciones ecológicas en el equilibrio y salud de estos arrecifes.

- El nivel de riqueza de peces (número de especies observadas por censo) se mantuvo estable en el 2003 respecto del 2002 para las islas del Rosario (41-42), islas San Bernardo (34-36) y San Andrés sector sur-occidental (44-45), aumentó ligeramente en la bahía de Chengue (46 a 51) y el Urabá chocoano (38 a 45) y disminuyó en Providencia (54 a 45 para Manzanillo y 46 a 38 para sector occidental), San Andrés sector nororiental (56 a 36 para Emisario y 53 a 37 para Acuario) y Gorgona (36 a 29). El valor de riqueza encontrado en Malpelo (39) es el más alto de los reportados en las áreas del Pacífico. En las nuevas estaciones del PNN Tayrona y el área de Santa Marta se encontraron valores de riqueza (52 y 46, respectivamente) coherentes con el intervalo de las demás áreas Caribeñas (33-51 especies) pero con tendencia a estar entre los más altos.

- En cuanto a la abundancia de peces, similar a lo observado en años anteriores, durante el 2003 las áreas del Caribe (incluyendo Providencia y nuevas estaciones del PNN Tayrona y Santa Marta) presentaron escasez de grupos de importancia comercial (como pargos, meros, chernas, etc) con valores nulos o muy bajos (máximo de 5 ind/60 m^2). Exceptuando las nuevas estaciones del PNN Tayrona y Santa Marta, las familias Pomacentridae y Scaridae continúan siendo las más abundantes entre los grupos evaluados (10-32 ind/60 m^2 de damiselas y 4-12 ind/60 m^2 de loros) para todas las áreas caribeñas. En Gorgona y Malpelo, las damiselas presentaron altas densidades (12 y 38 ind/60 m^2, respectivamente), sin embargo, en esta última área los pargos y

serránidos también fueron importantes (16 y 10 ind/60 m^2, respectivamente). En las estaciones del PNN Tayrona se destaca la densidad de roncos (10-16 ind/60 m^2) mientras en Santa Marta sobresalieron los cirujanos (6 ind/60 m^2).

4.7 Recomendaciones

- Es necesario seguir con los estudios y monitoreos de los arrecifes colombianos en el largo plazo, ya que, si bien durante el 2003 no se registraron signos de deterioro, hay que confirmar cambios aparentes y dilucidar las tendencias futuras con datos adicionales. Además, es claro que los agentes de degradación y las amenazas continúan sobre estos arrecifes y en general sobre todos los arrecifes del mundo, y ante los dramáticos eventos de deterioro del ecosistema coralino registrados ampliamente durante las últimas décadas, no es posible bajar la guardia.

- Aunque se extendió la cobertura del SIMAC con nuevas estaciones en el Parque Tayrona y la Isla de Malpelo (total áreas 8) durante el 2003, se recomienda seguir ampliándola hacia otros arrecifes colombianos, ya que en la actualidad sólo se está observando de manera sistemática menos de una tercera parte de las áreas arrecifales existentes en el país. La expansión debe contemplar también un incremento significativo en el número de estaciones por área, de unidades de paisaje, de zonas ecológicas, de hábitats y de tipos de comunidades, así como de variables evaluadas. En la medida en que se cuente con mayor cantidad de información, se podrá tener un diagnóstico más completo y confiable de la situación de este valioso ecosistema en el país, y del mismo modo se podrán definir mejores pautas para su manejo y conservación.

- Para ello, es urgente que las entidades del estado que patrocinan la investigación y la protección de los recursos naturales, establezcan mecanismos para facilitar la asignación de recursos a actividades específicas de monitoreo ambiental en el largo plazo, ya que con frecuencia se encuentran restricciones en este sentido que dificultan la continuidad de los programas.

- Existen muy pocas leyes o políticas específicas en el país que involucren la protección y manejo sustentable de los arrecifes de coral, por lo cual hay que comenzar a trabajar para reforzar esta deficiencia e involucrar la investigación y el monitoreo como elementos fundamentales para la preservación de estos ecosistemas.

- Mantener el estatus de área protegidas a los Parques Nacionales Naturales que incluyen ya arrecifes coralinos dentro de sus territorios y evaluar la conveniencia de designar las demás áreas coralinas del país en alguna categoría dentro del sistema de áreas marinas protegidas.

- Impulsar, dentro de las comunidades usuarias de los arrecifes, actividades de educación ambiental con énfasis en la preservación de los recursos arrecifales, de modo que la conservación de este ecosistema sea una labor integral que involucre no solo la investigación científica y el monitoreo ambiental, sino además la concientización sobre el valor y la problemática de los arrecifes de coral.

- Examinar la viabilidad y pertinencia de realizar actividades de reproducción en cautiverio y repoblación de especies arrecifales sobre-explotadas de peces e invertebrados móviles de importancia económica, así como implementar alternativas productivas ambientalmente sanas para los pescadores, que permitan reducir la presión pesquera y propiciar la recuperación de estos valiosos recursos en los arrecifes colombianos.

4.8 Literatura Citada

Acosta, L. A. 1989. Composición y estructura de la comunidad de corales hermatípicos en tres zonas representativas de la región de Santa Marta (Punta Betín, Isla Morro Grande y Ensenada Granate, Mar Caribe Colombia). Tesis de pregrado Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional, Bogotá, 242p.

Arias, L.J. 2002. Manual del usuario del SISMAC, Sistema de Información y Soporte para el Monitoreo de Arrecifes Coralinos. INVEMAR, Santa Marta, 60 p.

Aronson, R.B. y W. F. Precht, 2001. White-band disease and the changing face of Caribbean coral reefs. Hidrobiología, 460: 25-38.

Barrios. L.M. 2000. Evaluación de las principales condiciones de deterioro de los corales pétreos en el caribe colombiano. Tesis de M.Sc. Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia-INVEMAR, Santa Marta, 150p.

Birkeland, C. (Ed). 1997. Life and death of corals reefs. Chapman & Hall, Nueva York, 536p.

Bohnsack, J.A. 1994. The Impacts of fishing on Coral Reefs. 196-200. En Ginsburg, R.N. (Ed): Proc. of the Colloquium on Global Aspect of Coral Reefs: Health, Hazards and History. RSMAS, University of Miami, Miami, 420p.

CARICOMP. 1997. CARICOMP monitoring of coral reefs. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., 1:651-656.

CARICOMP, 2002. Download data from CARICOMP Coral Reef Surveys. http://www.ccdc.org.jm/download.html.

Caro Zambrano, C. 2003. Patrones de variación temporal y espacial de los arrecifes coralinos colombianos monitoreados en el periodo 1993-2002. Tesis de grado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina, Santa Marta, 182p.

Choat, J.H. 1991. The biology of herbivorous fishes on coral reefs. 120-155 En P.F Sale (Ed.). The Ecology of Fishes on Coral Reefs. Academic Press, San diego, 754p.

Cortés, J. (Ed). 2003. Latin America coral reefs. Elsevier Science B.V., Amsterdam, 497p.

Díaz, J. M., J. Garzón-Ferreira, y S. Zea. 1995. Los arrecifes coralinos de la Isla de San Andrés. Colombia: estado actual y perspectivas para su conservación. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvarez Lleras. No. 7, Santa Fe de Bogotá, 150p.

Díaz, J.M., 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 y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 175p.

Díaz, J. M., L. M. Barrios y D. I. Gómez–López (Eds). 2003. Las praderas de pastos marinos en Colombia: Estructura y distribución de un ecosistema estratégico. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 10, Santa Marta, 160p.

Díaz-Pulido, G. y J. Garzón-Ferreira. 2002. Seasonality in algal assemblages on upwelling-influenced coral reefs in the Colombian Caribbean. Botánica Marina, 45:284-292.

Edmunds P.J. y R.C. Carpenter. 2001. Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenile corals on a Caribbean reef. Ecology, 98 (9): 5067-5071.

Garzón-Ferreira, J. 1997. Arrecifes coralinos: Un tesoro camino a la extinción?. Colombia: Ciencia y Tecnología, 15 (1):11-19.

Garzón-Ferreira, J. y M. Kielman. 1994. Extensive mortality of corals in the Colombian Caribbean during the last two decades. 247-253. En Ginsburg, R.N. (Ed): Proc. of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History. RSMAS, University of Miami, Miami, 420 p.

Garzón-Ferreira, J.y J.H. Pinzón C. 1999. Evaluación rápida de la estructura y salud de las formaciones coralinas de la Isla de Malpelo (Pacífico colombiano). Bol. Invest. Mar. Cost., 28:137-154.

Garzón-Ferreira, J., J. Cortés, A. Croquer, H. Guzmán, Z. Leao y A. Rodríguez-Ramírez. 2000. Status of coral reefs in Southern Tropical America: Brazil, Colombia, Costa Rica, Panama and Venezuela: 331-348. En Wilkinson, C. (Ed): Status of Coral Reefs of the World: 2000. Australian Institute of Marine Science (AIMS), Cape Ferguson, Australia, 361p.

Garzón-Ferreira, J., D.L. Gil-Agudelo; L.M. Barrios y S. Zea. 2001. Stony coral diseases observed in southwestern Caribbean reefs. Hidrobiología, 460: 65-69.

Garzón-Ferreira, J.; M.C. Reyes-Nivia y A. Rodríguez-Ramírez. 2002a. Manual de métodos del SIMAC–Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia. INVEMAR, Santa Marta, 102p.

Garzón-Ferreira, J.; A. Rodríguez Ramírez; S. Bejarano-Chavarro; R. Navas-Camacho y C. Reyes-Nivia. 2002b. Estado de los arrecifes coralinos: 29-40. En Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001. INVEMAR, Serie de Publicaciones Periódicas No. 8, Santa Marta, 178 p.

Garzón-Ferreira, J., J. Cortés, A. Croquer, H. Guzmán, Z. Leao y A. Rodríguez-Ramírez. 2002c. Status of coral reefs in southern tropical America in 2000-2002: Brazil, Colombia, Costa

Rica, Panama and Venezuela. 343-360. En: Wilkinson, C. (Ed). Status of Coral Reefs of the World:2002. Australian Institute of Marine Science (AIMS), Australia, 378p.

Garzón-Ferreira, J., A. Rodríguez Ramírez, S. Bejarano-Chavarro, R. Navas-Camacho y C. Reyes-Nivia. 2003. Estado de los arrecifes coralinos en Colombia: 81-114. En Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2002. INVEMAR, Serie de Publicaciones Periódicas No. 8, Santa Marta, 292p.

Ginsburg, R.N. (Ed). 1994. Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History. RSMAS, University of Miami, Miami, 420p.

Glynn, P.W. 1993. Coral reef bleaching: ecological perspectives. Coral Reefs, 12(1):1-17.

Green, R.H y S.R Smith. 1997. Sample program design and environmental impact assessment on coral reefs. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., 2:1459-1464.

Harvell, C. D. y T. Suchanek. 1987. Partial predation on tropical gorgonians by *Cyphoma gibossum* (Gastropoda). Mar. Ecol. Prog. Ser., 38:37-44.

Hayes, R.L y N.I. Goreau. 1998. The significance of emerging diseases in the tropical coral reef ecosystem. Rev. Bio.Trop., 46:172-185.

Hernández-Barrero, A. Lagos-Bayona, P. V. Daza y H. Rodríguez-Gómez. 1997. Crecimiento y mortalidad y estado de explotación del caracol pala *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Gastropoda: Strombidae) en el archipiélago de San Bernardo (Mar Caribe Colombiano). Boletín científico INPA, 5: 127-142.

Howard M, E. Connolly, E. Taylor y JM Mow. 2003. Community-based development of multiple use-use marine protected areas: promoting stewardship and sharing responsability for conservation in the San Andrés Archipelago, Colombia. Gulf and Caribbean Research, 14 (2):155-162.

Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. Science, 265:1547-1551.

Lewis, S.M. y P.C. Wainwright. 1985. Herbivore abundance and grazing intensity on a Caribbean coral reef. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 87: 215-228.

McClanahan T., N. Polunin y T. Done. 2002. Ecological states and the resilience of coral reefs. Conservation Ecology, 6(2):18.

Mejía, L.S. y A. Acero. (Eds). 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. La Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia, 174p.

Prahl, H. von. 1983. Blanqueo masivo y muerte de corales en la Isla de Gorgona, Pacífico colombiano. Cespedesia, 12:125-129.

Prahl, H. von. 1985. Blanqueamiento y muerte de corales hermatípicos en el Pacífico colombiano atribuidos al fenómeno del Niño 1982-83. Boletín EFRÉN, 12:22-24.

Reese, E.S.1994. Reef Fishes as Indicators of Conditions of Coral Reefs. 59-65. En Ginsburg, R.N. (Ed): Proc. Colloquium on Global Aspect of Coral Reefs: Health, Hazards and History. RSMAS, University of Miami, Miami, 420p.

Rogers, C.S. 1985. Degradation of Caribbean and Western Atlantic coral reefs and decline of associated fisheries. Proc. 5th Intern. Coral Reef Symp., 6:491-496.

Rojas, X. 2001. Representatividad de las áreas coralinas de la región central de la costa continental del Caribe colombiano (Ecorregión Archipiélagos Coralinos-ARCO) en el Sistema de Areas Protegidas. Tesis Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 85p.

Rojas-Ospina, M. A., J. Gallo- Nieto y J. Medina. 1996. Aspectos biológicos y reproductivos de la langosta espinosa, *Panulirus argus* en el departamento Archipiélago de San Andrés y Providencia y Santa Catalina (Caribe colombiano). Boletín científico INPA, 5:181-194.

Rodríguez-Ramírez, A. y J. Garzón-Ferreira. 2003. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la Bahía de Chengue (Caribe colombiano): 1993-1999. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 8, Santa Marta, 170p.

Rosenberg, E. y Y. Bem-Haim. 2002. Microbial diseases of corals and global warming. Environmental Microbiology, 4(6):318-326.

Rubio, E.A., A. Suárez, F. Estupiñán, W. Henao y B. Vargas. 1992. Los recursos ictiológicos de la Isla Malpelo (Colombia). I. Una revisión de su conocimiento y nuevos reportes para la ictiofauna de la isla. Mem. VIII Semin. Nal. Cien. Tecnol. Mar, Tomo II, CCO, Bogotá, 642-658p.

Rützler, K y D. Santavy. 1983. The black band disease of Atlantic reef corals. I. Description of the cyanophyte pathogen. P.S.Z.N.I: Mar. Ecol., 4:301-319.

Sánchez, J. A., J. M. Díaz, y S. Zea. 1997. Gorgonian communities in two contrasting environments on oceanic atolls of the southwestern Caribbean. Bull. Mar. Sci., 61(2):61-72.

Santavy, D.L: y E.C. Peters. 1997. Microbial pests: coral disease in the Western Atlantic. Proc. 8th Intern. Coral Reef Symp., 1:607-612.

Solano O.D. y H. Hernández. 1998. Comunidades ícticas de la Isla Malpelo (Pacífico colombiano) y anotaciones sobre estudios marinos en la isla. Informe Técnico, INVEMAR, Santa Marta, 7p.

Spalding, M.D.; C. Ravilious y E.P. Green. 2001. World atlas of coral reefs. Univ. California Press, Berkeley, USA, 424p.

Vargas-Ángel, B., F.A. Zapata, H. Hernández y J.M. Jiménez. 2001. Coral and coral reef responses to the 1997-98 El Niño event on the Pacific coast of Colombia. Bull. Mar. Sci., 69(1): 111-132.

Yoshioka, P.y B. Yoshioka. 1987. Variable effects of hurricane David on the shallow water gorgonians of Puerto Rico. Bull. Mar. Sci., 40 (1):32-144.

Yoshioka, P. y B. Yoshioka. 1989. Effects of wave energy, topographic relief and sediment transport on the distribution of shallow-water gorgonians of Puerto Rico. Coral Reefs, 8:145-152

Zapata, F.A. y Y.A. Morales. 1997. Spatial and temporal patterns of fish diversity in a coral reef at Gorgona Island, Colombia. Proc. 8th Int. Coral Reef Sym., 1:1029-1034.

Zapata, F.A. y B. Vargas-Angel. 2003. Corals and coral reefs of the Pacific coast of Colombia. 419-447. En J. Cortés (Ed.): Coral reefs of Latin America. Elsevier Science, Ámsterdam, 497p.

Zapata, F.A.; B. Vargas-Ángel y J. Garzón-Ferreira. 2001. Salud y conservación de las comunidades coralinas: 41-50. En Barrios, L.M. y M. López-Victoria (Eds). Gorgona Marina. Contribución al conocimiento de una isla única. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales 7, Santa Marta, 160p.

Zea, S. 1993. Cover of sponges and other sessile srganisms in rocky and coral reef habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean Sea. Car. J. Sci., 29(1-2):75-88.

Zea, S. 1994. Patterns of corals and sponge abundance in stressed coral reefs at Santa Marta, Colombian Caribean: 257-264. En: Soest R.W.M., van, T.M.G., van Kempen y J.C.Braekman (Eds.). Sponges in time and space. Biology, Chemistry, Paleontology. Balkema, Rotterdam, Amsterdam, 515p.

Zea, S. y F. Duque-Tobón. 1989. Bleaching of reef organisms in the Santa Marta region, Colombia: 1987 Caribbean-wide event. Trianea, 3:37-51.

6. ESTADO DE LOS MANGLARES EN COLOMBIA

6.1 Definición

Los ecosistemas de manglar se ubican en las zonas de transición entre el mar y la tierra y se componen de diferentes especies de flora y fauna de diversos niveles taxonómicos, algunos de los cuales interactúan en los dos ambientes (Field, 1997). El componente vegetal del manglar incluye las especies halófitas pertenecientes a 19 familias y cerca de 69 especies, entre las que se encuentran 65 árboles y arbustos, 3 helechos y una palma típica de estos ambientes (Lacerda *et al.*, 1993). En Colombia se encuentran cerca de nueve especies de mangles distribuidas en las dos costas.

Estas especies vegetales poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten colonizar terrenos anegados y sujetos a fluctuaciones en la salinidad (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983). Entre las adaptaciones morfológicas se encuentran la presencia de raíces zancos o raíces tabloides, hojas con glándulas secretoras de sal, lenticelas o poros respiratorios en las raíces aéreas, raíces especializadas o neumatóforos en algunas especies, y alta producción de semillas vivíparas, las cuales germinan aun ligadas a la planta y que además poseen capacidad para flotar por varias semanas o meses (Prahl e*t al.*, 1989, Field, 1997).

6.2 Importancia

De forma general se ha considerado a los manglares como ecosistemas altamente productivos al proveer variados recursos de flora y fauna que el hombre aprovecha directamente, y se ha estimado que las dos terceras partes de las poblaciones de los peces tropicales en el mundo dependen de las áreas de manglar y los detritos exportados por estos. La madera en todas sus formas es el recurso de mayor uso por parte de las comunidades locales para su uso como combustible, elaboración de carbón, construcción de casas, canoas y aparejos de pesca, y en las ciudades en la industria de la construcción, además en el pasado se usó la corteza con fines industriales para la extracción de taninos. En las áreas de manglares también es importante la extracción de recursos como la jaiba, el camarón, el chipi chipi, el ostión, la piangua y la ostra entre los más comunes.

Los manglares también proporcionan servicios ambientales que se consideran de suma importancia pero difícilmente mensurables, pues son las interacciones de sus componentes las que brindan beneficios directos y que se expresan como funciones. Los ecosistemas de manglar captan las aguas de escorrentía provenientes de áreas terrestres y así mismo subsidian de materia

y energía a otros sistemas (arrecifes de coral, pastos marinos), tienen valor como evapotranspiradores y suplen de humedad a la atmósfera, son agentes detoxificadores, captan sedimentos que funcionan como trampas naturales de contaminantes, contribuyen a mejorar la calidad del agua, actúan como amortiguadores de inundaciones, protegen la línea de costa, evitan la erosión y contribuyen en la estabilización de las playas, además, disipan la fuerza del viento y las olas y con ello reducen los posibles daños en áreas costeras y poblaciones ribereñas (Field, 1997; Sánchez-Páez *et al*., 1997, 2000).

Los manglares constituyen uno de los ecosistemas más productivos y frágiles y por ello su protección debe ser prioritaria, garantizando, mediante su gestión integral, la continuidad de la utilización de sus recursos forestales, biológicos e hidrobiológicos (MINAMBIENTE, 2002)

6.3 Distribución

Los bosques de manglar se distribuyen a lo largo de las zonas costeras del país y comprenden una superficie aproximada de 380.634 Ha, de las cuales 292.726 se encuentran en el litoral Pacífico y 87.908 en el Caribe. Estos bosques presentan diferencias en cuanto a su distribución, composición por especies y desarrollo estructural en las dos costas colombianas, en razón de las condiciones ambientales predominantes en cada región. La distribución por departamentos y su composición de especies se presenta en el Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2002.

6.3.1 Cobertura de los manglares en los departamentos de la costa Caribe de Colombia

Aun cuando las coberturas de los bosques de manglar no han experimentado cambios significativos con relación a los valores presentados en el informe correspondiente a 2002, las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y el Proyecto Manglares de Colombia han realizado planes de reforestación en el Caribe colombiano para la recuperación de áreas degradadas y entre las cuales se destacan las siguientes acciones:

En la Guajira, Corpoguajira estableció viveros para la producción de plantas de *R. mangle* y la siembra en áreas aledañas a la cuenca del río San Salvador con un área aproximada de 8 has (Barros, com pers).

En el Magdalena el Proyecto Manglares de Colombia con la participación de las comunidades de mangleros ha realizado la adecuación de viveros, producción de plantas de *R. mangle* y su establecimiento en parcelas para la restauración de la cobertura vegetal en áreas degradadas. En la zona de Sevillano, Ciénaga Grande de Santa Marta se han sembrado aproximadamente 300 hectáreas de *R. mangle*, junto con la apertura de 12 kilómetros de canales para facilitar los flujos

hídricos y la reducción de la salinidad en los sedimentos; asimismo en áreas aledañas al canal Clarín se han plantado cerca de 50 ha con la misma especie (Ulloa-Delgado, com. pers).

Asimismo en otros departamentos del Caribe colombiano las CAR han apoyado planes de repoblación del manglar con *R. mangle* por ser la especie que presenta mejores características de adaptación y manejo en vivero y en campo. Según información de Ulloa-Delgado, (com. pers) CARDIQUE ha impulsado la siembra de aproximadamente 200 ha en la zona de Barbacoas Delta del canal del Dique; CARSUCRE cerca de 40 ha; CVS 700 ha, y CORPOURABÁ 40 ha.

6.4 Estado de los Manglares en el Caribe y Pacífico colombiano

El estado de los manglares para algunas zonas del país es crítico, aun teniendo en cuenta que están legalmente protegidos por diferentes disposiciones de origen estatal. A pesar de los múltiples impactos negativos que han afectado los manglares, durante el año 2003 diversas entidades ambientales han adelantado proyectos de investigación tendientes a obtener mayor conocimiento sobre aspectos estructurales y funcionales así como también, acciones concretas para la restauración de estos ecosistemas entre las que se destacan:

6.4.1 Guajira

A finales de 2003 se dio inicio al Proyecto Diagnostico y reforestación de las zonas de manglar en el área de protección especial de Musichi, municipio de Manaure, La Guajira, Caribe colombiano. El proyecto involucra a las comunidades locales y tiene una duración de un año; participan mediante apoyo financiero, recursos humanos o técnicos, la Alcaldía de Manaure, La Universidad de la Guajira, Corpoguajira y el INVEMAR.

6.4.2 Magdalena

El INVEMAR con el apoyo de CORPAMAG y UAESPNN realiza el Proyecto de Monitoreo de las condiciones Ambientales y los cambios estructurales y funcionales de los recursos pesqueros y las comunidades vegetales en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Con relación a la vegetación de manglar, se han observado cambios apreciables en la cobertura de los bosques en las áreas aledañas a los caños por efecto de la reconexión hidrológica con el río Magdalena, sin embargo la prevalencia de las condiciones de déficit hídrico y la sedimentación de los caños ha dado lugar a incrementos en la salinidad de los suelos y mortalidad de la vegetación; a lo anterior se suma la ocurrencia de incendios forestales. La dinámica en la recuperación del manglar se ha evaluado a través de los cambios en su extensión a través del procesamiento de imágenes satelitales y verificación de campo. La información sobre las coberturas vegetales a 2003 no esta disponible y solo se cuenta con la presentada en el Informe del estado de los ambientes año 2002.

6.4.3 Bolívar

Con el fin de dar cumplimiento a la Resolución 0456 de 2003 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), por medio de la cual se ordena la elaboración de un modelo de desarrollo sostenible para los archipiélagos de nuestra señora del Rosario y San Bernardo, el INVEMAR, con apoyo de CARDIQUE, UAESPNN, DIMAR, la Alcaldía de Cartagena y EPAC contribuyeron a la definición de criterios para la delimitación del Área Marina Protegida Corales del Rosario y San Bernardo. Posteriormente y en el marco de la misma resolución, se diseñó el proyecto de investigación "Definición de un modelo de desarrollo sostenible para el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo y su área de amortiguamiento en el marco del Manejo Integrado de las Zonas Costeras"

Una de las actividades del proyecto fue actualizar la caracterización de la cobertura vegetal y definir su estado de conservación. Así, con relación a las áreas de manglar se ha determinado en campo y a través de información bibliográfica que tanto en la zona costera continental como en la insular, el principal tensor es la tala rasa con fines de aterramiento para la obtención de "nuevas tierras". En estas áreas se perciben numerosas franjas de manglar arrasadas casi en su totalidad por la construcción de muelles y estructuras que han modificado sustancialmente la dinámica e hidrología de la zona y repercuten negativamente en el desarrollo y la productividad del ecosistema, y en algunos casos el bosque se limita a una franja de unos pocos metros de ancho la cual se deja como fachada (Sánchez-Páez, et al, 1997; CARDIQUE-CIOH, 1998).

Entre las actividades realizadas por los pobladores locales en las áreas de manglar se ha identificado la tala selectiva, para su uso domestico (leña, construcción de viviendas y cercas). La adaptación de suelos para asentamientos humanos, ganadería y agricultura, particularmente en las márgenes del Canal del Dique, ha promovido la desaparición de la floresta de manglar. Además se destaca la construcción de piscinas para el establecimiento de camaroneras con la consecuente eliminación del manglar en la bahía de Barbacoas.

Sin embargo también se encuentran bosques en buenas condiciones ubicados en cercanías de la población de Santa Ana, en la denominada Zona de Reserva Ecológica y Parque Forestal y Zoológico Cacique Dulio, con un área aproximada de 420 has. Este sector que recibe aportes de agua dulce provenientes del Canal del Dique, se caracteriza por presentar el bosque de mejor estado y desarrollo del área, dominado por *A. germinans*, y con la mayor representatividad de *P. rhizophorae* en términos de porte y abundancia (CARDIQUE/ CIOH, 1998).

En cuanto al desarrollo de los bosques de manglar en la zona insular se observa que una alta variabilidad en las islas e inclusive dentro de una misma isla. Así en aquellas que presentan franjas costeras relativamente reducidas, se desarrollan rodales de manglar con alturas de 4 a 6 m, compuestos principalmente por *R. mangle*, mientras que en los márgenes de lagunas que reciben la influencia directa y permanente de los flujos hídricos (por ejemplo en Isla Grande, Isla

Palma), los árboles exhiben un mejor desarrollo estructural y alcanzan diámetros máximos de 20 cm o alturas hasta de 15 m.

Como consecuencia de las diversas actividades desarrolladas en el Área Marina Protegida, los bosques de manglar han sido afectados en su estructura, composición de especies y su extensión notablemente reducida. Asimismo, por efecto de la tala indiscriminada del manglar la isla Maravilla esta en proceso de desaparecer y la isla Ceycen ha sido dividida en dos. No obstante, aun se conservan importantes áreas de bosques de manglar y lagunas costeras cuya biodiversidad y oferta de bienes y servicios ambientales ameritan su conservación, así como el desarrollo de actividades de recuperación en algunas áreas impactadas por factores naturales o antrópicos.

De otra parte, en el área de las ciénagas de Tesca y Juan Polo desde febrero de 2003 se dio inicio al proyecto "Establecimiento de la línea base del plan de monitoreo ambiental para tratamiento y disposición final de las aguas residuales de Cartagena de indias". Dentro de sus objetivos específicos se tiene 1) la realización de estudios conducentes a conocer el estado actual de los manglares de las ciénagas de Tesca y Juan Polo, que permitan su caracterización y diagnóstico para determinar los posibles cambios que se puedan presentar en este ecosistema, producto de las acciones contempladas en el marco del Plan de Manejo de aguas residuales de la ciudad de Cartagena. 2) Determinar la dinámica de crecimiento, capacidad de regeneración natural y aspectos fitosanitarios de los manglares del complejo cenagoso. 3) Proponer - con base en los resultados de los estudios- lineamientos y directrices para el ordenamiento y manejo de los manglares del sistema Tesca-Juan Polo, dirigidos a acopiar la información necesaria para el reconocimiento legal de dicha zona como área protegida.

Uno de los alcances del proyecto con relación al componente de manglares es el de superponer e integrar la información ecológica, biótica, económica, social y cultural de impactos y amenazas. Además en la medida de lo posible, se deberá determinar la zonificación para el manejo del área en las categorías de preservación, restauración o recuperación, producción o uso múltiple, así como la necesidad de satisfacer requerimientos de uso sostenible de los recursos del manglar demandados por las poblaciones de las comunidades locales.

El proyecto es financiado por Aguas de Cartagena S.A. –E.S.P, y es ejecutado conjuntamente por INVEMAR y EcoQuímia. Los resultados aun no están disponibles para su divulgación pública debido a que el proyecto aun se encuentra en desarrollo.

6.4.4 Córdoba

Desde el año 2000 el INVEMAR realiza el Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltaico Estuarina del río Sinú, con el fin de evaluar los posibles cambios en los atributos estructurales y funcionales de la vegetación de manglar. El proyecto de Monitoreo es financiado por la Empresa Urrá S.A. - E.S.P.

Entre los resultados referentes a la estructura del manglar, se ha determinado que el arbolado de la Zona Deltáica estuarina del río Sinú, alcanza un desarrollo similar al de otras desembocaduras o deltas importantes, tales como los del río Magdalena, Canal del Dique y río Atrato. No obstante ha ocurrido una perdida considerable en términos de calidad estructural desde 1993 hasta el presente, con disminución del área basal y aumento de densidad (de 600 a 2.500 ind/ha), especialmente de individuos entre 2,5 y 7,5 cm, a causa de una intervención o extracción muy intensa sobre las clases de diámetro superiores a 6 cm.

Los individuos de *R. mangle* de mayor diámetro son más comunes en el sector estuarino, mientras que de *L. racemosa* y *A. germinans*, lo son en los sectores litoral y pie de monte, respectivamente, también se encuentran en el área las especies *Conocarpus erecta* y *Pelliciera rhizophorae*. En cuanto al incremento diamétrico, se ha registrado 0,35 cm año^{-1} para *L. racemosa* 0,33 cm año^{-1} para *R. mangle*, y 0,29 cm año^{-1} para *A. germinans*.

En torno a la producción de propágulos, *R. mangle* produce en forma continua aunque con diferente intensidad en el transcurso del año, mientras que *A. germinans* y *L. racemosa* lo hacen especialmente hacia las épocas de lluvias; en lo que va del proceso de monitoreo, el aporte de unidades reproductivas de *A. germinans* supera en más de 10 veces la de *R. mangle* y más de 100 a *L. racemosa*, no obstante, en términos de aporte de biomasa y de energía acumulada, la de *R. mangle* es casi 3 veces mayor que la de *A. germinans*. A pesar de la alta producción de propágulos, se ha notado un decrecimiento en la densidad de individuos jóvenes establecidos.

Las variables físicoquímicas salinidad, temperatura y conductividad, se mantuvieron en valores normales entre los rangos óptimos para el desarrollo del manglar, con disminución de las magnitudes durante las épocas de lluvias.

6.4.5 Nariño

En el marco del Plan de manejo integrado de la zona costera para el complejo de las bocanas de Guapi e Iscuandé se desarrolló la Fase II, con la participación de INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO, IIAP y MAVDT.

Con base en los objetivos de desarrollo de la Unidad de Manejo Integrado (UMI) Guapi-Iscuandé y de la problemática identificada durante la caracterización y el diagnóstico de la UMI se definieron seis categorías de manejo. En su definición participó un grupo interdisciplinario de

profesionales y posteriormente se involucró a las comunidades locales en el proceso de la socialización y la validación a través de los concejos comunitarios. Las categorías definidas son: recuperación, protección, preservación, uso sostenible, producción sostenible y desarrollo urbano.

Dentro del esquema de ejecución del plan de manejo integrado de la UMI Guapi-Iscuandé se ha planteado el desarrollo cinco líneas de acción que comprenden: Sostenibilidad de la base natural, Fortalecimiento del sistema de planificación ambiental, Promoción del desarrollo económico, Educación y participación y la Generación de conocimiento. Cada una de estas líneas presenta una serie de programas y proyectos a realizar en un lapso de 10 años, los cuales incluyen la conservación de los ecosistemas marinos y costeros estratégicos, el fortalecimiento del sistema regional de áreas marinas y costeras protegidas, la rehabilitación, restauración y monitoreo de ecosistemas deteriorados, la prevención y mitigación de riesgos naturales y el fortalecimiento de los procesos organizativos que garanticen la sostenibilidad de los recursos marino costeros, entre otros aspectos.

6.5 Tensores e Impactos

Los tensores e impactos se han descrito en el Informe 2002, no obstante la tala indiscriminada es un factor que ha afectado notablemente algunas islas en el Área marina protegida Corales del Rosario y San Bernardo. Se destaca la paulatina desaparición de isla Maravilla y la división de isla Ceycén en dos islas como consecuencia de la tala del bosque en la zona litoral y el mayor impacto de la dinámica marina.

6.6 Áreas Protegidas

Dentro de las áreas marino-costeras protegidas se incluyó la zona del Santuario de Flora y Fauna Jorge Ignacio Hernández Camacho "Mono Hernández". El Santuario tiene una extensión aproximada de 4.000 ha y en el se encuentran cerca de 1200 ha de bosques de manglar, así como también bosques de corcho *Pterocarpus officinalis* y una variedad de especies de fauna.

6.7 Conclusiones

Durante el año 2003 se llevaron a cabo varios proyectos de investigación en el litoral Caribe con el fin de caracterizar las coberturas vegetales en áreas costeras e insulares, determinar y evaluar los posibles impactos de obras civiles sobre áreas de manglar, así como también el establecimiento de viveros y planes de repoblación de áreas degradadas de manglar. Las actividades desarrolladas demuestran el interés creciente por minimizar los impactos ambientales sobre estos ecosistemas y las poblaciones locales que dependen de los recursos asociados, también se destacan las acciones de recuperación de la cobertura vegetal en varios departamentos que alcanzaron un área estimada de 1.338 ha.

6.8 Recomendaciones

Se recomienda a las Corporaciones Autónomas Regionales fortalecer los programas de recuperación de áreas de manglar degradadas a través de la repoblación forestal, además de actualizar la extensión de las áreas de manglar incluyendo las coberturas de las áreas protegidas.

Impulsar la educación y capacitación sobre los valores y funciones de los manglares y garantizar la participación de las comunidades locales en la planificación y desarrollo de las actividades relacionadas con el uso, protección, manejo, e investigación de los manglares.

6.9 Literatura citada

CARDIQUE-CIOH, 1998

Cintrón - Molero , G. & Y. Schaeffer - Novelli, 1983 Introducción a la Ecología del manglar. ROSTLAC/UNESCO. Motevideo (Uruguay), 109p.

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.

INVEMAR 2003. Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltaico Estuarina del Río Sinú. Informe Final (noviembre de 2000 a mayo de 2003). Coordinación de Servicios Científicos. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis". Informe final de la fase V, entregado a la Empresa Urrá S.A. - E.S.P. ,Santa Marta, 473 pg. y anexos.

INVEMAR, CARDIQUE, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), Dirección General Marítima y Portuaria (DIMAR), Alcaldía de Cartagena y el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena (EPAC). 2003. Definición de criterios para la delimitación del Área Marina Protegida Corales del Rosario y San Bernardo. "Definición de un modelo de desarrollo sostenible para el Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo y su área de amortiguamiento en el marco del Manejo Integrado de las Zonas Costeras"

INVEMAR, 2003. Monitoreo de las condiciones Ambientales y los cambios estructurales y funcionales de los recursos pesqueros y las comunidades vegetales en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final. Santa Marta. 73 p.

INVEMAR, 2003. EcoQuímia. Establecimiento de la línea base del plan de monitoreo ambiental para tratamiento y disposición final de las aguas residuales de Cartagena de indias.

INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO, IIAP, MAVDT. 2003. Plan de manejo integrado de la zona costera para el complejo de las bocanas de Guapi e Iscuandé Fase II. 137p + Anexos.

Lacerda, L. D., C. Alarcón, R Álvarez-León, P. Bacon, A Bodero, J. E. Conde, L. D"Croz, B. Kjerfve, J. H. Polanía-Vorenberg & M. Vannucci. 1993 Mangrove ecosystems of Latin America and the Caribbean: a sumary, pp. 1Lacerda, L. D. (ed.) Conservation and

Sustainable Utilization of Mangroves Forest in the Latin America and Africa Regions. ITTO/ISME. Project PD 114/90 (f). ISME-Tech. Reports (2), 272 p

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. Uso sostenible, manejo y conservación de los Ecosistemas de manglar. Ministerio del Medio Ambiente. Santafé de Bogotá. Colombia. 59 p.

Prahl, H, von. 1989. Manglares. Villegas Editores. Bogotá Colombia. 207p.

Sánchez-Páez H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A. S. Sánchez-Alférez, J.C. Pino-Renjifo, I. García-Hansen & 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.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 0456 de 2003.

Sánchez- Páez H, G. A. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León, W. O. Gil-Torres, A. S. Sánchez-Alférez, O. M. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas & F. E. Páez Parra. 2000. Hacia la Recuperación de los Manglares del Caribe colombiano. MinAmbiente /OIMT/ACOFORE. Santafé de Bogota D. C. 294 p

Universidad de la Guajira. 2003.Corporación Autónoma Regional de la Guajira-CORPOGUAJIRA, Alcaldía deManaure. Proyecto Diagnostico y reforestación de las zonas de manglar en el área de protección especial de Musichi, municipio de Manaure, La Guajira, Caribe colombiano

Siglas Citadas

CAR: Corporación Autónoma Regional
CARDIQUE: Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique
CARSUCRE: Corporación Autónoma Regional de Sucre
CIOH: Centro de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada
CORPAMAG: Corporación Autónoma Regional del Magdalena
CORPOGUAJIRA: Corporación Autónoma Regional de la Guajira
CORPONARIÑO: Corporación Autónoma Regional de Nariño
CORPOURABA: Corporación para el desarrollo sostenible del Urabá
CVS: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y el San Jorge
DIMAR: Dirección General Marítima y Portuaria
EPAC: Establecimiento Público Ambiental de Cartagena
MAVDT: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial

7. ESTADO DE LOS LITORALES ROCOSOS EN COLOMBIA: ACANTILADOS Y PLAYAS ROCOSAS

7.1 Generalidades

Los litorales rocosos son ambientes con características muy particulares que propician el desarrollo de comunidades de organismos que presentan adaptaciones para sostenerse y sobrevivir en superficies verticales, para resistir periodos prolongados de desecación, para soportar cambios fuertes de salinidad y temperatura, y aguantar el fuerte impacto de las olas (Little y Kitching, 1996). Las condiciones de vida en este ecosistema hacen que las comunidades biológicas estén dominadas por especies filogenéticamente relacionadas con los habitantes de las raíces, troncos y follaje de los árboles de manglares. La fauna típica está constituida por gasterópodos de las familias Littorinidae, Neritidae, Trochidae, Muricidae, bivalvos perforadores (Mytilidae, Pholadidae), quitones (moluscos poliplacóforos), crustáceos trepadores (cangrejos de las familias Grapsidae y Xanthidae), y crustaceos de vida sésil (*Balanus* spp. y *Tetraclita* spp.). La flora está constituida básicamente por algas rojas (Rhodophyceae), verdes (Cloroficeae) y pardas (Phaeophyceae). La distribución vertical de los organismos de estas costas sigue patrones muy similares a los modelos de zonificación de organismos que existen en otras partes del mundo y que han sido descritas en obras que hoy constituyen tratados clásicos de la biología marina como los trabajos de Stephenson y Stephenson (1954), Lewis (1964), Pérès y Picard (1964), Vegas (1971), Torunski (1979) y Ficher (1981). De acuerdo con estos autores las costas rocosas pueden dividirse en zonas y cada una de ellas en subzonas (llamadas también horizontes) dependiendo de los factores citados anteriormente.

Los esquemas de zonación se ven modificados por los rangos mareales que, para el caso del Pacífico colombiano, son más amplios que para el Caribe. Independiente de esas variaciones se pueden identificar claramente tres zonas: **supralitoral**, humedecido por el spray marino; **mesolitoral**, cubierto y mojado por las olas durante la marea alta; e **infralitoral**, permanentemente sumergido o sólo excepcionalmente expuesto por períodos de tiempo cortos (Taylor, 1978; Little y Kitching, 1996).

Desde la perspectiva de las comunidades que habitan los acantilados rocosos, los litorales se pueden clasificar en dos grandes grupos que guardan una estrecha relación con su origen geológico. El primero corresponde a aquellos litorales que sufren procesos de abrasión constantes (inestables), con la consecuente remoción de grandes porciones de sustrato, en cuyas superficies se desarrollan comunidades incipientes que son reemplazadas frecuentemente y que no alcanzan los estadios de sucesión avanzados. El segundo corresponde a aquellos litorales que sufren procesos de abrasión y remoción de sustrato a tasas muy bajas, es decir son más estables,

y por ende resultan profusamente colonizados por una amplia variedad de organismos que, con el tiempo, alcanzan estadios avanzados de sucesión.

La importancia de los litorales rocosos para el hombre radica principalmente en los organismos que de ellos se obtienen para consumo, como es el caso de varias especies de moluscos, crustáceos, algas y peces. A nivel ecológico son el hábitat exclusivo de muchas especies de invertebrados y algunos peces, y muchas veces se establecen comunidades ricas en especies y abundantes en número de individuos por especie.

7.2 Litorales rocosos del Caribe

En el Caribe colombiano se encuentran litorales rocosos a lo largo de toda la costa continental, en las islas sobre la plataforma continental y en las islas oceánicas del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; abarcan una longitud aproximada de 326 km lineales (Figura 55). En términos generales se trata en su mayoría de litorales inestables, siendo la ecorregión Tayrona (TAY) y la subecorregión Capurganá (CAP) de la ecorregión Darién (DAR), las únicas que presentan sustratos rocosos consolidados y estables. Respecto a su estado de conservación o deterioro, así como a las potenciales ofertas de alimento, no se han adelantado estudios a escala nacional hasta la fecha. Actualmente se adelanta un estudio para evaluar el estado de las poblaciones de *Cittarium pica*, que es el principal producto explotado en este tipo de ambiente y que figura en la categoría de vulnerable en el Libro Rojo de Invertebrados Marinos Amenazados de Colombia (Gracia y Díaz, 2002).

▪ Factores físicos y condiciones de vida

A diferencia de los acantilados rocosos en el pacífico, aquellos del caribe colombiano no se encuentran sometidos en igual magnitud a los efectos producidos por los cambios de marea. Siendo de apenas 50 cm la diferencia para el caso del caribe, no son muy extensos los sectores del litoral que se ven expuestos a la desecación y las altas temperaturas. de igual forma, las comunidades que allí se establecen, ocupan franjas de amplitudes menores a las del pacífico, y es posible encontrar reunidos en unos pocos metros cuadrados los organismos del supra, el meso y el infralitoral. Es así como factores tales como oleaje, tipo de sustrato y pendiente, determinan la composición de las comunidades.

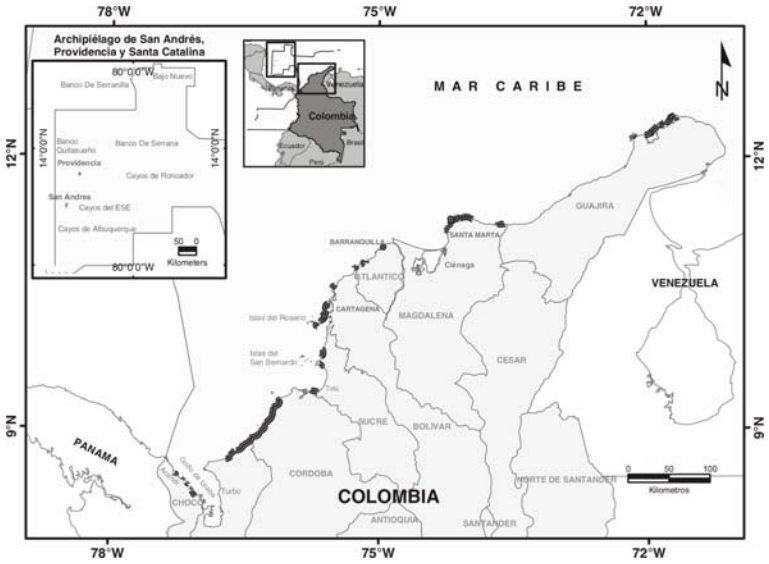

Figura 55. Mapa de la distribución de los acantilados rocosos en el Caribe colombiano. Elaborado en el Laboratorio SI-SIG del INVEMAR a partir de varias fuentes.

Las comunidades de organismos en el Caribe se establecen sobre acantilados rocoso (rocas sedimentarias o metamórficas) y sobre sustratos duros secundarios (como plataformas calcáreas emergidas) principalmente. Los sustratos rocosos más profundos del infralitoral están generalmente colonizados por formaciones coralinas. No obstante lo estrecho de las zonas litorales, se pueden distinguir los tres sectores principales, cada uno caracterizado por una flora y una fauna típicas (Díaz, 1991). En la **zona supralitoral** se encuentran unos caracoles especialmente adaptados a condiciones extremas de sequedad, y que se alimentan de películas de algas microscópicas que recubren las rocas (p. ej. *Littorina* spp., *Tectarius muricatus*). En el sector inferior del supralitoral, humedecido periódicamente por las olas hay una mayor diversidad de organismos entre los que se cuentan bivalvos (*Brachidontes, Isognomon*), gasterópodos (*Littorina, Nerita*), quitones (*Acanthopleura*), y crustáceos (*Grapsus*). Además, algunas algas resistentes a la desecación forman aquí algunos parches. En este sector son usuales los charcos intermareales en donde es frecuente encontrar algunos individuos juveniles de varias especies de peces.

El **mesolitoral** se caracteriza por un crecimiento exuberante de algas (*Ulva, Chaetomorpha, Ectocarpus*), de las cuales se alimentan una serie de invertebrados como quitones (*Chiton*), gasterópodos (*Diodora, Acmaea, Cantharus, Nitidella*), crustáceos y erizos (*Echinometra*). Además,

se encuentran algunos filtradores como balanos, y moluscos depredadores de los géneros *Purpurea* y *Thais*. El amenazado caracol *Cittarium pica* habita principalmente esta zona.

El **infralitoral** se caracteriza por la abundancia de algas (*Sargassum, Dictyota, Codium*) de alta productividad primaria y rápido crecimiento, que sirven de refugio y sustrato a gran cantidad de herbívoros entre invertebrados y peces. Suele ser una transición hacia las comunidades coralinas que se forman debajo de esta franja.

7.3 Litorales rocosos del Pacífico

Este hábitat, muy importante en la costa Pacífica colombiana, comprende cerca de 636 km lineales (Figura 56), y puede estar constituido por rocas de origen ígneo, depositadas en períodos geológicos antiguos (Secundario o Terciario), por las erupciones volcánicas, y por rocas sedimentarias formadas durante el Terciario por procesos tectónicos y plegamientos durante los últimos miles de años. En general, se puede decir que las rocas volcánicas forman las costas de la zona norte y de las islas de Gorgona (Cantera *et al*., 1998) y Malpelo (Brando *et al*., 1992), mientras que las sedimentarias se encuentran en la bahía de Málaga, el istmo de Pichidó, el Golfo de Tortugas y la isla del Gallo en Tumaco. Estos acantilados son formaciones rocosas compactas que presentan una pendiente muy marcada, razón por la cual caen directamente al mar, formando las costas altas. Las playas rocosas son originadas por la erosión de estos acantilados y forman playas de bloques (si tienen un diámetro superior a 10 cm); de cantos rodados (si son inferiores a 10 cm y superiores a 30 mm), y de gravas (si el diámetro varía entre 30 y 2,0 mm).

- **Factores físicos y condiciones de vida**

Los movimientos verticales del mar, debidos a las mareas, determinan la cantidad de humedad que recibe cada zona de la costa rocosa ocasionando una distribución vertical desigual (zonación). La zonas altas de los acantilados o de las playas rocosas permanecen más tiempo sin la influencia del agua marina, mientras que las zonas bajas permanecen más tiempo cubiertas por el agua, estableciéndose, además del gradiente lógico de humedad, gradientes de las otras características asociadas al agua marina y que actúan exclusivamente durante las horas de la pleamar como la salinidad, la temperatura y la acción del oleaje. Durante la bajamar, los seres vivos que habitan la costa rocosa deben resistir el rigor de los factores climáticos (viento, precipitaciones, insolación). La variación mareal también trae modificaciones de carácter biótico como por ejemplo, la llegada de elementos nutritivos disueltos o suspendidos, y de predadores.

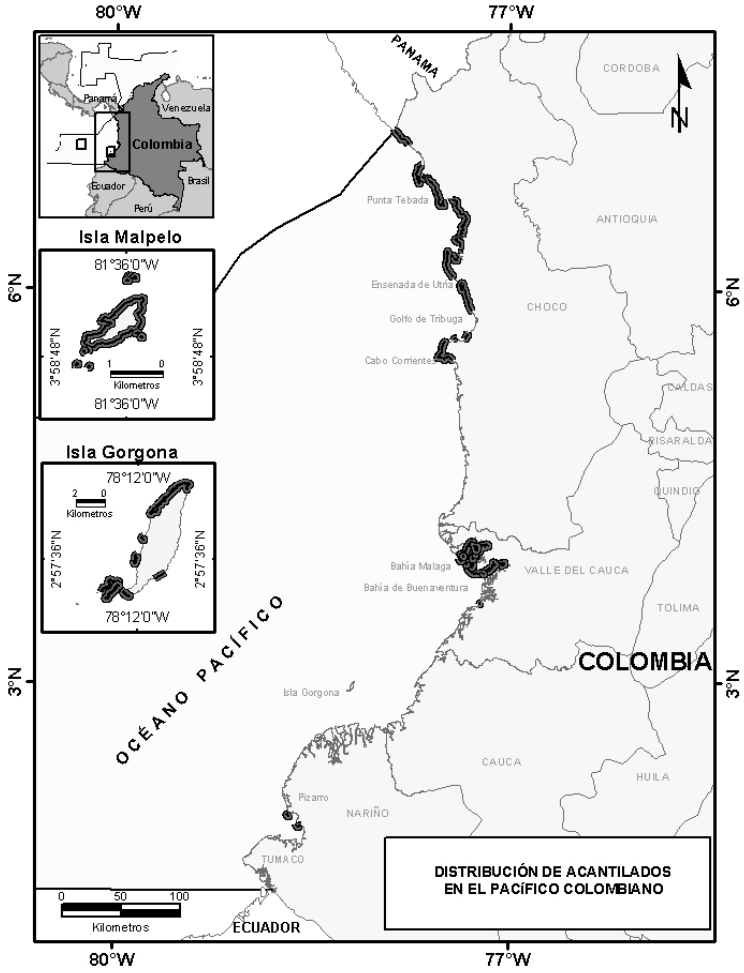

Figura 56. Mapa de la distribución de los acantilados rocosos en el Pacífico colombiano. Elaborado en el Laboratorio SI-SIG del INVEMAR a partir de varias fuentes.

La acción de las olas es muy importante porque causa variaciones directas en la composición de las comunidades y en la estructura ecológica. La altura de las olas, la velocidad con que llegan a la zona costera y la fuerza del impacto, junto con la inclinación de la formación rocosa afectada, determinan que la pared rocosa sea afectada por las olas desde unos pocos centímetros donde el oleaje es débil, hasta más de un metro en zonas de oleaje fuerte.

La composición geológica y la dureza de las rocas son también factores muy importantes en las posibilidades de erosión y en la composición de la fauna que habita este ecosistema. La inclinación presenta también fuertes limitaciones interactuando con la fuerza del oleaje: las especies que habitan en superficies verticales y mar agitado poseen adaptaciones importantes para sostenerse, mientras que en zonas menos agitadas o menos inclinadas, no las presentan.

La salinidad y la temperatura, aunque son factores secundarios en las costas rocosas del Pacífico colombiano, no deben ser olvidados puesto que en mareas bajas a ciertas horas del día, la temperatura de las paredes rocosas puede elevarse mucho y alcanzar valores superiores a 30° C lo cual supone adaptaciones por parte de los habitantes de estas zonas para evitar la desecación. La salinidad también puede variar como consecuencia de las mareas. En mareas bajas, las salinidades pueden aumentarse especialmente en los pozos intermareales por la evaporación si se tienen condiciones de fuerte radiación o puede disminuirse a casi cero, cuando durante la marea baja se presentan fuertes lluvias. En los charcos intermareales la temperatura puede alcanzar valores cercanos a 40° C y la salinidad a 35.

Las costas rocosas de la zona costera continental e insular del Pacífico colombiano presentan una alta diversidad faunística y florística. Los organismos habitan en franjas muy claras, desde las partes más altas y menos influenciadas por el mar hasta las zonas que reciben continuamente su acción. Para el caso de las costas rocosas del Pacífico colombiano (Cantera, 1991), las principales zonas y las especies que se pueden distinguir en cada una de ellas son:

La **zona supralitoral** es de amplitud variable dependiendo del oleaje, y constituye una transición entre la tierra y el mar. Solamente recibe humedad por la aspersión o vaporización de la ola exclusivamente durante marea alta. El número de especies es bajo, solamente unas especies marinas que poseen buena capacidad de resistir la desecación pueden habitar en ellas. Los vegetales más importantes son las cianobacterias, algunas algas verdes, un liquen de coloración negruzca (género: *Verrucaria*), moluscos de la familia Littorinidae, cangrejos Grapsidae e isópodos del género *Ligia*.

La **zona mediolitoral** o **mesolitoral** es cubierta por el agua de mar durante marea alta pero que permanece descubierta y expuesta a condiciones aéreas durante la marea baja. Se pueden encontrar dos franjas de acuerdo con los organismos que las habitan: a) zona superior, con balanos del género *Tetraclita*, caracoles de las familias Fissurellidae, Acmaeidae, Siphonariidae y Muricidae, cangrejos de la familia Grapsidae y algunas esponjas. b) zona inferior habitada por

bivalvos de la familias Mytilidae (*Brachiodontes*), Isognomonidae y Ostreidae En muchas partes se encuentra un alga calcárea de coloración rosada (*Lithothanium*). Además se presentan otros cangrejos de las familias Xanthidae y Grapsidae y quitones. Si están localizados en zonas de oleaje débil se encuentran grandes bloques rocosos, debajo de los cuales abundan cangrejos Porcellanidae, y otros grupos de moluscos. En estos acantilados el ancho de cada franja es mucho menor comparado con el de las mismas zonas en acantilados expuestos.

En la parte inferior hay una multitud de perforaciones y cavidades hasta el nivel de la marea alta. Estas perforaciones son realizadas por organismos contribuyendo a acelerar los procesos erosivos que se presentan en estos acantilados. Este proceso, denominado **bioerosión** presenta grandes proporciones en el Pacífico colombiano principalmente en los acantilados formados por rocas sedimentarias.

Las **playas rocosas** son la continuación de un acantilado que ha sufrido erosión y las zonas superiores presentan una composición faunística muy similar a la de ellos. La parte alta de la playa está ocupada por cangrejos Grapsidae y moluscos Littorinidae y Muricidae. La parte inferior de estas playas constituyen uno de los ecosistemas costeros con mayor biodiversidad en el Pacífico colombiano, presentando una fauna de casi todos los grupos de organismos bentónicos marinos, principalmente gasterópodos de las familias Columbellidae, Buccinidae, Neritidae, bivalvos de las familias Cardiitidae y Arcidae, cangrejos de las familias Xanthidae y Porcellanidae, equinodermos (estrellas frágiles y erizos), gusanos planos, poliquetos, briozoarios, esponjas, ascidias e hidrozoarios que pueden habitar sobre, debajo o dentro de cavidades de las rocas como protección contra la desecación y los predadores.

- **Bioerosión en el Pacífico colombiano**

Los acantilados son erosionados por el hidrodinamismo marino (corrientes, cambios mareales, oleaje) pero la acción del mar puede ser reforzada por algunos organismos, que aceleran la caída y meteorización de las rocas. Este proceso de bioerosion se puede dividir en dos fases: bioabrasión superficial y bioperforación con la participación de una gran variedad de organismos.

El proceso se puede resumir así: Las rocas expuestas a la acción del agua marina son colonizadas por microalgas que forman películas sobre ellas y producen un aumento de humedad y liberación de algunos metabolitos que realizan micro perforaciones en la superficie de la roca. Estas algas sirven de alimento a algunos moluscos (caracoles y quitones) que las raspan causando pequeñas fisuras que aumentan la superficie de contacto con los agentes erosivos y disponiéndolas para el ataque de los bioperforadores.

Este último grupo está constituido por moluscos bivalvos de las familias Pholadidae (con densidades promedias de 2.168 ind. m^{-2}), Petricolidae (1.320 ind. m^{-2}) que perforan las capas de

rocas blandas de limolitas. Algunas especies de la familia Mytilidae (género *Lithophaga*) con densidad promedia de 429 ind. m^{-2}, perforan las rocas duras de conglomerados y areniscas. El resultado final de la acción erosiva es considerable y esto significa que en algunas regiones de la costa Pacífica (bahía de Málaga, el norte de la bahía de Buenaventura y la isla del Gallo), los acantilados se erosionen rápidamente, modificando la geomorfología costera y dando lugar continuamente a islas y penínsulas. En un estudio de dos años en los acantilados sedimentarios de las bahías de Buenaventura y Málaga (Cantera *et al.,* 1998), se encontró que las tasas de erosión promedias en acantilados de rocas duras (Isla Palma, bahía de Málaga) es de 4,2 cm $año^{-1}$, mientras que en rocas blandas (Isla Cangrejo, bahía de Buenaventura) es de 10,1 cm $año^{-1}$.

7.4 Relaciones entre el hombre y los acantilados

- **Extracción de recursos**

En los acantilados rocosos del Caribe colombiano se realiza una extracción artesanal de recursos, como el caracol *Cittarium pica,* conocido vernacularmente como "burgao" en el área de Santa Marta y "cigua" en el Urabá chocoano, las langostas (*Panulirus* spp.), peces (pargos, meros, chernas), pulpos y en menor medida quitones (*Chiton* spp.). En algunos sitios en donde la presión sobre estos recursos ha sido constante y elevada, como en la región de Santa Marta, las islas de la plataforma continental, el Urabá chocoano y la isla de San Andrés, las poblaciones han disminuido sensiblemente, y algunas especies se encuentran catalogadas en algún grado de amenaza (ver Bermúdez *et al*., 2002; Gracia y Díaz, 2002).

Para el caso del burgao o cigua, estudios recientes con base en encuestas a pescadores, sugieren que las poblaciones de este recurso se han reducido de moderada a drásticamente en relación con épocas anteriores (ca. del 86% de los encuestados). Se identificaron 70 sectores del Caribe en donde suele capturarse, incluyendo áreas protegidas como los Parques Nacionales Naturales Tayrona y Corales del Rosario y San Bernardo, resultando Isla Fuerte, la región de Santa Marta, Cartagena y las islas del Rosario, las áreas con menor abundancia. En la Guajira se encontraron las densidades más altas así como las mayores tallas (49.3 mm-113.3 mm).

Los pobladores de la costa Pacífica colombiana utilizan algunos recursos de los litorales rocosos principalmente ostras, otros moluscos como caracoles littorinidos y muricidos. En zonas rocosas sumergidas explotan langostas, algunos peces como pargos, meros y chernas. Algunos habitantes costeros destruyen masas no despreciables de acantilados utilizando picas o barras agrícolas en busca de individuos de *Upogebia spinifera* (el camarón fantasma), que aparentemente es una excelente carnada para la pesca, principalmente de corvinas y pargos.

- **Efectos de la destrucción de acantilados a corto plazo**

Los habitantes del Pacifico han desarrollado hábitos de vida que los asocian intensamente con zonas bajas y por esta razón son pocos, generalmente colonos de otras partes del país, los que construyen sus viviendas en lo alto de los acantilados. Son principalmente fincas de vacaciones o proyectos de desarrollo turístico los que han utilizado estas formaciones no inundables para las construcciones. Sin embargo, la mayor parte de los poblados cercanos a estas formaciones (Juanchaco, Ladrilleros, La Plata, bahía de Málaga) tienen sus viviendas en la base de los acantilados y a veces se ven obligados a moverlas por las modificaciones costeras que ocurren debido a su destrucción. La zona de hoteles de Juanchaco (una de los principales balnearios localizados en la costa Pacífica colombiana) se encuentra en peligro de ser absorbida por la erosión de los acantilados. Allí, la incidencia del impacto de las olas genera dos tipos de fenómenos: el primero son los deslizamientos del frente del acantilado por socavamiento del nivel inferior del escarpe por la bioerosión y el oleaje, y el segundo el colapso, hundimiento o desplome del borde superior como consecuencia de la ampliación y profundización de la caverna por la participación de los organismos en las partes bajas.

La alta pluviosidad reinante en la zona y las aguas utilizadas por los pobladores y turistas de los servicios de los hoteles que se percolan hacia la zona de los acantilados, principalmente en la zona de Ladrilleros, contribuyen a la degradación de las formaciones rocosas. Estas aguas penetran a lo largo de zonas de debilidad estructural, tales como fracturas y fallas, arrastrando material y produciendo un acelerado movimiento en masa que se suma a la bioerosión y al oleaje.

Es importante indicar también que aunque la energía de las olas es mucho mayor en la parte externa de la bahía, también se presentan problemas ambientales ligados a la bioerosión de los acantilados de zonas interiores y protegidas. En Isla Alba (interior de la bahía de Buenaventura) se construyó un muro de cemento y una pared de concreto alrededor del acantilado con el fin de evitar su destrucción acelerada, pero en los últimos años, los moluscos litófagos que perforan las rocas duras han sido capaces de perforar tanto los pilotes del muelle como el muro, disminuyendo la resistencia y poniendo en peligro la estabilidad de la construcción.

Con el fin de evitar desastres, se hace necesario por parte de los gobiernos locales y comités de desastres, trabajar en la planificación y el ordenamiento de futuros asentamientos humanos que se proyecten realizar en los acantilados o en las zonas bajas adyacentes a ellos. La ubicación de viviendas o desarrollos hoteleros sobre terrenos en los bordes de los acantilados genera, además de contaminación y degradación ecológica, un riesgo ecológico y geológico para los habitantes de esas viviendas.

- **Efectos a largo plazo sobre la línea costera**

Con el incremento en la temperatura del planeta y consecuentemente el calentamiento progresivo de las masa de agua de mar, tiende a aumentar el efecto abrasivo sobre la línea costera. Al elevarse el nivel del mar, las zonas alcanzadas por las mareas, que son las que permiten el asentamiento de las larvas de los organismos tanto abrasionadores como perforadores, van a ser mucho mayores aumentando su área de incidencia. Muchas zonas protegidas por salientes rocosas que actúan como rompeolas, haciendo disminuir la energía de las olas, van a tender a desaparecer, puesto que la conjunción de factores abióticos con la instalación y sobrevivencia de los perforadores implicará mayor destrucción. Durante la anomalía térmica del 1997-98, que hizo pensar en la repetición de un Fenómeno del Niño, se pudo constatar que la tasa de bioerosión de los acantilados que se estudiaron aumentó significativamente.

Los resultados obtenidos en ese trabajo permiten predecir que si la altura del nivel del mar continua aumentando en los próximos años, como consecuencia del cambio climático global (Global Change), el proceso de bioerosión va a aumentar su efecto sobre la línea costera, afectando no sólo a los acantilados y a su biodiversidad, todavía poco conocida, sino también a toda la geomorfología costera y también directamente a algunas comunidades humanas y a proyectos de desarrollo, y obligará al hombre a tenerla en cuenta durante la planificación de construcciones sobre las tierras altas que tienen contacto con el borde marino, o en las zonas cercanas a ellas.

7.5 Literatura citada

Bermúdez, A., N. H. Campos y G. R. Navas. 2002. Panulirus argus, pp. 113-115, en N. Ardila, G.R. Navas y J.O. Reyes (Eds.) Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia. INVEMAR, Ministerio del Medio Ambiente. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Bogotá, Colombia.

Brando, A., H. Prahl von y J. R. Cantera. 1992. MALPELO: Isla Oceánica de Colombia. Banco de Occidente, Cali, 250 p.

Cantera, J. R. 1991. Etude structurale des mangroves et des peuplements littoraux des deux baies du pacifique colombien(Málaga et Buenaventura). Rapport avec les conditions du milieu et les perturbations anthropiques. These d'Etat Sciences. Université d'Aix-Marseille II. Marseille France, 429 p.

Cantera, J. R., R. Neira y C. Ricaurte. 1998. Bioerosión en el Pacífico colombiano. Fondo FEN, Tercer Mundo editores.

Díaz, J. M. 1991. Ecosistemas litorales del Caribe colombiano. En: CORPES Costa Atlántica. Perfil Ambiental del Caribe colombiano.

Fisher, P. 1981. Bioerosion of basaltic rocks of Costa Rica. Seckenbergiana maritima, 13 (1/3): 1-41.

Gracia, A. y J. M. Díaz. 2002. Cittarium pica, pp. 69-70, en N. Ardila, G.R. Navas y J.O. Reyes (Eds.) Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia. INVEMAR, Ministerio del Medio Ambiente. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Bogotá, Colombia.

Lewis J. B., 1964. The ecology of rocky shores. English Univ. Press, London: 323p.

Little, C. y J. A. Kitching. 1996. The biology of rocky shores. Oxford University Press, Nueva York, 240 p.

Pérès J. M. y J. Picard. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. Trav. Sta. mar. Endoume, 47 (31): 1-137.

Stephenson T. A. y A. Stephenson. 1954. Life between tide marks in North America. 3B. Nova Scotia and Prince Edward island: the geographical features of the region. J. Ecol., 42:46-70.

Taylor, J. D. 1978. Zonation of rocky intertidal surfaces: 139-148. En: D. R. Stoddart y R. E. Johannes (Eds.). Coral reefs: research methods. UNESCO, Reino Unido, 581 p.

Torunski, H. 1979. Biological erosion and its significacnce for the morphogenesis of limestone coasts and for nearshore sedimentation (Northern Adriatic). Senckenbergiana maritime 1 (3-6): 195-265.

Vegas, M. 1971. Introducción a la ecología del bentos marino. Monogr. 9 OEA Washington, 89.

8. ESTADO DE LOS FONDOS BLANDOS EN COLOMBIA

8.1 ¿Qué son?

Los fondos blandos son ecosistemas conformados por la acumulación de partículas sedimentarias (arenas, arcillas, cienos, limos) en un sustrato inestable y de baja complejidad topográfica, los cuales sinembargo ofrecen alimento y protección a una gran cantidad de organismos. Las plantas o animales que habitan el fondo marino se denominan bentos. Estos organismos pueden vivir dentro o encima del sedimento, llamándose a los primeros infauna y a los segundos epifauna.

Las comunidades bentónicas (significa fondo) asociadas a este ecosistema, están compuestas por todos los phyla del reino animal. Lalli y Parsons (1997) estiman que el número de especies de animales bentónicos en el mundo es superior a un millón, superando las especies pelágicas de zooplancton (alrededor de 5000), peces (< 20.000) y mamíferos marinos (cerca de 110).

8.2 ¿Qué importancia tienen?

Los organismos bentónicos muestran una amplia diversidad en tamaños, formas de vida, alimentación, comportamiento y además responden rápidamente a las perturbaciones debido a que la mayoría de ellos tienen poca movilidad, ciclos de vida largos, amplia tolerancia al estrés y están íntimamente asociados al sedimento (donde se acumula material orgánico particulado y/o tóxico). Presentan además un estrecho vínculo con la trama alimentaria pelágica, llevando los contaminantes hacia los niveles tróficos superiores, como los peces y el hombre; igualmente son importantes en el reciclamiento de nutrientes en la columna de agua. Por ello las comunidades bentónicas de fondos blandos son buenos indicadores de perturbaciones antrópicas y naturales y han sido ampliamente utilizadas en programas de monitoreos, evaluación y vigilancia en muchas partes del mundo.

Los atributos de la estructura de las comunidades bentónicas (es decir, composición de especies, parámetros cuantitativos, grupos tróficos, y una serie de especies indicadoras), pueden reflejar la calidad del ambiente marino. La evaluación de los patrones estructurales de las asociaciones bentónicas sobre otros métodos experimentales tiene varias ventajas para la detección de perturbaciones antrópicas. El bentos puede integrar las condiciones sobre un periodo de tiempo más que reflejar las condiciones justo en el momento del muestreo, por esto son muy útiles en la evaluación de los efectos locales en los programas de monitoreo (Belan, 2003).

Los organismos bentónicos representan un importante eslabón en el flujo de energía de los productores primarios a los peces y en el reciclamiento de materia orgánica (Crisp, 1984). En las

comunidades bentónicas tropicales de fondos blandos los poliquetos, crustáceos y moluscos (gasterópodos y bivalvos) forman la base del flujo de energía del bentos hacia muchas especies en la comunidad de peces demersales (Longhurst y Pauly, 1987). Por lo tanto el entendimiento de factores que afectan la producción de los invertebrados bentónicos es muy importante para la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas marinos. La medición de la producción secundaria es fundamental en la dinámica de los ecosistemas porque es una de las principales vías de flujo de energía (Waters, 1977 en Tumbiolo y Downing, 1994). La estimación de la producción secundaria es la base para el manejo racional de los recursos naturales, porque es el primer instrumento en la evaluación del potencial trófico de los componentes de cada ecosistema (Tumbiolo y Downing, 1994).

La escasez de estudios en el Caribe y Pacífico colombiano sobre el ecosistema de fondos blandos puede obedecer a varias razones, entre las que se encuentran la dificultad de financiamiento, la dificultad para identificar los grupos de organismos infaunales más abundantes como los poliquetos y los peracáridos, la falta de centros de investigación especializados en taxonomía y sistemática, la lejanía de los grandes centros oceanográficos del mundo a los trópicos y el poco atractivo de estos ambientes.

8.3 ¿Dónde están?

Se encuentran entre el nivel más alto de la marea y las grandes profundidades marinas, es decir, entre 0 y 10000 m de profundidad.

Lalli y Parsons (1997) hacen la siguiente división de los hábitats bentónicos de acuerdo con la profundidad:

- Litoral, zona comprendida entre el nivel más alto de la marea y el más bajo.
- Sublitoral o plataforma continental, entre el nivel más bajo de la marea y los 200 m de profundidad.
- Batial o talud continental, entre los 200 y 2000-3000 m de profundidad.
- Abisal, entre 3000 y 6000 m de profundidad.
- Hadal, entre 6000 y 10000 m de profundidad.

Las profundidades mayores a 200 m del oceáno cubren casi dos terceras partes de la superficie terrestre, siendo el ecosistema más extenso sobre nuestro planeta y también uno de los más rigurosos (Dayton y Hessler, 1972; Rex, 1981). Así mismo, el pobre conocimiento global de estos ambientes, se debe a la dificultad de alcanzar los fondos de las grandes profundidades oceánicas (Wilson y Hessler, 1987).

Los fondos blandos son predominantes en el mar territorial colombiano, con una extensión estimada de 889.400 km^2 en el Caribe y Pacífico colombianos, comprendiendo el 99.5 % de los ecosistemas submarinos (Figura 57) (Guzmán-Alvis y Solano, 2002).

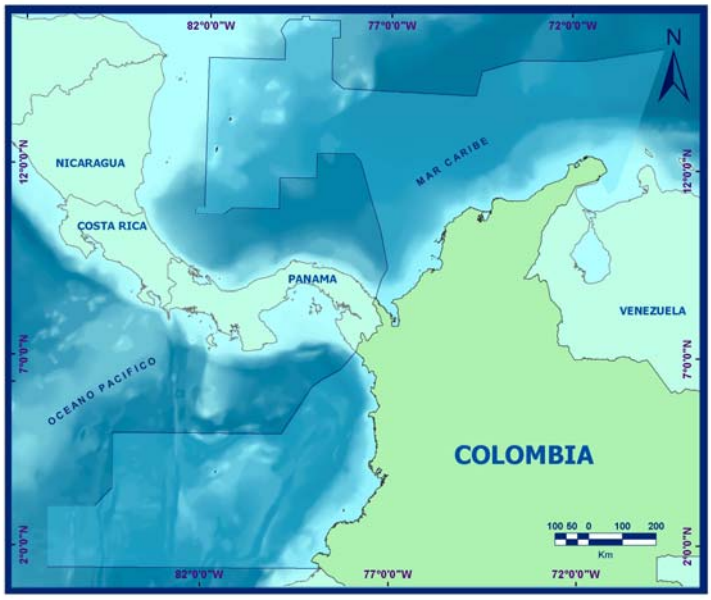

Figura 57. Ubicación de los fondos blandos. Presentan una cobertura geográfica del 99.5% de los fondos marinos colombianos; representados por el polígono en azul claro.

8.4 Diagnóstico

El diagnóstico del año 2003 se basa en la recopilación de información de varios estudios realizados por el INVEMAR desde el año 1981, financiados por COLCIENCIAS y la empresa privada (Aguas de Cartagena - ACUACAR, CARBONES DEL CERREJON LLC, ECOPETROL y el Oleoducto Central S.A. OCENSA).

8.4.1 Infauna

La mayoría de los estudios de la infauna se han realizado en los primeros 60 m de profundidad de la plataforma, por lo tanto el diagnóstico es sobre esta parte de la plataforma, quedando una gran parte de los fondos blandos por estudiar. Esto se debe al alto costo que tienen los muestreos debido a que se necesitan buques oceanográficos y equipos especiales para alcanzar profundidades mayores a 60 m.

Los poliquetos o gusanos marinos dominan numéricamente la infauna, geográficamente están ampliamente distribuidos y ocupan una variedad de hábitas marinos y estuarinos. Los poliquetos están entre los grupos más frecuentes, abundantes y diversos del bentos marino, y frecuentemente comprenden la tercera parte del total de las especies identificadas (Belan, 2003). Además muchas especies de poliquetos tienen alta tolerancia a efectos adversos (perturbaciones naturales y por contaminación). Así el estado de la taxocenosis de poliquetos es un indicador confiable del estado de las comunidades bentónicas marinas.

Las mayores densidades de organismos de la infauna en el Caribe colombiano se encuentran en zonas poco perturbadas como la plataforma del departamento de Bolívar frente a Punta Canoas, la Guajira y Magdalena (Figura 58). Sitios con gran actividad antrópica como la Bahía de Cartagena, la Ciénaga de Tesca en Cartagena y el Golfo de Morrosquillo muestran densidades mucho más pequeñas. Sin embargo al analizar la riqueza (expresada como número de familias por área), el Golfo de Morrosquillo presenta una mayor riqueza comparada con la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de Tesca. Esta última estuvo representada por dos familias únicamente, y la Bahía de Cartagena por cinco familias (Figura 59). Lo cual significa que a pesar de que en el Golfo de Morrosquillo se presentan las más bajas densidades de organismos, estas están distribuidas en una mayor cantidad de familias, existiendo una mayor diversidad en el Golfo en comparación con la Bahía y la Ciénaga (INVEMAR, 1997ab, 2000, 2001, 2002a, 2004ab; INVEMAR-ECOQUIMIA, 2004). La contaminación que existe en estos dos últimos ambientes (Vélez et al. 2003) hace que, sólo puedan proliferar en estos fondos unas pocas familias. La familia de gusanos marinos Spionidae es la responsable de las densidades encontradas y dentro de ella esta la especie *Streblospio benedicti* la que se usa como indicador biológico de contaminación orgánica en otros lugares del mundo. Este es un buen ejemplo del uso de los organismos de la infauna como indicadores de contaminación.

La Empresa Aguas de Cartagena S.A. E.S.P inició la construcción del sistema de tratamiento de lodos en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, que contribuirá al saneamiento de la Bahía de Cartagena pues se eliminarán los vertimientos de aguas con contenido de lodos a la misma, los que llevan contaminantes a la Bahía. En el largo plazo esta obra beneficiará las comunidades bentónicas de la Bahía, es posible que se incremente su diversidad.

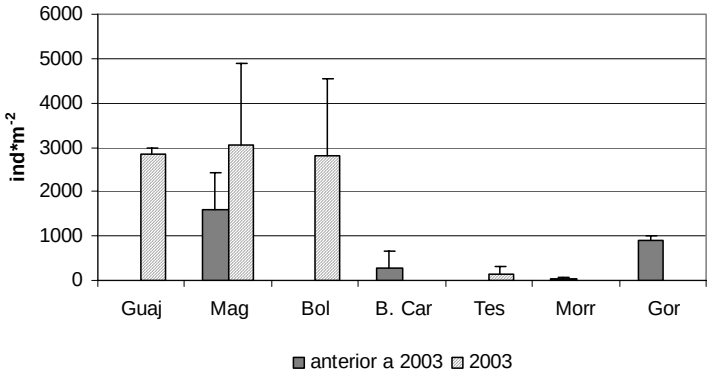

Figura 58. Abundancia promedio de organismos de la infauna en diferentes localidades del Caribe y Pacífico colombiano. Guaj, Guajira; Mag, Magdalena; Bol, Bolivar; B. Car, Bahía de Cartagena; Tes, Ciénaga de Tesca; Morr, Golfo de Morrosquillo; Gor, Isla Gorgona. Las barras representan la desviación estándar (INVEMAR, 1997ab, 2001, 2002a, 2004ab; INVEMAR-ECOQUIMIA, 2004; Solano et al., 2001).

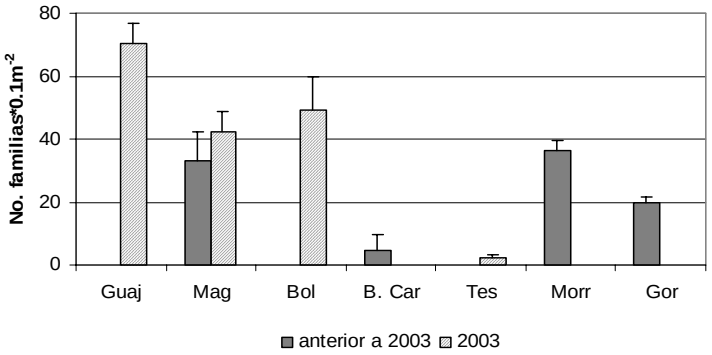

Figura 59. Riqueza promedio de la infauna en diferentes localidades del Caribe y Pacífico colombiano. Guaj, Guajira; Mag, Magdalena; Bol, Bolivar; B. Car, Bahía de Cartagena; Tes, Ciénaga de Tesca; Morr, Golfo de Morrosquillo; Gor, Isla Gorgona. Las barras representan la desviación estándar (INVEMAR, 1997ab, 2001, 2002a, 2004ab; INVEMAR-ECOQUIMIA, 2004; Solano et al., 2001).

En el área protegida de la Isla Gorgona, la abundancia y riqueza no son las más altas; siendo el reflejo de variaciones naturales. Sin embargo, estas densidades y riqueza no se pueden extrapolar a otras áreas 'pristinas' dado que dentro de los fondos blandos existe variedad de ambientes; y es poco lo que se conoce en Colombia.

Al Golfo de Morrosquillo llegan las aguas y sedimentos del río Sinú a través del sistema de ciénagas de su delta, estas descargas son ricas en materia orgánica debido a las actividades agrícolas y de acuacultura de la región (Vélez et al. 2003); otro enriquecimiento por materia orgánica es la productividad de los manglares, todo esto hace que los sedimentos del Golfo tengan muy altos contenidos en materia orgánica y sean muy finos, condiciones que no favorecen el desarrollo de la infauna.

El número y tipo de organismos que conforman una comunidad bentónica esta determinada por factores biológicos y físicos. Entre los factores físicos, el tipo de sedimento determina qué tipo de comunidad se establecerá en una localidad particular; es así como, los sedimentos que tienen altos porcentajes de lodo presentan bajas densidades este es el caso de la Bahía de Cartagena, Ciénaga de Tesca y el Golfo de Morrosquillo. Este tipo de sedimento acumula material orgánico, presenta bajos contenidos de oxígeno disuelto produciendo condiciones adversas para los organismos que viven en el sedimento. En la plataforma de Bolívar y la Guajira el porcentaje de las arenas es mayor, donde el agua y el oxígeno pueden circular creando mejores condiciones para que los organismos puedan prosperar. En la Isla Gorgona, el fondo esta conformado por arenas muy gruesas, este tipo de sedimentos generalmente se presenta en ambientes con fuerte oleaje, esto dificulta el establecimiento de los organismos bentónicos.

En las regiones templadas las comunidades infaunales han sido ampliamente estudiadas desde tiempo atrás como indicadoras de perturbaciones antrópicas y naturales. Infortunadamente en Colombia existe sólo un estudio de monitoreo, que se lleva a cabo en la Plataforma del Magdalena financiado por la empresa privada.

En la plataforma del Magdalena, se han realizado muestreos desde 1981 pero no han estado regularmente espaciados en el tiempo (Figura 60). Las menores densidades se presentaron en los años 1982, 1991, 1994 cuando las actividades humanas eran menores con relación a los últimos años; entonces estas menores densidades se pueden explicar por las perturbaciones naturales (García y Sandoval, 1983; Guzmán-Alvis y Díaz, 1996; INVEMAR, 1997a). En los trópicos, las comunidades bentónicas son afectadas por las descargas de los ríos y la escorrentía continental las cuales son reguladas por la intensidad de las precipitaciones (Alongi, 1998). Los años 1982, 1991 y 1994 fueron más secos en relación con los demás años, presentándose en estos años las menores densidades; en los años 1997 y 1998 las lluvias volvieron a disminuir pero no alcanzaron los bajos niveles de los años 82, 91 y 94, presentando mayores densidades (Figura 60). En 1999 cuando la precipitación fue la más alta, las densidades de organismos presentaron las mayores variaciones. En los años 2001 y 2002 se encontraron densidades más

altas en un periodo seco, lo cual nos esta indicando que además de las lluvias existen otros factores tanto físico como biológicos que afectan estas comunidades y que aún existen muchos vacíos de información para poder entender y evaluar este ecosistema. En el 2003 la densidad es similar a los dos años anteriores (Guzmán-Alvis y Solano, 2001; INVEMAR, 2004a).

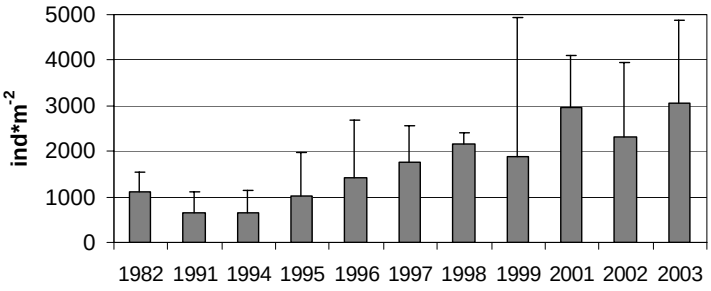

Figura 60. Variaciones temporales en la densidad promedio de los organismos bentónicos en la plataforma del Magdalena. Las líneas verticales corresponden a la desviación estándar de la densidad (García y Sandoval, 1983; Guzmán-Alvis y Díaz, 1996; INVEMAR, 1997a, 2001, 2002a, 2004a).

Los valores menores en la riqueza de familias se encontraron en los años 91, 97 y 98 y se incrementó en los últimos años; en el 2003 fue un poco menor respecto al año anterior (Figura 61). La escasez de información hace difícil entender y evaluar los impactos de origen natural y antrópico sobre la estructura y función de este ecosistema, haciéndose cada día más difícil debido al rápido deterioro que presentan las zonas costeras.

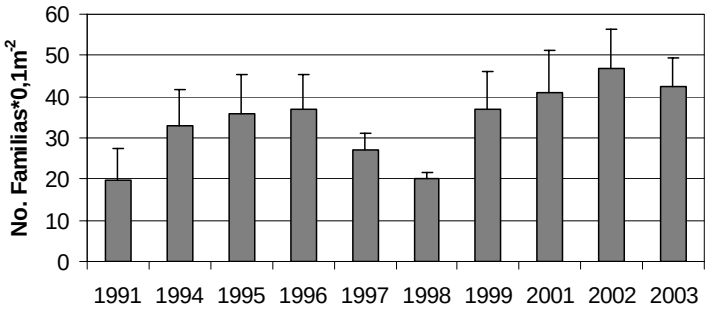

Figura 61. Variaciones temporales en la riqueza en la plataforma del Magdalena (Guzmán-Alvis y Díaz, 1996; INVEMAR, 1997a, 2001, 2002a, 2004a).

En los tres últimos años las comunidades bentónicas en la plataforma del Magdalena no han cambiado en forma notoria, lo cual sugiere que las actividades antrópicas del área no han tenido un efecto notorio sobre estas comunidades.

En el Golfo de Morrosquillo, se tienen valores de la densidad en algunos años. La densidad es menor en los años con menor pluviosidad (Figura 62). Sin embargo, la información es insuficiente para poder concluir que este podría ser principal factor que condiciona el esquema de las comunidades infaunales costeras en el Caribe colombiano.

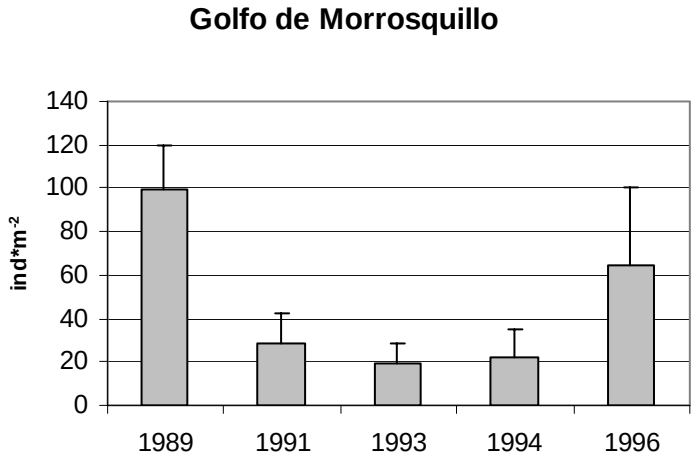

Figura 62. Variaciones temporales de la densidad de los organismos bentónicos en el Golfo de Morrosquillo (INVEMAR, 1997b).

8.4.2 Epifauna de la Plataforma y Talud superior

El conocimiento que se tiene de los organismos marinos en Colombia se centra en unos pocos grupos específicos de aguas someras, en especial del Mar Caribe, como algas, esponjas, corales, moluscos, crustáceos y peces, lo que representa menos del 50 % de las especies que se estima para estos ecosistemas tropicales. Este desconocimiento se hace evidente al observar los resultados de las expediciones INVEMAR – MACROFAUNA realizadas en el talud superior entre 200 y 500 m, del Caribe colombiano entre 1998 y 2000, en las cuales de las más de 700 especies colectadas, aproximadamente 350 son nuevos registros para aguas colombianas y 15 son nuevas especies para la ciencia, incluyendo organismos de grupos tan abundantes e importantes como moluscos, peces, crustáceos y corales. Los resultados parciales obtenidos

hasta ahora para el mar Caribe colombiano, muestran que los ensamblajes de especies y sus abundancias cambian con relación a la profundidad y a la ubicación geográfica, particularmente a lado y lado de la desembocadura del río Magdalena (INVEMAR, 2000; Ardila, et al. 2001; Benavides-Serrato, et al. 2001; Reyes, et al. 2001; Mejía, et al. 2001; Bermúdez et al. 2001; Ardila et al. 2002).

Con el fin de complementar el Inventario de la fauna marina colombiana se realizó la expedición INVEMAR MACROFAUNA II durante el 2001, en la cual se efectuaron 84 arrastres de fondo entre 20 y 500 m de profundidad en 42 estaciones a lo largo de la costa Caribe colombiana. En total se colectaron aproximadamente 27.000 especímenes pertenecientes a 795 especies. De estas, 203 fueron moluscos, 206 peces, 166 crustáceos, 133 equinodermos, 41 corales escleractínios, 16 octocorales y nueve antipatarios (INVEMAR, 2002).

Los análisis preliminares de esta segunda expedición siguen mostrando que las asociaciones cambian con la profundidad así: sobre los 20-70 m se forman varias asociaciones, en los 150 m se presenta otra asociación continua. En el talud superior (300 y 500 m), hay dos asociaciones una sobre los 300 m y otra sobre los 500 m. En el talud superior las asociaciones se segregan claramente al norte y sur del río Magdalena (Ardila *et al.*, 2003; Figura 63).

En las ecorregiones Guajira, Palomino y Tayrona se encontraron las mayores riquezas específicas y abundancias de organismos de la epifauna para todos los grupos taxonómicos examinados, a excepción de los corales, los cuales fueron más abundantes en la región de archipiélagos Coralinos. Así mismo, la ecorregión Magdalena presentó un valor alto en el número de especies para la mayor parte de los taxa. Las regiones en las cuales se encontró una mayor cantidad de especies de distribución restringida fueron Guajira, Tayrona y Archipiélagos Coralinos. La Guajira está asociada a un sistema de surgencia de aguas profundas que parecen favorecer la presencia de fauna de aguas frías y ricas en nutrientes, varias de ellas endémicas de la costa norte de Suramérica. Por otro lado, las ecorregiones Tayrona y Archipiélagos Coralinos presentan una historia geológica relativamente compleja, lo que ha generado zonas con una gran variedad de biótopos, entre las cuales se encuentran algunas formaciones arrecifales tanto someras como profundas (70 - 150 m). Estas últimas albergan una fauna restringida y hasta ahora muy poco conocida para el mar Caribe, y muy relacionada con la de zonas duras en islas y plataforma continental en aguas sub-tropicales y templadas. Las tres ecorregiones deben ser objeto de estudios más detallados que permitan en un futuro asignarles su verdadero estatus ambiental.

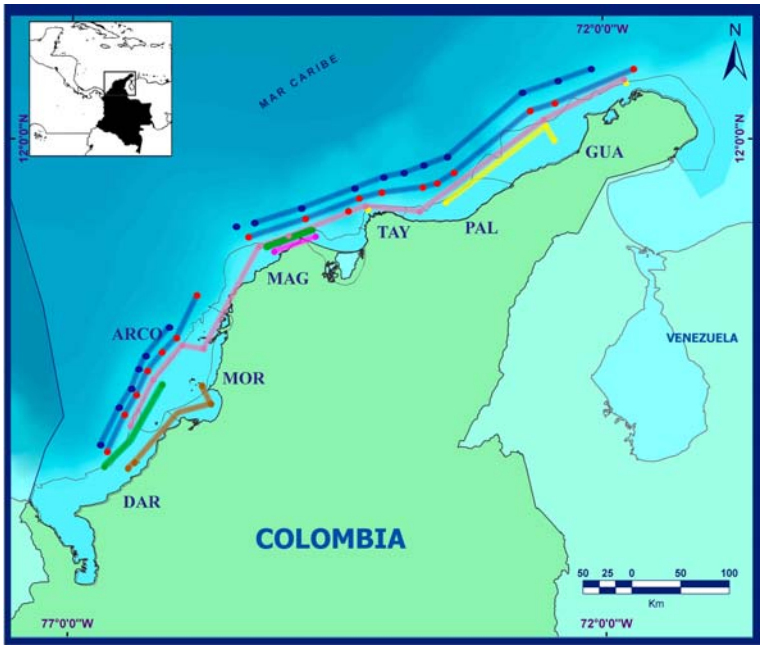

Figura 63. Asociaciones definidas para la plataforma continental y talud superior. En azul se encuentran las asociaciones de 300 y 500 m de profundidad (talud superior). En rosado la asociación de 150 m y en los demás colores las asociaciones de 20 y 70 m de la plataforma. Ecorregiones, GUA: Guajira; PAL: Palomino; TAY: Tayrona; MAG: Magdalena; MOR: Morrosquillo; ARCO: Archipiélagos Coralinos; DAR: Darién.

8.5 ¿Cuáles son los tensores de estos ambientes?

Entre los tensores antrópicos se encuentran las fuentes de contaminación que afectan las zonas costeras colombianas como son las descargas industriales, aguas servidas urbanas, lixiviado de basuras, residuos sólidos (Vélez et al. 2003) además se encuentra el material disuelto y partículado que llevan los ríos especialmente los que pasan por centros urbanos y/o áreas agrícolas.

Las descargas de los ríos Magdalena, Sinú y Atrato en el Caribe además de las sustancias contaminantes, llevan una gran cantidad de sedimentos a las áreas marinas, esto crea fondos inestables para el asentamiento y proliferación de los organismos del bentos. En el Pacífico la carga de sedimento puede ser mayor especialmente en los ríos que atraviesan minas de extracción de oro.

Los arrastres de pesca semi-industrial de camarón es otro factor que afecta los organismos del bentos dado que perturban el fondo (Guzmán-Alvis y Ardila, 2003). Aunque el principal objetivo de explotación de estas embarcaciones de arrastre es el camarón, con regularidad, las capturas de peces acompañantes son superiores en biomasa y número de especies (Medina, 2002). En la zona norte del Caribe colombiano, se ha encontrado que la flota de arrastre camaronera es quizá la que ejerce mayor presión pesquera sobre las comunidades de peces demersales y de invertebrados del fondo. La proporción de peces: otros grupos: camarón fue de 9:4:1 en peso para el año 2000; lo que muestra que es poco el camarón que se está encontrando y sacando, lo cual ha conllevado a la explotación de otros grupos (Medina, 2002).

Los arrastres pesqueros modifican la diversidad, estructura de la comunidad, estructura trófica y productividad de las comunidades macrobentónicas. Los arrastres reducen la abundancia de los organismos de mayor tamaño tanto en la epifauna como en la infauna (Schratzberger et al, 2002). La Figura 64 presenta los fondos que están siendo afectados por la pesquería industrial de arrastre.

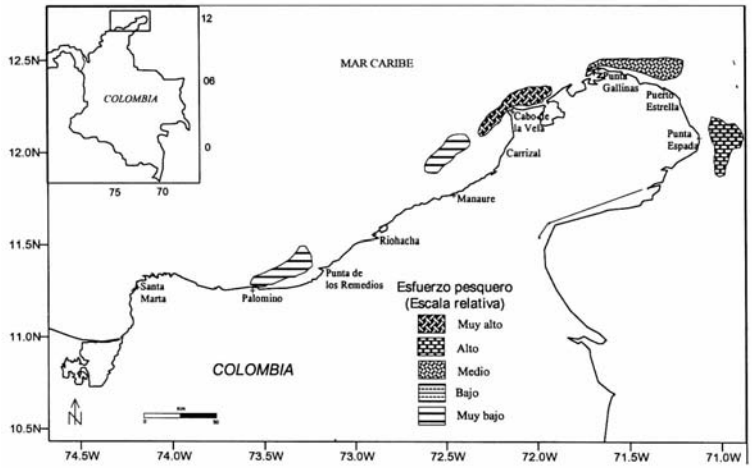

Figura 64. Áreas de arrastre de pesca industrial y esfuerzo pesquero en el área norte del Caribe colombiano, durante el año 2000 (Tomado de Viaña et al., 2002).

Una evaluación preliminar de la diversidad y riqueza de la epifauna en la plataforma de la Guajira y Palomino en sitios con diferente grado de esfuerzo pesquero se muestra en la (Figura 65).

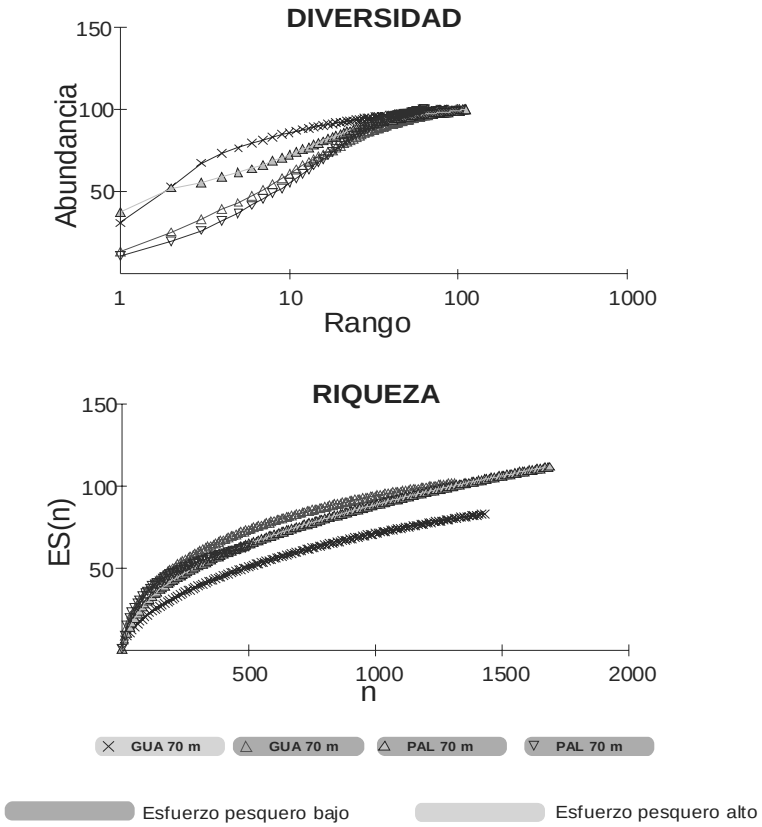

Figura 65. Efecto de los arrastres pesqueros sobre la diversidad y riqueza de la epifauna en la plataforma de la Guajira y Palomino. Las estimaciones de diversidad y riqueza de epifauna se hicieron con base en la información colectada por los proyectos MACROFAUNA II; la información del esfuerzo pesquero se baso en el trabajo de Viaña *et al.* (2002). ES(n): número de especies esperada de una muestra de n individuos.

El área entre Punta Gallinas- Puerto Estrella donde el esfuerzo pesquero es alto, la curva de diversidad corre por encima de las demás curvas de diversidad donde el esfuerzo pesquero es menor (entre el Río Palomino y Punta Carrizal); y la curva de riqueza muestra el comportamiento inverso. Esto sugiere que la diversidad y riqueza son menores en el área de donde el esfuerzo pesquero es mayor. Sin embargo, se requieren muestreos adicionales para determinar en que grado esta afectando los arrastres de pesca la estructura y función de las comunidades macrobentónicas en el tiempo y en el espacio.

8.6 Conclusiones y recomendaciones

Los fondos blandos son el ecosistema marino más extenso pero el menos conocido. Existen áreas como la plataforma del Magdalena y el Golfo de Morrosquillo mejor estudiadas, y por ende de allí deriva el conocimiento actual del bentos en Colombia. Poco se conoce de las comunidades bentónicas en el Pacífico colombiano.

En el Caribe colombiano, áreas como la Bahía de Cartagena y la Ciénaga de Tesca presentan comunidades bentónicas pobremente desarrolladas, en comparación con las asociaciones de la plataforma de Bolívar, Magdalena y Guajira. En las primeras se presentan bajas densidades y riqueza de familias, debido al alto grado de contaminación orgánica e industrial.

A pesar de que las comunidades bentónicas son buenos indicadores de perturbaciones antrópicas y naturales, y de que deben ser utilizadas en programas de monitoreo, evaluación y vigilancia, son muy pocos los estudios de monitoreo. En la plataforma del Magdalena, los cambios en la densidad y riqueza de los organismos bentónicos en los últimos tres años son similares, estas comunidades no han mostrado una alteración (natural o antrópica) notoria en los últimos años. Sin embargo, falta más información en otros sitios del Caribe y Pacifico colombiano para evaluar el estado de las comunidades de fondos blandos.

El conocimiento de la ecología de las comunidades bentónicas, los factores que las regulan, su riqueza y variación espacial y temporal, es prioritario dada la importancia que tienen estos organismos en la cadena trófica como alimento de especies comerciales de peces e invertebrados.

Se requiere evaluar, mediante diseños de muestreo adecuados y diferentes tipos de metodologías (arrastres de fondo, dragados, video y fotografía) el impacto causado sobre las especies y las asociaciones biológicas de los fondos blandos de la plataforma por la actividad de pesca industrial, con el fin de establecer los potenciales efectos de dicha actividad sobre estos ecosistemas estratégicos.

8.7 Literatura Citada

Alongi, D. M. 1998. Coastal Ecosystem Processes. CRC Press, Boca Raton, Florida, 419 pp.

Ardila, N.E., Gracia, A. y J.M. Díaz. 2001. Inventario, caracterización de asociaciones y zoogeografia de la malacofauna del talud superior (200-500 m) del Caribe colombiano. Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5(65):1-4.

Ardila, N. E., Díaz, J. M. y A. Gracia. 2002. Nuevas evidencias de los esquemas de distribución geográfica de la malacofauna del talud superior (200-500 m) del Caribe colombiano. Resúmenes V Congreso Latinoamericano de Malacología, Sao Paulo, Brasil. (40): 81 p.

Ardila, N. E., Diaz, J. M., Gracia, A., Rachello, P. y Arboleda, E. 2003. Avances en el conocimiento de la malacofauna marina de Colombia (1997-2002). Resúmenes XII Seminario Nacional del Mar, Santa Marta. ST- Oral 19: 131 p.

Belan, T. A. 2003. Marine environmental quality assessment using polychaete taxocene characteristics in Vancouver Harbour. Marine Environmental Research 57: 89–101.

Benavides-Serrato, M., Borrero-Pérez, G.H., Solano, O.D. y G.R. Navas. 2001. Equinodermos del talud superior del Caribe colombiano. Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5(60):1-7.

Bermúdez, A., Navas G., Cruz N. y N. H. Campos. Aportes al conocimiento de los crustáceos decápodos del Caribe colombiano. Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5 (67):1-4.

Crisp, D.J. 1984. Energy flow measurements. In: Holme NA, McIntyre AD (eds) Methods for the study of the marine benthos. IBP Handbook 16. Blackwell, Oxford, 284-367.

Dayton, P. K. & R. R. Hessler. 1972. Role of biological disturbance in maintaining diversity in the deep sea. Deep-Sea Research, 19: 199-208.

García C. y J. Sandoval. 1983. Comunidades macrozoobénticas de fondos blandos en la plataforma continental de Ciénaga, Caribe colombiano. Tesis de grado. Facultad de Biol. Mar., Univ. Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, 84 p.

Guzmán-Alvis, A. y J. M. Díaz. 1996. Soft-bottom macrobenthic assemblages off Santa Marta, Caribbean coast of Colombia. Carbb. Jour. of Sci., 32: 176-186.

Guzmán-Alvis A y O. D. Solano. 2001. Cambios temporales en la estructura comunitaria de la macroinfauna y su relación con la precipitación (Caribe colombiano). Resúmenes IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. San Andrés Isla, p 493.

Guzmán-Alvis A y O. D. Solano. 2002. Estado de los fondos blandos de la plataforma continental, pp: 71-75 En: Ospina-Salazar G.H. y Acero A. (eds). INVEMAR, Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001. Medellín: cuartas impresores, 178 p.

Guzmán-Alvis A y N. Ardila. 2003. Estado de los fondos blandos en Colombia, pp: 172-186. En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2002. Medellín: servigráficas, 178 p. Serie de publicaciones periódicas; no. 8.

INVEMAR. 1997a. Monitoreo de parámetros físico-químicos y comunidades macrozoobénticas en el área de influencia de la monoboya y línea submarina Terminal Pozos Colorados (Santa Marta). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis. Informe final para ECOPETROL, Regional Caribe. Santa Marta, 54 pp. + 3 anexos.

INVEMAR. 1997b. Monitoreo de la fauna macrobentónica del área de influencia del proceso de construcción de la línea submarina y la TLU2 en el Golfo de Morrosquillo. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis. Informe final para OCENSA SA. Santa Marta, 61 pp + 4 anexos.

INVEMAR. 2000. Caracterización de la macrofauna del Caribe colombiano. Fase 1: Epifauna de la franja superior del talud continental (150-450 m). Informe técnico final para COLCIENCIAS. Código 2105-13-079-97. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR. 22 p + 58 anexos.

INVEMAR. 2001. Calidad de aguas, sedimentos y comunidades macrozoobentónicas en el área del Terminal de Pozos Colorados. Informe final. Santa Marta. 75 p.

INVEMAR. 2002a. Calidad de aguas, sedimentos y comunidades macrozoobentónicas en el área del Terminal de Pozos Colorados (Junio 2002). Informe final. Santa Marta. 117 p.

INVEMAR 2002b. Caracterización y catalogación de la macrofauna marina del Caribe colombiano, Fase 2. Informe técnico final para COLCIENCIAS. Código 2105-09-104-01. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR. 14 p. + 61 anexos.

INVEMAR. 2004a. Caracterización de aguas, sedimentos y comunidad macrozoobentónica en el área de influencia marina del Terminal de Pozos Colorados (Santa Marta, año 2003). Informe final para ECOPETROL. Santa Marta. (en preparación).

INVEMAR. 2004b. Monitoreo de ecosistemas marinos representativos de Bahía Portete. Informe final para Carbones del Cerrejón LLC, Cerrejón. Santa Marta (en preparación).

INVEMAR-ECOQUIMIA 2004. Establecimiento de la línea base primera fase del plan de monitoreo ambiental del proyecto para el tratamiento y disposición final de las aguas residuales de Cartagena de Indias primer informe de avance. Coordinación de Servicios Científicos, INVEMAR. Informe final para ACUACAR. Marzo de 2004. Santa Marta, (Texto en revisión).

Lalli, C. M. y Parsons T. R. 1997. Biological Oceanography an introduction. Second edition. The Open University, Oxford, 314 pp.

Longhurst A.R. y Pauly D. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic Press, San Diego, 407 p.

Medina, J. A. 2002. Ensamblajes de peces demersales explotados por la flota industrial camaronera en la plataforma continental de la Guajira (Caribe colombiano). Tesis Biología Marina, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta, D.T.C.H., 85p. Anexos A-E.

Mejía L.S., Acero, A., Roa, A., Saavedra, L. y G.R. Navas. 2001. Ictiofauna colectada por el crucero INVEMAR-MACROFAUNA I en el Caribe colombiano. Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5(66):1-5.

Rex, M. A. 1981. Community structure in the deep-sea benthos. Ann. Rev. Ecol. Syst. 12: 331-353.

Reyes, J., Lattig, P. y N. Ardila. 2001. Caracterización de la taxocenosis PORIFERA-CNIDARIA-ANNELIDA (POLYCHAETA) del talud superior del Caribe colombiano (200-500 m). Memorias IX COLACMAR, San Andrés, Colombia, ISBN 958-701-079-5(56):1-5.

Schratzberger, M., Dinmore T. A. y Jennings S. 2002. Impacts of trawling on the diversity, biomass and structure of meiofauna assemblages. Mar Biol 140: 83-93.

Solano, O.D., F. Cortés y J. A. Ruíz-López. 2001. Ambientes y comunidades de fondos blandos. Capitulo 5, págs: 65-77. En Barrios, L.M. y M. López-Victoria (eds.). Gorgona Marina, contribución al conocimiento de una isla única. INVEMAR, serie de publicaciones especiales, No. 7. 160p.

Tumbiolo M. L. y Downing J. A. 1994. An empirical model for the prediction of secondary production in marine benthic invertebrate populations. Mar Ecol Prog Ser 114:165-174.

Vélez A. M., Garay J., Marín B., Ramírez G. y M. Gómez. 2003. La calidad ambiental marina y costera en Colombia (Red de vigilancia de la calidad de las aguas marinas y costeras REDCAM), pp: 45-78 En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2002. Medellín: servigráficas, 178 p. Serie de publicaciones periódicas; no. 8).

Viaña J., Medina A., Barros M. y Manjares L. 2002. Evaluación de la ictiofauna demersal extraída por la pesquería industrial de arrastre en el área norte del Caribe colombiano (Enero 2000-Junio 2001). En: INPA-COLCIENCIAS. Informe Técnico Final Proyecto Evaluación de las pesquerías demersales del área norte del Caribe colombiano y parámetros ecológicos, biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo (Código 3135-09-550-98).

Wilson, G. D. & R. R. Hessler. 1987. Speciation in the deep sea. Ann. Rev. Ecol. Syst. 18: 185-207.

9. LAGUNAS COSTERAS Y ESTUARIOS

9.1 Introducción

La entrada y salida del agua en sitios de la zona costera con topografía irregular, propicia inundaciones de playas, particularmente en los lugares bajos, como estuarios, bahías resguardadas y lagunas, quedando los materiales suspendidos depositados sobre ellas (Álvarez, 1997).

Los ríos arrastran consigo considerables cantidades de material provenientes de sus vertientes los cuales transportan al mar, trayendo esto como consecuencia que en las cercanías de las costas, las aguas marinas contengan un alto porcentaje de materiales no sedimentados, en suspensión.

La sedimentación y la variación del nivel de la marisma, condiciona los cambios que van determinando la característica de la zona costera en cuestión, y de igual forma de las plantas y de los animales de esa zona.

En la medida que el agua de mar se evapora, si no existe un aporte de aguas dulces que lo equilibre, el suelo tiende a salinizarse con consecuencias negativas para el ecosistema. El flujo y reflujo alterna la inundación y desagüe de la marisma, lo que permite airear las capas fangosas de la marisma y posibilitar el intercambio de nutrientes y detritos (Álvarez, 1997).

Los litorales marinos y aguas someras en los que se manifiesten los procesos señalados, incluye ambientes de disímiles características, tales como los humedales estuarinos y lagunas costeras.

9.2 Conceptos y Características

Los cuerpos de agua en donde desemboca un río al mar y las mareas actúan como regulador biofísico, son denominados estuarios. Presentan una salinidad intermedia, ocasionando en muchos casos por la entrada de nutrientes y otros elementos aportados por los sistemas acuáticos, marinos y dulceacuícolas, una alta productividad, tanto primaria como secundaria. Suele formarse una cuenca semicerrada en contacto con el mar abierto, en la cual el agua dulce de los ríos alcanza a contener cantidades mesurables de sal marina (Álvarez, Inst. Humboldt 1997).

Las lagunas son definidas como cuerpos permanentes de agua de baja profundidad. Las ciénagas por el contrario, son cuerpos de agua originados por la acción de las corrientes de los ríos, que dan lugar a la formación de cuencas mediante la deposición de sedimentos y por la acción erosiva de diferentes agentes (Álvarez, 1997).

Son característicos de los estuarios la variabilidad de las condiciones físicas (iluminación, temperatura, turbidez, pH, corriente), químicas (Oxígeno disuelto, minerales, residuos industriales, etc.) y biológicas (densidad de las poblaciones, presencia de plancton, y necton inconstantes, etc.), los que en su conjunto presentan cambios en cuanto a su distribución espacial y temporal (Álvarez, 1997; INVEMAR, 1996 y 1998). Los estuarios se comportan como cubetas mezcladas del agua de los ríos, sirviendo de residencia a una gran variedad de especies.

La forma y tamaño de los estuarios guarda una estrecha relación con el caudal de los ríos, de la diferencia de elevación de las mareas y de la geología de las formaciones aledañas. En el denominado estuario de cuña salina o estuario positivo, el agua mas densa del mar penetra a lo largo del fondo para reemplazar el agua menos salada que se arrastra por la capa superficial. Lo expuesto significa que cuando en el estuario desemboca un río con un aporte significante, el agua dulce tiende a formar una capa delgada que corre hacía el mar por encima del agua salada, mezclándose a medida que avanza hacía el mar con cierta cantidad de agua salada de las capas inferiores. Otro tipo de estuario localizado en las áreas de grandes mareas y ríos de escaso caudal, presenta una mayor homogeneidad vertical, siendo casi dulce el agua de la cabecera del estuario que se va haciendo mas salada cuanto mas cerca esté de la desembocadura (Álvarez, Min. Amb. 1999).

Como ambiente ecológico los estuarios son complejos y variables. La alta productividad de los estuarios se debe en parte al arrastre de fangos con alto contenido de material orgánico, al material inorgánico suspendido procedente de la erosión de las riberas y al afloramiento de los fondos por la turbulencia provocada por el encuentro de las aguas, contribuyendo a su vez a la reincorporación de material orgánico del fondo, debido a organismos descompuestos y a la regeneración ocasionada por excretas de la fauna (fosfatos, urea, aminoácidos, ácido úrico, etc.).

En el caso de las lagunas toda la cubeta es potencialmente colonizable por macrófitas acuáticas arraigadas (zona litoral), sin una diferenciación entre región litoral y profunda. La dirección del agua va en un sólo sentido. Las ciénagas se localizan en depresiones poco profundas y conectadas al río mediante estrechos canales meandriformes. La dirección del flujo del agua va en dos sentidos, de la ciénaga al río y de este a la ciénaga.

Las ciénagas según la clasificación de Arias (MMA, 1999), pueden dividirse en cuatro tipos: 1) simple y primaria, conectada directamente al río; 2) conjunto o racimo de ciénagas, una primaria y una o más ciénagas secundarias conectadas directa o indirectamente a ésta; 3) ciénaga primaria, conectada indirectamente al río, y 4) ciénaga aislada, sin conexión con el río y alimentada sólo de manera esporádica por desbordes del mismo.

Los estuarios y lagunas costeras brindan importantes servicios ambientales al hombre, siendo entre ellos importantes, la regulación de desequilibrios y perturbaciones (protegen la costa contra tormentas), reciclaje de nutrientes y, hábitats de refugio de diversos organismos que un número considerable reviste interés comercial, pues resultan ser fuente significativa de proteína animal. Dichos ecosistemas por su belleza paisajística y condiciones naturales, son utilizados además como centros de recreación y esparcimiento.

9.3 Principales Estuarios y Lagunas Costeras en la Región Caribe y Pacifico de Colombia

Según el Minambiente (MMA, 1999), se han identificado los principales estuarios y lagunas costeras localizados en los litorales Caribe y Pacifico colombiano (Tabla 12).

En el Caribe continental se encuentran 4 estuarios propiamente dichos, que corresponden a las desembocaduras de los ríos Magdalena, Canal del Dique, Sinú y Atrato y 59 lagunas costeras, las cuales tienen una extensión aproximada de 155.472 ha.

Zona 1. En el grupo de lagunas costeras está Bahía Colombia, que es un bajo inundable de marismas con vegetación hidrófila y manglares; el estuario de Bahía Maririo, con influencia de agua dulce proveniente de un brazo del río Atrato y el río Leoncito a través del caño Maririo. Entre los estuarios de ríos que desembocan en el Golfo de Urabá se encuentran: Delta del río Atrato, río Mulatos, río San Juan, río Turbo, río Caimán Nuevo, río Necoclí, río Currulao, río Chigorodó, río Guadualito, río León, río Murindó, río Jodega, río Chajeadó, río Murri y río Sucio.

Zona 2. En el Golfo de Morrosquillo se ubican el Delta del río Sinú y la Bahía de Cispatá.

Zona 3. En esta zona se encuentra localizada la Bahía de Cartagena con 82 km.2 de superficie, cual se comporta como un estuario debido al aporte de agua dulce del Canal del Dique; en Isla Barú se encuentran las siguientes lagunas costeras: Cholón, Portonaito, El Pelao, Barú, Vásquez, Mohán, Ciénaga Honda, Ciénaga Coquitos y Ciénaga Cocon; dentro del Parque Nacional Natural Corales del Rosario se encuentra la Ciénaga de Cocoliso. Al noreste de la Bahía de Cartagena se ubica la Ciénaga de la Virgen o de Tesca.

Zona 4. En esta zona se localiza la principal laguna costera del país, la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) con una extensión de 450 km2. En la Isla de Salamanca se encuentra localizado el sistema de Ciénagas la Atascosa, Cuatrobocas, Las Piedras y Poza Verde.

Tabla 12. Estuarios y lagunas costeras del Caribe y Pacífico colombiano

Región	Tipo	1 ZONA	2 UBICACIÓN	Localización
Caribe	Laguna Costera	1	Golfo de Urabá	Bahía Colombia
	Estuario	1	Golfo de Urabá	Bahía Maririo
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta del río Atrato
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Mulatos
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta San Juan
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Turbo
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Caimán Nuevo
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Necoclí
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Currulao
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Chigorodó
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Guadualito
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta León
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Murindó
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Jodega,
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Chajeadó
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Murri
	Estuario de río	1	Golfo de Urabá	Delta Río Sucio
	Estuario	2	Golfo de Morrosquillo	delta del río Sinú
	Laguna Costera	2	Golfo de Morrosquillo	Bahía de Cispatá
	Estuario	3	Bahía de Cartagena	Bahía de Cartagena
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Cholón
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Portonaito
	Laguna Costera	3	Isla Barú	El Pelao
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Barú
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Vásquez
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Mohán
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Ciénaga Honda
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Ciénaga Coquitos
	Laguna Costera	3	Isla Barú	Ciénaga Cocón
	Laguna Costera	3	PNN Corales del Rosario	Ciénaga de Cocoliso
	Laguna Costera	3	Bolívar	Ciénaga de la Virgen o de Tesca
	Estuario	4		Delta Río Magdalena
	Laguna Costera	4	Magdalena	Ciénaga Grande de Santa Marta
	Laguna Costera	4	Isla de Salamanca	La Atascosa
	Laguna Costera	4	Isla de Salamanca	Cuatrobocas
	Laguna Costera	4	Isla de Salamanca	Las Piedras
	Laguna Costera	4	Isla de Salamanca	Poza Verde.
	Estuario	5	La Guajira	D. Río Ranchería
	Estuario	5	La Guajira	Delta Río Jerez
	Estuario	5	La Guajira	Delta Río Ancho
	Estuario	5	La Guajira	Delta Río Negro
	Estuario	5	La Guajira	Delta Río Palomino

Región	Tipo	1 ZONA	2 UBICACIÓN	Localización
Pacifico	Estuario	1	Chocó Norte	Delta Río Apartadó
	Estuario	2	Chocó Sur	Delta Río Catipre
	Estuario	2	Chocó Sur	Delta Río Baudó
	Estuario	3	Chocó Sur	Delta río San Juan
	Estuario	3	Valle del Cauca	Bahía Málaga
	Estuario	3	Valle del Cauca	Bahía de Buenaventura
	Estuario	4	Cauca	Delta río San Juan de Micay
	Estuario	4	Cauca	Delta Guapi
	Estuario	4	Nariño	Delta Patía
	Estuario	4	Nariño	Ensenada de Tumaco
			Atlántico	Cienaga de Mallorquín
			Atlántico	Ciénaga de Balboa
			Sucre	Cienaga La Caimanera
			Nariño	Bocana Iscuandé
			Guajira	Cienaga Buenavista
			Guajira	Bahía Hondita
			Guajira	Bahía Portete
			San Andrés	Bahía Hooker Manglar
			Nariño	Río Mira

Zona 5. En la desembocadura de río Ranchería se forma un estuario en la época húmeda unos ocho meses al año. También se localizan las desembocaduras de los ríos Jerez, Ancho, Negro y Palomino.

Las lagunas costeras y estuarios de la región Caribe se encuentran localizados en las áreas que se muestran en las Figuras 66-69.

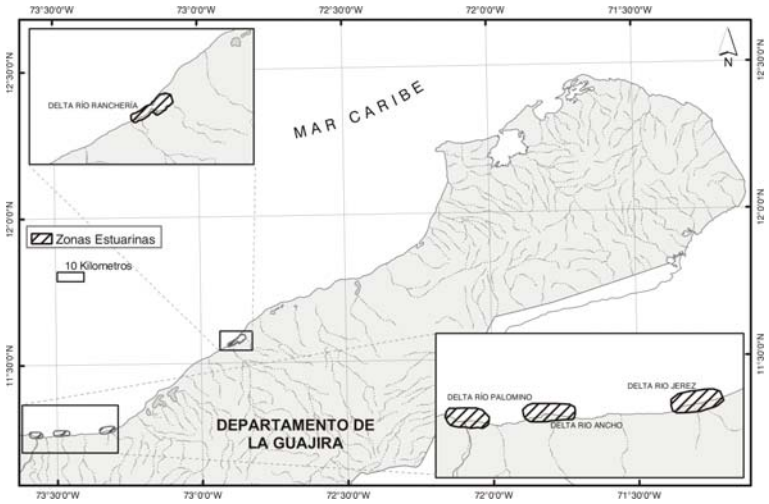

Figura 66. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento de la Guajira.

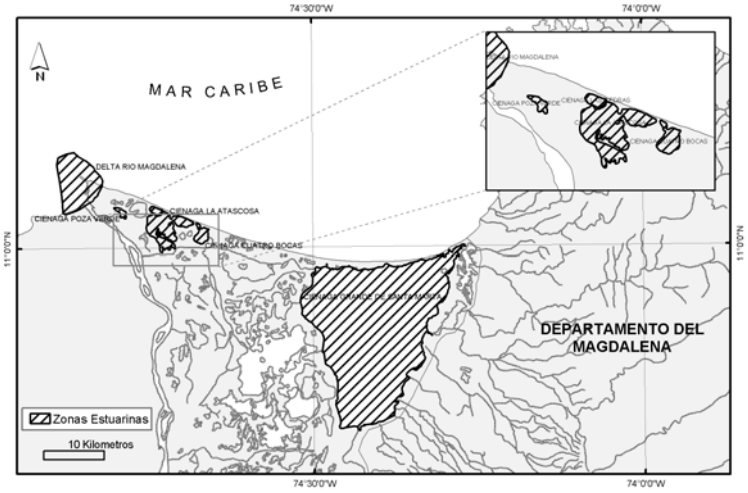

Figura 67. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento del Magdalena.

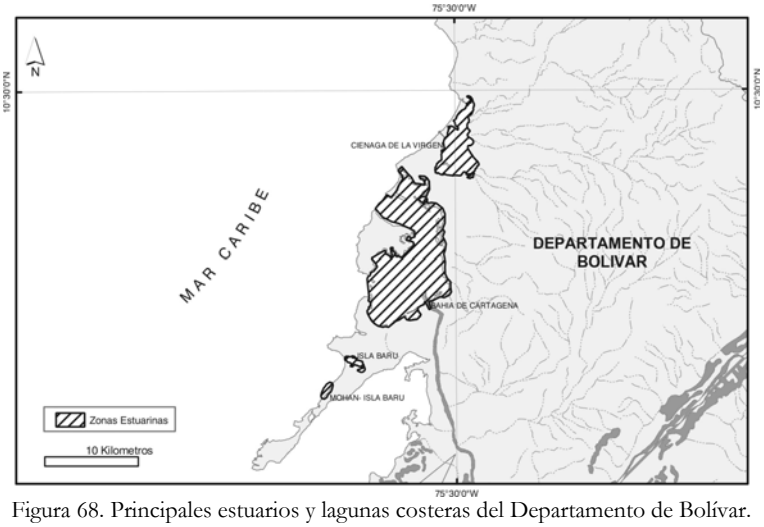

Figura 68. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento de Bolívar.

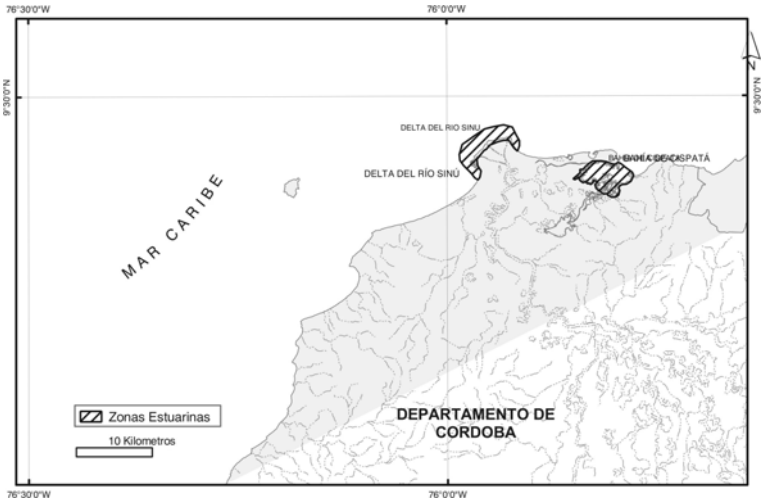

Figura 69. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento de Córdoba.

Los principales estuarios y lagunas costeras en la región Pacifico, se localizan en las desembocaduras de los ríos, distribuidos en cuatro zonas:

Zona 1. En el delta de los ríos Jurado y Apartado, cerca de la frontera con Panamá.

Zona 2. En la desembocadura de los ríos Catipre y Baudo.

Zona 3. En el delta del río San Juan, la Bahía Málaga y Bahía de Buenaventura.

Zona 4. En las desembocaduras o deltas de los ríos San Juan de Micay, Guapi, Patía y Ensenada de Tumaco.

Las lagunas costeras y estuarios de la región Pacífico se encuentran localizados en las áreas que se muestran en las Figuras 70-73.

Figura 70. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento del Chocó.

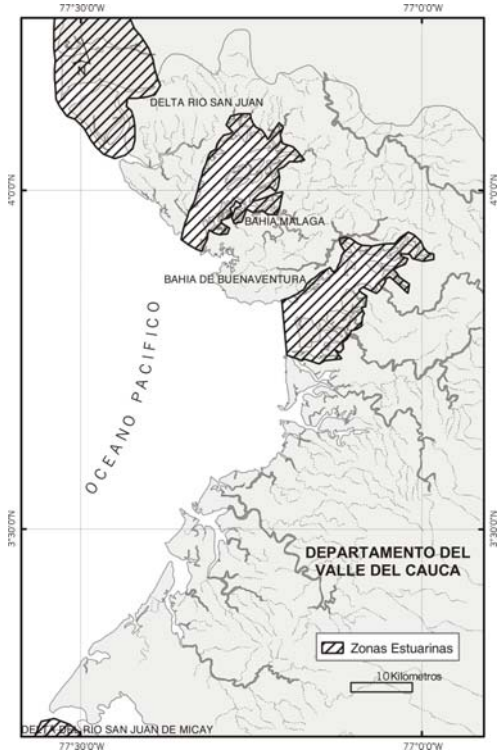

Figura 71.Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento del Valle.

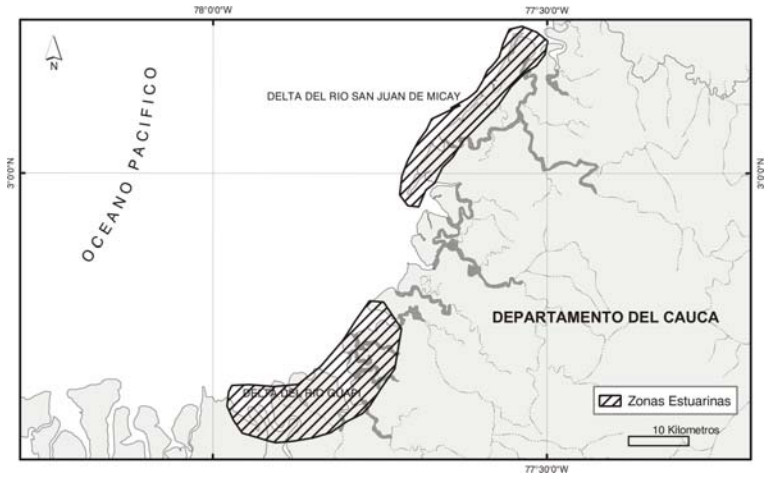

Figura 72. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento del Cauca.

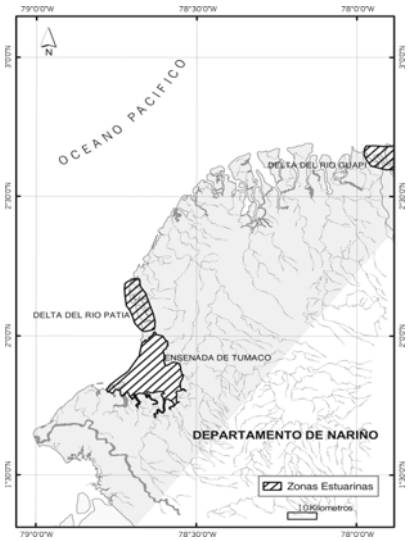

Figura 73. Principales estuarios y lagunas costeras del Departamento del Nariño.

9.4 Diagnóstico de la Calidad Ambiental de los Principales Estuarios y Lagunas Costeras Colombianas

En el documento: Política de Ordenamiento Integrado y Desarrollo Sostenible de las Zonas Costeras Colombianas (Steer, et al, 1997)), se señala: la zona costera es un recurso, que le confiere un valor adicional respecto a los otros espacios terrestres siendo objeto de grandes apetencias humanas, enormemente aceleradas en los últimos años como consecuencia del desarrollo agroindustrial, urbano, turístico, demográfico, portuario, situaciones de orden público etc. siendo actualmente aprovechada en nuestro país de forma indiscriminada y sin una racionalidad. En tal sentido en los ecosistemas objeto de análisis (estuarios y lagunas costeras), acontecen actividades de diversa índole que originan conflictos sociales y económicos, los cuales en la mayoría de los casos dado el insuficiente ordenamiento e indebido uso, inciden negativamente en la calidad ambiental de estos.

Se conoce que los sistemas estuarinos y lagunas costeras del país al igual que otros ecosistemas marinos, están siendo afectados en diferentes grados por el aumento constante en los niveles de contaminación de las áreas marinas y costeras colombianas, lo cual ha repercutido con mayor fuerza en la toma de conciencia pública, y en consecuencia la implementación de acciones técnicas y de otro tipo por parte de entidades estatales y privadas, con la finalidad de prevenir y controlar la contaminación de los litorales colombianos (Garay, et.al 1998; INVEMAR, 1996; MMA, 2000).

Los manglares y lagunas costeras, por ser los ecosistemas ubicados en las desembocaduras de los ríos, son los primeros en recibir el impacto de los contaminantes y sedimentos transportados desde los grandes centros poblacionales, industriales y agrícolas del país. Los manglares tienen una gran capacidad para retener elementos disueltos y suspendidos; sin embargo, en algunas zonas se ha rebasado esta capacidad. A esto se suma la intervención de los bosques y los recursos pesqueros en forma tal que la extensión y calidad de estos ecosistemas se ha visto altamente reducida y deteriorada.

La eutroficación de los ecosistemas acuáticos costeros es otro problema que está afectando a las lagunas costeras cercanas a los grandes centros poblacionales y las desembocaduras de las principales arterias fluviales, tanto en el Caribe como en el Pacífico colombiano. Se ha reportado presencia elevada de nutrientes y cambios en las poblaciones de especies características en zonas como Riohacha, las ciénagas de Mallorquín, Tesca, Santa Marta, en los manglares aledaños a Turbo, San Andrés y en las aguas interiores de las bahías de Buenaventura y Tumaco.

Con mayor intensidad en el Caribe que en el Pacifico colombiano, los ecosistemas estuarinos y lagunas costeras, son afectados por las actividades desarrolladas por los asentamientos humanos, agrícolas e industriales.

Las descargas de contaminantes en las costas y que impactan los ecosistemas costeros, están relacionados con las siguientes fuentes (Informe Técnico PAC, 1999):

- Fuentes puntuales (industrias y plantas de tratamiento de aguas servidas).
- Escurrimientos urbanos no puntuales (escurrimiento del agua de lluvia y descargas combinadas por derramamiento).
- Escurrimientos no urbanos y no puntuales (escurrimientos procedentes de cultivos, pastizales y bosques).
- Fuentes caudal arriba (contaminantes que son llevados a la zona costera como parte del caudal del río).
- Regadíos que regresan al caudal (agua de regadío que regresa a un lago, curso de agua o canal).

Los fondos de la plataforma continental en la región Caribe y Pacifico, ocupan un área de 6,600 millones de ha, con una extensión promedio de 22 km. desde la línea de costa (Arias, 1994). Esta unidad ecológica dado los servicios ambientales que brinda (reciclaje de nutrientes, control biológico, producción de alimentos y fuente de materia prima), es afectada por diversas actividades, como son: explotación de hidrocarburos, la pesca semindustrial del camarón y la contaminación directa en diferentes proporciones por desechos de origen industrial y doméstico (Garay, 2001).

La plataforma continental en el Caribe en algunas zonas termina entre 130 y 150 metros de profundidad, y a continuación la pendiente cambia abruptamente y el talud se precipita rápidamente sobre la Cuenca de Colombia.

Debido a que se han realizado pocos estudios sobre los sistemas de pastos marinos en Colombia, es difícil estimar la superficie de estos, aunque es conocido que solo en el Caribe colombiano se presentan praderas de fanerógamas marinas, estando limitada su presencia debido al aporte de agua dulce de los ríos, la turbidez de las aguas, la falta de substratos adecuados y la alta dinámica costera (Álvarez, Marín, 1999 y 2000).

Las praderas de pastos marinos se localizan dentro del Golfo de Urabá en la Ensenada de río Negro; en inmediaciones de Isla Fuerte y concentrados en los archipiélagos de San Bernardo, Islas de Rosario, Isla Barú y Bahía Cartagena; en la Ensenada del Rodadero existió un parche de Thalassia que desapareció aparentemente por el dragado y relleno de las playas con fines turísticos; parches importantes en la Bahía de Taganga y en las Bahías del Parque Tayrona (MMA, 1999).

Dichas praderas son dañadas por las actividades realizadas en la costa, tales como: construcciones, dragados, turismo, como ocurre en Santa Marta y El Rodadero en donde los dragados para adecuación de playas acabaron virtualmente con el recurso o en San Andrés en donde se arrancan para dejar fondos arenosos atractivos para los turistas.

Colombia posee extensos bosques de manglares en las costas del Caribe y Pacifico, a pesar de que su cobertura arbórea ha disminuido en los últimos años. La intervención del ecosistema de manglar en el litoral Caribe ha sido intensa, particularmente en los departamentos del Magdalena, San Andrés y Providencia y Antioquia. En situación menos drástica se encuentran los manglares de la región Pacifico (INVEMAR 1996; MMA, 1999).

Entre los principales factores que generan impactos sobre el ecosistema de manglar están: cambios en el uso de la tierra, la acuicultura, obras civiles de infraestructura que interrumpen la circulación e intercambio de agua, la tala ilegal y el relleno de terrenos, la explotación indebida del recurso, la actividad turística incontrolada y la contaminación generada por fuentes terrestres.

9.4.1 Región Caribe

De acuerdo a la zonificación expuesta, en la región del Caribe se identifican varios estuarios y lagunas costeras, de los cuales describiremos en términos generales, el estado que presenta la calidad ambiental de los más estudiados.

- **Ciénaga Grande de Santa Marta**

La ecorregión Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) está situada en el Departamento del Magdalena, Norte de Colombia (Fig. 67).

Un mosaico de espejos de agua (más de 20 ciénagas, con una extensión aproximada de 730 km2.), que presentan niveles diferentes de sedimentación y salinidad, constituyen la característica más relevante de la Ecorregión. El suelo entre las ciénagas y su alrededor (aproximadamente 500 km^2.), se halla colonizado por bosques de manglar, que han desaparecido en forma progresiva desde el norte hacia el sur del Complejo de Pajarales (INVEMAR 1988; INVEMAR-BID, 1999-2002).

La región se caracteriza por una planicie que incluye un complejo sistema de lagunas interconectadas por caños, de las cuales la Ciénaga Grande presenta el espejo de agua de mayor superficie (Fig. 67). Colinda con el mar, siendo el sitio donde se produce el mayor intercambio con éste, el llamado puente de La Barra.

A partir de la puesta en marcha de las obras hidráulicas para comunicar el río Magdalena a partir de los caños Clarín, Aguas Negras y Renegado (1994-1998) al Complejo de Pajarales (CP) primero, y luego a la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), el sistema CGSM-CP experimentó un cambio notable en el comportamiento espacial y temporal de las variables físicas, químicas, biológicas, así como de los contaminantes orgánicos, metálicos y microbiológicos. Dentro de éstas variables, la salinidad ha determinado una reestructuración de la comunidad viva, incluidos los recursos pesqueros.

A grandes rasgos se pueden visualizar tres estratos resultantes, más o menos definidos, a) el estuarino, la CGSM, medio de aguas salobres, sometida a cambios estacionales de salinidad, hábitat de las especies recurso tradicionales eurihalinas; b) el plano de inundación, en el área influida por la entrada de agua por los caños, ciénaga la Redonda y Salamanca Occidental; áreas al sur-occidente, como el Santuario de Flora Fauna, sometidas al régimen fluvial de inundación y sequía, con especies de peces dulceacuícolas migratorias y residentes, aunque estenohalinas; y c) un ecotono entre los anteriores, el complejo de Pajarales, que temporalmente se asimila a los otros dos estratos en la salinidad de sus aguas y la presencia de especies dulceacuícolas y/o estuarinas (esteno- y eurihalinas, respectivamente) (INVEMAR-BID, 1999-2002).

Los resultados ponen de manifiesto las interacciones de los flujos de agua con las variables medidas en el sistema Ciénaga Grande de Santa Marta y complejo de Pajarales. Dentro de las variables, la salinidad es el primer indicador de las entradas de agua dulce y de los patrones de circulación y/o mezcla. Los valores fluctuantes de salinidad denotan la influencia de la precipitación en la región y fuera de ella, así como de la marea en el intercambio de agua con el mar Caribe. El análisis espacial muestra que las mayores fluctuaciones se presentan en el sector de la Boca de la Barra; y la de menos cambios, en la zona del Río Magdalena. Oscilaciones en menor proporción se presentan en las zonas de los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, principales tributarios junto al río Magdalena, y del espejo de agua de mayor área de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

La disminución de la salinidad en años consecutivos a partir de la apertura de los caños y el impacto significativo en la región noroccidental de la CGSM, se evidencia por la proliferación de numerosas especies de macrófitas acuáticas flotantes y el arribo e implantación de propágulos de manglar a zonas antes desprovistas de vegetación (INVEMAR-BID, 1999-2002).

Por su parte, los nutrientes están ingresando al ecosistema por las fuentes de agua dulce. En promedio, los ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, están influyendo en mayor medida al sistema al descargar fósforo inorgánico, cuya procedencia son la plantaciones de banano, palma africana y otros cultivos tanto en la montaña como la zona aluvial (INVEMAR-BID, 1999-2002).

De acuerdo a la hidrodinámica actual y a las actividades desarrolladas en las cuencas de los tributarios, existen dos grandes fuentes externas de contaminación química y sanitaria para el sistema lagunar. Mientras el ingreso de agua desde el río Magdalena afecta principalmente algunos sectores de la planicie de inundación, el área de influencia de la vertiente oocidental de la Sierra Nevada, se limita fundamentalmente a la Ciénaga Grande (INVEMAR-BID, 1999-2002).

Los cambios actuales en el hidroperíodo también han influido en la vegetación. La actual regeneración natural y desarrollo de la cobertura vegetal de los bosques de manglar observada en áreas perturbadas de la CGSM están directamente asociados a los cambios en la salinidad intersticial. Se ha establecido mediante la aplicación de varios índices de vegetación, que el área de manglar recuperado en la CGSM ha sido de 11.95 km2 año-1 para el periodo 1995-1997 y 19.83 km2 año-1 para 1997-1999.

La baja salinidad ha permitido la reproducción de árboles adultos y la producción de propágulos de las especies de manglar Avicennia germinans y Laguncularia racemosa. L. racemosa es la especie dominante en las áreas donde la vegetación de manglar se esta regenerando. Además, tiene altas tasas de crecimiento y mayor tolerancia a la inundación durante su estadio de plántula (INVEMAR-BID, 1999-2002).

Las obras hidráulicas han incidido en la evolución de los indicadores físicos, químicos, biológicos y sanitarios, generando cambios favorables en algunos de ellos con beneficio para el proceso de rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta, tal como sucede con la salinidad, la cual desempeña un papel importante en el funcionamiento del sistema, dada la dependencia que de esta variable tienen los recursos vegetales y pesqueros que habitan el sistema lagunar.

- **Bahía de Cartagena**

La Bahía de Cartagena está localizada en la parte central del Caribe colombiano, departamento de Bolívar (Fig. 68). Se considera por definición geológica una Bahía, sin embargo, tiene una significativa fuente de aguas fluviales provenientes del Canal del Dique que aporta aguas del río Magdalena, por lo que califica como estuario (UNOPS, 1997).

La bahía de Cartagena, la ciénaga de Tesca y los Caños, Lagos y Lagunas internas de Cartagena, representan los ecosistemas acuáticos más importantes del Distrito de Cartagena, por los usos socioeconómicos que actualmente sustentan, además de su importancia ecológica. El diagnóstico y las salidas del modelo de ecosistema desarrollado por el CIOH (1997), indican un estado de máximo deterioro de las aguas de la Bahía, la Ciénaga y los Caños, debido a la anoxia predominante en la mayor parte del fondo, especialmente en zonas de influencia de descargas de aguas servidas urbanas, industriales, dulceacuícolas, descargas oleosas, lixiviados, etc. Ha habido incremento paulatino de los episodios de eutrofización debido al exceso de nutrientes de origen antrópico; presencia de tóxicos como algunos metales pesados, hidrocarburos y plaguicidas, tanto en aguas como en los sedimentos y, en muchos casos en organismos de importancia comercial (Garay, 1998).

El Canal del Dique, convertido en un componente del sistema fluvial del río Magdalena, generó los más grandes cambios morfológicos en el recinto de la bahía al introducir elementos sedimentológicos adicionales que muy rápidamente debilitaron la vida coralina en el interior del sistema. La sobrecarga de partículas en suspensión, producto del arrastre fluvial, ocasionó la muerte de las formaciones coralinas del interior de la Bahía; el influjo de aguas de origen continental, un elemento nuevo dentro del contexto, condicionó el comportamiento de la bahía como un estuario típico en donde dominan condiciones de agua de mezcla. La presencia del manglar y los amplios rangos de variación de sus características ambientales, son testimonios concretos del hecho (UNOPS, 1998; Garay, 1998).

Las principales fuentes de contaminación directas que afectan la Bahía de Cartagena son:

- Descargas industriales
- Aguas servidas urbanas
- Canal del Dique
- Vertimientos de buques
- Lixiviados de basuras
- Desechos sólidos

El Canal del Dique ha cambiado profundamente todo el sistema acuático de la Bahía de Cartagena transformándola de una Bahía de arrecifes coralinos con aguas de mar claras, a un estuario con grandes aportes de agua dulce y de materiales en suspensión que alteran estacionalmente la salinidad, la oxigenación y numerosos parámetros físicos y biológicos de la bahía (Garay, 1998). Entre otros efectos, el aumento de la turbidez y la caída de la salinidad han producido la muerte de los arrecifes coralinos, la reducción en la productividad primaria de la Bahía y una sensible disminución de zonas que podrían ser usadas para recreación y baño.

La información histórica consultada, y las evaluaciones realizadas sobre las condiciones ambientales del ecosistema, indican un estado de máximo deterioro de las aguas de la Bahía, debido a la anoxia predominante en la mayor parte del fondo del ecosistema, incremento paulatino de los episodios de eutrofización debido al exceso de nutrientes de origen antrópico, presencia de tóxicos como algunos metales pesados, hidrocarburos y plaguicidas, tanto en aguas como en los sedimentos, y, en muchos casos en organismos de importancia comercial de consumo por la comunidad, tales como algunas especies de peces y bivalvos (Garay, 1988).

Se identifican como sectores críticos en la Bahía, desde el punto de vista de los niveles de contaminación encontrados tanto en organismos, como en sedimentos y aguas; los correspondientes a zonas de influencia de los focos principales de los agentes tensores de la Bahía: los emisarios de aguas negras de la ciudad (incluido el emisario submarino), el Canal del Dique, y los efluentes de la zona industrial de Mamonal. Igualmente en estos sectores se ha constatado que las comunidades bióticas están empobrecidas al presentar relativamente valores menores de abundancia, riqueza específica o diversidad respecto a otros sectores comparables de la Bahía (Garay, 1998).

Se conoce que ha habido pérdida de biodiversidad en algunos sectores de la Bahía, por desaparición de hábitats, fundamentalmente lo relativo a la reducción de extensión de los manglares y fanerógamas marinas, o por alteración extrema de las condiciones ambientales en algún momento, en el caso de las contingencias por agentes tóxicos. Igualmente, se infiere que la pérdida causada por la desaparición de los arrecifes coralinos, sabida la cantidad de especies animales y vegetales que viven asociadas a ellos, es irreparable (Garay, 1998).

- **Golfo de Morrosquillo.**

La llanura del Golfo de Morrosquillo se extiende desde los límites con el departamento de Córdoba hasta las ciénagas cercanas al Canal del Dique (Fig. 69) (INVEMAR 1996; Barreto, 1998).

En esta zona existen importantes asentamientos humanos como las poblaciones de San Antero, Coveñas y Tolú, que son los asentamientos humanos más representativos del Golfo, con aproximadamente 25000 habitantes, más al norte se encuentra el caserío de Berrugas con 5000 habitantes. En el extremo norte del golfo se encuentra el archipiélago Islas de San Bernardo, compuesto por un conjunto de islas de las cuales las mas importantes son Cabruna, Palma, Mangle, Tíntipan, El Islote, Mucura, Maravilla y Ceycén. El Golfo termina en el costado norte con la punta de San Bernardo, separado por un estrecho canal de la isla del Boquerón.

En la zona costera desemboca uno de los principales ríos del Caribe, el río Sinú, otras vertientes mayores son los ríos Cascajo y Pechelín, dentro de las vertientes menores se encuentran los arroyos Pita, Caña Brava, Carbonero y Villeros.

La problemática de la contaminación en la zonas costeras del Departamento de Córdoba se fundamenta en una contaminación agroindustrial causada por los vertimientos de residuos líquidos y sólidos, localizada en el área de Montelibano, cuenca del Río San Jorge por la explotación de ferroniquel, una cantera localizada en la Ciénaga de Oro, yacimientos de carbón en Puerto Libertador y explotaciones auríferas en el alto y medio San Jorge.

Con respecto a los agroquímicos el uso de pesticidas y fertilizantes con mayor intensidad, se hace en los Distritos de Riego localizados en el medio y bajo Sinú, los cuales viertes sus aguas directamente al Río Sinú sin ningún tipo de tratamiento, de acá al Golfo (INVEMAR, 1996; Informe Técnico No.1, 1999).

Los vertimientos líquidos de industrias alimenticias, frigoríficos y mataderos, localizados en su totalidad en las cabeceras municipales y la contaminación doméstica, causada por aguas servidas, tensoactivos y detergentes, provenientes de los vertimientos de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento y disposición inadecuada de los desechos, son descargadas igualmente al Golfo de Morrosquillo.

En la zona costera se presenta una gran actividad turística, que ha incrementado los establecimientos y complejos turísticos, produciendo contaminación por residuos domésticos, basuras y combustibles de las embarcaciones y yates de turismo.

Los municipios de la zona costera carecen de alcantarillado y en los pocos municipios que existe, es deficiente y en la mayoría de las casas el tratamiento de aguas domésticas se realiza por medio de pozos sépticos o letrinas.

Las condiciones ambientales en el Golfo de Morrosquillo y los recursos naturales que lo conforman, se están degradando a ritmo acelerado como consecuencia de la contaminación, multiplicidad de vertederos, tala de manglar y explotación excesiva de los recursos vegetales y pesqueros. Lo expuesto se evidencia en la situación que presenta la ciénaga de Caimanera, importante ecosistema por su productividad biológica y por ser hábitat de numerosas especies amenazadas, el cual ha afectado entre otros recursos, las áreas de manglar (Castaño, 2001).

- **Golfo de Urabá**

El golfo de Urabá por su ubicación tiene importancia económica y ecológica para la región y en general para el país, pues es utilizado como vía para la exportación e importación de productos, y posee una gran riqueza de ecosistemas frágiles, que requieren de protección y conservación. Existen zonas recreativas y áreas pesqueras que de una u otra forma se benefician de las características de la región.

En el golfo se vierten gran cantidad de contaminantes, tales como aguas residuales domésticas e industriales, afluentes fluviales contaminados y/o actividades costeras puntuales (transporte marítimo y actividades portuarias). Los contaminantes son descargados al medio sin tratamiento, afectando la calidad de los ecosistemas con los que interactúa (INVEMAR, 1996; CORPOURABA, 2000).

Atendiendo a las características de la región y por el tipo de actividad económica que se realiza (fincas bananeras), se presume que a través de los sistemas acuáticos están siendo tributados al Golfo una elevada contaminación de tóxicos químicos, los que unidos a las descargas de efluentes domésticos, trae como resultado el deterioro de los ecosistemas marinos.

La zona en la que se encuentra enclavada el Golfo de Urabá, está influenciada por diferentes procesos como son la erosión y la sedimentación, como consecuencia del arrastre de materiales que llevan los ríos que desembocan en allí y la deposición de estos materiales debido a las corrientes y el efecto de los vientos en la región.

La mayoría de los ríos atraviesan las áreas agrícolas del eje bananero, acompañados en su paso de los agroquímicos utilizados en el proceso de producción, y finalmente depositados al mezclarse con los sedimentos y aguas en la zona costera.

Se evidencia la necesidad de profundizar en el conocimiento de la problemática ambiental del Golfo de Urabá, que permita disponer de argumentos para el control y vigilancia de la calidad ambiental de sus ecosistemas marinos.

9.4.2 Región Pacifico

Las principales causas de erosión de la costa Pacifica, están dadas por:

- Subsistencia diferencial de la zona costera, producidos por sismos de gran magnitud y por compactación deltáica.
- Probables ascensos del nivel del mar, temporales asociados cambios globales y al fenómeno de El Niño.

En la región Pacifico se distinguen numerosos sistemas estuarinos, de los que se expondrán brevemente las características ambientales sobre salientes de algunos de ellos.

- **Bahía de Buenaventura**

La bahía de Buenaventura tiene un área aproximada de 16 Km.2 y una profundidad promedio de 2 a 10 metros (Fig. 71). Dicha Bahía es considerada como un estuario y en ella desembocan varios ríos: El Dagua, Caimán, Limones, Anchicayá y Raposo, además se localizan varios esteros, afluentes y quebradas (EAFIT, 1995).

La bahía se encuentra bordeada en toda su extensión por bosques de manglar. En ella convergen varias actividades, debido a que es una región portuaria y constituye un componente importante de la economía de la región. Se destacan las actividades propiamente portuarias y empresas pesqueras.

Además de las actividades portuarias existen empresas pesqueras, madereras, astilleros y almacenamiento de combustibles, los que generan de acuerdo a sus características diferentes tipos de desechos los que contribuyen en conjunto, a las alteraciones que pueda presentar la Bahía, repercutiendo en los organismos que interaccionan con el sistema.

Se estima que los manglares de la Bahía están siendo afectados por factores medioambientales, tales como la humedad, la salinidad, el tipo de sustrato, la energía del oleaje y la vegetación que les sirve de alimento.

Los usos humanos indiscriminados del manglar han conducido a procesos de deterioro que se evidencian en la perdida de la biodiversidad. El establecimiento y crecimiento de centros urbanos costeros (Buenaventura y Tumaco) ha deteriorado el entorno de los manglares. La deposición de sedimentos degrada la vegetación por el taponamiento de sus raíces y puede impedir los flujos de agua dulce. Muchas áreas de este ecosistema han sido utilizadas como basureros, y sitios de descarga de desechos industriales y derrames de hidrocarburos (Garay, 2001).

- **Ensenada de Tumaco**

La Ensenada de Tumaco, se encuentra localizada al sur del departamento de Nariño (Fig. 73).

La zona costera del municipio de Tumaco se caracteriza por la alta dinámica de sus procesos naturales. El área de su litoral está limitada por la configuración de su entorno físico: cobertura de manglar, la influencia marina sobre esteros y ríos, así como también zonas intermareales (CCCP, 2000).

La precipitación en la zona costera de la región, los aportes sedimentológicos fluviales continentales, la dinámica marina y la constitución geológica del suelo producen, una constante variación morfodinámica del litoral conformando áreas inestables, dada la ocurrencia de procesos costeros tales como erosión, deslizamientos, inundación y licuefacción (CCCP, 1997).

En Tumaco confluyen diversas variables estando entre las principales, la gran biodiversidad y características físicas terrestres, marítimas y metereológicas, con una incidencia notable de los aspectos socioeconómicos, en los que las amenazas y riesgos tanto naturales como antropogenicos ejercen una marcada influencia en el contexto general del desarrollo de la zona (CCCP, 1997).

En el caso del Departamento de Nariño, la Ensenada de Tumaco esta siendo afectada por diversos contaminantes generados por fuentes localizadas en la zona costera, los cuales tributan materia orgánica y residuos sólidos e hidrocarburos del petróleo, entre otros La explotación de oro de aluvión en los ríos Mira, Patia, Tapaje, Telembi, Magui e Iscunade, contribuye al deterioro de la calidad ambiental de la costa Nariñense (INVEMAR, 2002).

Las especies vegetales que hacen parte del manglar, se han utilizado para satisfacer diferentes necesidades que las comunidades deben suplir en su cotidianidad, pero que en la mayoría de los casos originan problemas, por las prácticas utilizadas en el aprovechamiento. Los usos más importantes que se le da a la madera del mangle en la costa Pacífica son entre otros: construcción, pilotes, leña, carbón vegetal, postes para cercas, madera para pulpa. En forma general las especies vegetales asociadas al manglar se utilizan para la obtención de madera para leña, varas y la corteza en tiras para amarrar los diferentes aditamentos utilizados en las faenas diarias de pesca y para asegurar los canastos en el transporte de estos (INVEMAR, 2002).

La desembocadura del río Guapi, como todos los estuarios, se caracteriza por estar fuertemente influenciada por la acción de las mareas (Fig. 8). Existen en la zona especies marinas de interés comercial que penetran en el río y sus bocanas. El sustrato de la ribera es estable, predominan el mangle negro (Avicennia germinans), salvo en las bocanas donde alterna con el mangle rojo (CCCP, 1992).

9.5 Consideraciones Generales

En general, las zonas costeras mayormente impactadas en Colombia corresponden a los cuerpos de agua de Cartagena en el Caribe, y a la bahía de Buenaventura en el Pacífico. En estas áreas, la contaminación microbiológica es alta, como consecuencia de las descargas de aguas negras a través del alcantarillado sanitario, los emisarios de emergencia y los que se hacen en forma directa sin ningún tratamiento. La conjugación de las descargas y el régimen de circulación de corrientes, favorecen la permanencia de Coliformes en niveles no permisibles en algunos sectores del Caribe y Pacifico colombiano. De igual forma, las descargas han llevado a los cuerpos de agua adyacentes a la eutrofización, la sedimentación acelerada y el deterioro ambiental generalizado.

Aunque los efectos que ejercen estas cargas de contaminantes sobre los organismos y poblaciones marinas se conocen poco, a nivel ecosistémico es notoria la disminución de la calidad en arrecifes, praderas marinas, manglares y playas, ocasionada tanto por fenómenos naturales como por impactos de las actividades y poblaciones humanas. Se evidencia la necesidad de profundizar en el conocimiento de la problemática ambiental del Golfo de Urabá, que permita disponer de argumentos para el control y vigilancia de la calidad ambiental de sus ecosistemas marinos.

Resulta importante profundizar en el conocimiento sobre el estado y características de ecosistemas tan importantes como son los estuarios y lagunas costeras, y parejo a ello formular e implementar estrategias para su protección y conservación. Deben organizarse redes que permitan el uso y manejo de la información ambiental que se tiene sobre la calidad ambiental de los ecosistemas marinos y costeros colombianos, para el manejo, supervisión y atención a los problemas sociales, económicos y culturales derivados del deterioro y desatención de los ecosistemas costeros y de los recursos naturales que les están asociados. Es preciso el diseño e implementación de planes de prevención que coadyuven a la protección y conservación de los ecosistemas marinos colombianos.

9.6 Literatura Citada

Álvarez, F. 1997. Introducción a la ecología del Mar. Editorial Mejoras. Ltda. Apartado No. 1340. Barranquilla.

Barreto, M., Becerra, R., Benavides J., Cardoso E., Hernández H., Marín, L., Posada, B., Salvatierra, C., Sierra, P., & Villa A. Diagnostico ambiental del Golfo de Morrosquillo. Una aplicación de sensores remotos y SIG como contribución al manejo integrado de zonas costeras. Curso AGS-6 (1998-1999).

Castaño, M. C. 2001. Influencia de las descargas sobre variables fisicoquímicas y propuesta de su manejo y control en aguas superficiales del Golfo de Morrosquillo. Caribe colombiano. Tesis de Grado. Invemar. Documento en preparación.

CCCP, 1992. Estudio de la influencia de la marea en el río Guapi. Boletín Científico. No. 3. Situación de riesgo en la Ensenada de Tumaco.

CCCP, 2000. Anuario Científico. 1984-2000. Ministerio de Defensa Nacional. Dirección General Marítima.

CORPOURABA, 2000. Diagnostico de la contaminación continental y su influencia en el Golfo de Urabá. Informe.

EAFIT, 1995. Estudio del Delta del río San Juan Bahías de Málaga y Buenaventura y Pacifico colombiano. Tomo I. COLCIENCIAS.

Garay, J. A.; L. A. Castro; C. Ospina. 1988. Vigilancia de la contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo en el litoral Caribe colombiano- Bahía Cispatá hasta Castilletes. Memorias VI Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar., Bogotá, Col. 275-281

Garay, J. A., 1993. Informe Final Proyecto Regional FP/5101-90-02-6912 UCR/CAR/COI/CIOH. "Evaluación del Impacto sobre Ecosistemas Marinos Costeros Generados por el Uso de Plaguicidas en Zonas Agrícolas (Arroceras) Adyacentes a la Ciénaga de la Virgen, Municipio de Cartagena, Colombia". CIOH. Cartagena, Colombia.

Garzón- Ferreira, J. et al., 2000. Variables fisicoquímicas y bióticas en dos áreas coralinas con distinto grado de influencia continental y antrópica en la región de Santa Marta (Caribe colombiano). Artículo en prensa.

INVEMAR, 1996. Memorias Primer Taller. Programa de Monitoreo de la Contaminación en la Costa Caribe y Océano Pacifico de Colombia. Santa Marta 26-28 de Agosto 1996.

INVEMAR, 1998. Informe proyecto B-PIN. Diagnostico y evaluación de la calidad química y sanitaria de las aguas marinas del Caribe y Pacifico.

INVEMAR 2000. Informe Anual sobre el estado de los recursos marinos y costeros - 1999. Programa Sinam – Unidad Coordinadora de Información. Invemar. 63 p.

INVEMAR, 1999-2002. Informes Técnicos Finales. 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-MMA-BID-CORPAMAG.

Lasserre P. & Postma Hank. Oceanologica Acta. Vol. Special Supplement Au VOL.4 . DECEMBER 1982

Marín Z. B. & Garay J. 2000. Diagnostico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacifico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras. Proyecto BID-FONAM

MMA. Ministerio del Medio Ambiente (2000). Proyecto Colectivo Ambiental. Plan Nacional de Desarrollo.

Steer, R, 1997. Política Nacional de Ordenamiento Integrado y Desarrollo Sostenible de las Zonas Costeras.

Vargas, D. 2002. Caracterización y determinación de los cambios espacio-temporales (1989 – 2000) en el bosque de manglar del complejo de las bocanas de Guapi – Iscuandé, Pacífico colombiano, mediante la aplicación de sensores remotos. Tesis.

CAPITULO III
ESTADO DE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES

10. DIVERSIDAD DE ESPECIES MARINAS EN COLOMBIA

10.1 Biodiversidad y Conservación de especies marinas en Colombia

Antes de la década de 1990, los mares y océanos eran considerados biológicamente menos diversos que el ámbito terrestre. Ahora se sabe que es al contrario, ya que 33 de las 34 categorías animales (phyla) están representadas en el mar, si se compara con los solamente 15 que existen en tierra.

En el caso particular de Colombia, cuya extensión de mar territorial es equivalente a la de su territorio emergido y posee costas sobre el Océano Pacífico y el Mar Caribe, hasta hace poco tiempo era quizás el país con menor tradición y vocación marina entre las naciones americanas, a excepción obviamente de Bolivia y Paraguay. Ello se ha reflejado no solamente en la escasa participación de los recursos biológicos del mar en la economía nacional y en los bajos índices de desarrollo de las poblaciones costeras, sino también en el generalizado bajo grado de cultura marítima de la población en general y en la reducida disponibilidad de información sobre las características oceanográficas, ecológicas y biológicas de nuestros mares.

Si se da la respectiva importancia a la investigación de la biodiversidad marina muchos y grandes beneficios son los que podría obtener el país. Por ejemplo, las pesquerías como un renglón de la economía nacional y base alimentaria de una buena parte la población costera, dependen de la protección de la diversidad, porque las especies capturadas por las pesquerías se sostienen de la complejidad de sus cadenas tróficas y hábitats. Las especies marinas también se constituyen probablemente como el mayor reservorio de sustancias químicas que puedan ser usadas en productos farmacéuticos, y en cuanto al material genético éste puede resultar útil en aplicaciones biotecnológicas.

La participación de Colombia en el Convenio de Biodiversidad (CdB), en particular en lo que concierne a los compromisos señalados en el llamado "Mandato de Jakarta", y su correspondiente declaración como uno de los doce países megadiversos del planeta, han promovido la creación de planes estratégicos para el estudio de la biodiversidad marina en el país.

Como se plantea en el Plan Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina –PNIBM (INVEMAR, 2000), una de las tareas prioritarias a emprender es la realización de los inventarios nacionales. Los nombres científicos de los organismos son el lenguaje básico para la comunicación en biodiversidad y, como tal, son la clave de nuestro conocimiento acumulado

acerca de la vida en la Tierra. Por esta razón, se ha hecho necesaria la organización de las colecciones de referencia y la formación de nuevos taxónomos y a su vez, la sistemática y taxonomía han recobrado una inusitada importancia, luego de haber sido desestimuladas durante casi veinte años. La conformación de equipos interdisciplinarios, liderados por científicos de alto nivel, que enfrenten el reto de reducir el grado de incertidumbre acerca de la biodiversidad marina, conscientes de lo que falta por explorar y de lo que definitivamente quizá no se logre conocer, así como las causas y consecuencias de ello, es probablemente la mejor manera de dar solución a los problemas del mundo real y de enfrentar las amenazas que se ciernen sobre la biodiversidad del mar.

En esta edición del Informe del Estado de los Recursos se presenta una breve reseña histórica acerca del estudio de la biodiversidad marina en Colombia, información reciente de estudios de caso de algunas de las especies amenazadas listadas en los libros rojos, especies introducidas, así como el impacto que ejercen las pesquerías en la diversidad de algunos sectores del Caribe colombiano.

10.2 Inventarios de diversidad de especies marinas en Colombia

La investigación marina en Colombia es bastante joven, esencialmente no sobrepasa los 40 años, comparada no sólo con la de los países del mundo desarrollado, sino también con la de los demás países del área, que cuentan con un bagaje cultural que en muchos casos es el resultado de un proceso científico iniciado hace más de un siglo. Lo poco que se conocía acerca de la biodiversidad marina de Colombia hasta comienzos de la década de 1970, era producto de la esporádica actividad investigativa realizada por científicos foráneos y de expediciones oceanográficas emprendidas por instituciones extranjeras en aguas colombianas.

No fue sino hasta finales de la década de 1960, con la creación casi en forma simultánea del entonces Instituto Colombo-Alemán de Investigaciones Científicas -ICAL- en Santa Marta (hoy INVEMAR), de la facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional – CIOH, del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología – COLCIENCIAS y de la Comisión Colombiana de Oceanografía- CCO, cuando realmente se dio inicio a un proceso investigativo y de formación que constituye la base del conocimiento científico autóctono sobre la fauna, flora, recursos pesqueros y ecosistemas marinos y costeros en Colombia.

Hacia finales de la década de 1970 se sucedieron cuatro circunstancias que dieron a la postre un decisivo impulso a la investigación marina en el país. En primer lugar, se realizaron actividades mancomundadas pioneras, a manera de expediciones científicas entre distintas instituciones, algunos de cuyos resultados dieron lugar a las primeras publicaciones monográficas, aunque éstas distaban mucho de tener una visión integral. Segundo, se estableció el primer programa de

posgrado en biología marina, mediante convenio entre la Universidad Nacional de Colombia y COLCIENCIAS, que se nutrió significativamente de la experiencia de científicos extranjeros vinculados al INVEMAR. En tercer lugar, se formuló el "Plan de Desarrollo de Ciencias y Tecnologías del Mar en Colombia- PDCTM", bajo la coordinación del Departamento Nacional de Planeación –DNP, COLCIENCIAS y la CCO, y con el concurso de varias instituciones.

Finalmente, gracias a los convenios de cooperación suscritos con entidades extranjeras de fomento e intercambio educativo y a algunos esfuerzos individuales, los primeros contingentes de investigadores iniciaron estudios de doctorado en universidades europeas y norteamericanas. Los trabajos de tesis de posgrado y las disertaciones doctorales de estos investigadores significaron un incremento considerable en la calidad y un enfoque más funcional de las investigaciones sobre fauna, flora y ecosistemas marinos del país.

En la década de 1980, con la paulatina incorporación de las primeras promociones de posgraduandos y el retorno de los investigadores de doctorado del extranjero, el desarrollo de la investigación estuvo marcado por la ejecución de proyectos con carácter cada vez más ecológico, un enfoque productivo con el desarrollo de la acuicultura, y por el abandono paulatino de las disciplinas descriptivas, entre ellas la taxonomía. No obstante, se trataba aún en su mayoría de investigaciones aisladas, más bien puntuales e individuales, poco articuladas al desarrollo de planes y programas institucionales, aún menos nacionales, pero que en todo caso significaron un aumento considerable en el conocimiento de la biodiversidad marina colombiana. En un contexto histórico se puede decir que fue ésta la adolescencia de la investigación en biodiversidad marina en Colombia.

Con la reformulación del PDCTM y la puesta en vigencia de la Ley de Ciencia y Tecnología (Ley 29 de 1990) y la creación del Sistema Nacional Ambiental –SINA, que vincula al Ministerio del Medio Ambiente cinco institutos de investigación, entre ellos INVEMAR, y la adhesión de Colombia al CdB (Constituido en Ley de Biodiversidad en 1994), se determina en la década de 1990 un nuevo ámbito de acción de las ciencias del mar en el país y se las orienta con más claridad en el contexto de la problemática ambiental de las zonas costeras y del mar en general.

Como carta de navegación que permitiera trazar los rumbos de la investigación en biodiversidad marina en Colombia, en el año 2000 el INVEMAR lideró la formulación del Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina – PNIBM, diseñado en el *contexto* de los lineamientos del CdB y teniendo en cuenta los vacíos que subsisten en el conocimiento, con el fin de permitir una acertada toma de decisiones en cuanto a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina y costera. Con ello, se marcó el inicio de la adultez de la investigación marina en Colombia.

Hay que reconocer que a pesar de las dificultades económicas, el país ha venido desarrollando un importante esfuerzo en materia de investigación en la última década. Los inventarios de especies y la caracterización básica de los ecosistemas marinos en Colombia empiezan a arrojar

ya cifras, aunque fragmentarias, que puedan hacer parte de estadísticas comparativas con otras regiones del mundo, especialmente en lo que respecta al Caribe.

10.2.1 Estado de avance de los inventarios nacionales

Para Colombia, la tarea de conocer la biodiversidad marina es un reto de grandes proporciones, pero también una obligación, si se quiere garantizar a las futuras generaciones la disponibilidad de una importante cantidad de recursos vitales para su aprovechamiento, bienestar y supervivencia, y un compromiso como país signatario del Convenio de Biodiversidad. Los siguientes resultados se basan en buena parte, aproximadamente un 30%, del esfuerzo realizado en los últimos cinco años por parte del proyecto "Macrofauna del talud y plataforma continental del Caribe colombiano", adelantado por INVEMAR, con la colaboración de la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Giessen (Alemania), el Smithsonian Institution, la Unidad de Parques del Ministerio del Medio Ambiente y la Corporación Autónoma Regional de la Guajira- CORPOGUAJIRA, con los auspicios de COLCIENCIAS y FONAM. En diciembre de 2003 se dio finalización a la primera fase de la caracterización en el Pacífico colombiano, y se tiene la expectativa de continuar con la investigación en biodiversidad tanto de la parte norte como de la parte sur del Pacífico, durante los próximos cinco años.

Así por ejemplo, se sabe ya con cierta certeza, según datos del Sistema de Información en Biodiversidad Marina de INVEMAR, que en el Caribe colombiano se han registrado a la fecha alrededor de 900 especies de peces, 1180 de moluscos, 530 de crustáceos decápodos, 150 de equinodermos, 130 de corales escleractínios y 97 de octocorales. Con el trabajo realizado en el 2003 se actualizó el listado de 239 especies de poliquetos (Báez y Ardila, 2003) y se adicionaron 76 especies de briozoos (Flórez y Montoya, 2004). Para otros grupos, como las esponjas, otros crustáceos, picnogónidos y sipuncúlidos, aún no se tienen cifras exactas y en muchos casos los datos no existen, aunque se continua adelantando un inventario de la información secundaria disponible.

Para el Pacífico el esfuerzo investigativo ha sido mucho menor. De acuerdo con el estudio de Arboleda (2002), basado en la información secundaria disponible y los registros en las colecciones de referencia, se obtuvo una idea general de su riqueza de especies y se vislumbró qué tanto hacía falta por inventariar. Se conoce de la presencia de 771 especies de peces, 412 de crsutáceos decápodos, 963 de moluscos, 118 de equinodermos y 31 de corales, que son los grupos mejor estudiados.

Con la puesta en marcha del proyecto "Caracterización de la macrofauna de la plataforma continental y talud superior de la parte norte del océano Pacífico colombiano, con énfasis en la taxonomía, sistemática y biogeografía de las especies americanas de las familias de crustáceos Porcellanidae y Galatheidae (Decapoda: Anomura)" se inició la caracterización sistemática del Pacífico colombiano. Sin embargo, durante esta primera fase sólo se adelantó la identificación del 30% del material colectado, dejando abierta la posibilidad de que en el restante 70% se

incremente en buena parte el conocimiento de la fauna del norte del Pacífico colombiano. Hoy día, se encuentra planteado un proyecto por parte del GTSEM, para concluir con la identificación de este material y a mediano plazo, continuar con los inventarios en la parte sur del Pacífico colombiano.

Es indudable que ha habido un progreso significativo en el conocimiento de la biodiversidad marina colombiana en los últimos años, pero se está aún muy lejos de disponer de una visión general e integral, a una escala adecuada, de la biodiversidad de los mares y costas colombianas y de los patrones espacio-temporales que la determinan.

10.2.2 Primeros listados para Colombia

A continuación se presenta una breve descripción de los grupos de organismos que ya han sido revisados, cuyos listados se publicaron en la revista Biota Colombiana o se encuentran en revisión por los especialistas del Museo de Historia Natural Marina de Colombia. En la Tabla 13 se presentan los resultados de corales duros, pulpos y calamares, erizos de mar, poliquetos y peces rana. Actualmente el GTSEM, adelanta la revisión de las especies para Colombia de algas, quitones, pepinos de mar, plumas y lirios de mar, briozoos, platelmintos, octocorales, entre otros.

- **Corales duros (Clase Anthozoa: Orden Scleractinia)**

Los corales scleractinos conforman uno de los siete ordenes de la subclase Zoantharia, los cuales a su vez hacen parte de la clase Anthozoa. El orden Scleractinia está constituido por unas 1300 especies vivientes y aproximadamente el doble de formas extintas. Se trata de organismos de simetría radial, cuyos pólipos construyen un exoesqueleto de carbonato de calcio y que suelen formar colonias de numerosos individuos. El orden es exclusivamente marino y su distribución está determinada básicamente por la profundidad, temperatura, luz, salinidad y tipo de sustrato. El crecimiento colonial de los corales, entre otros, favorece la formación de complejas estructuras en el mar, los arrecifes coralinos. Tales estructuras alcanzan su máxima complejidad en aguas someras y claras del trópico y sub-trópico, compuestos principalmente por corales zooxantelados. A pesar de esto es posible hallar formaciones arrecifales por debajo de la cota de los 200 m, compuestos por corales azooxantelados, aunque éstas no llegan a ser tan complejas como aquellas formadas por los corales zooxantelados.

La mayoría de los trabajos realizados sobre corales en aguas colombianas se han restringido a registrar la presencia o a describir la estructura de la comunidad de las especies zooxantheladas (formadoras de arrecifes) como los de Prahl y Erhardt (1985); Werding y Sánchez (1989) y Sánchez (1995), entre otros. De otra parte, para las especies azooxantheladas, la gran mayoría de trabajos se ha centrado en documentar la presencia de unas cuantas especies (por ejemplo, Cairns 1979; Prahl y Erhardt 1988).

Tabla 13. Listados nacionales de corales duros, pulpos y calamares, erizos de mar, poliquetos y peces rana, en relación con los consolidados a nivel mundial o regional (C, Caribe). 1 Reyes, 2000. 2 Díaz et al, 2000. 3 Borrero-Pérez et al., 2003. 4 Báez y Ardila, 2003. 5 Mejía-Ladino en prep. (-) no hay consolidado disponible. FAM: No. de familias, GEN: No. de géneros, SP: No. de especies

Grupo	Mundial/Regional			Colombia		
	FAM	GEN	SP	FAM	GEN	SP
Corales duros[1]	24/-	217/-	1314/-	19	64	130
Pulpos y calamares[2,C]	-	-	700/90	9	16	28
Erizos de mar[3,C]	-	-	900/100	16	34	48
Poliquetos[4,C]	>80/69	-/447	9000/1260	43	138	239
Peces rana[5]	6/-	65/-	297/-	5	13	33

Un punto en común que los dos grupos presentan es que el estudio de su taxonomía ha sido más bien pobre. Únicamente Cairns (1979), Cairns (2000) y Lattig y Cairns (2001) han aportado al tema describiendo nuevas especies y géneros con base en material colectado en Colombia.

Existen a nivel mundial 1314 especies descritas de corales pétreos, de las cuales el 10.6% ha sido registrado o su presencia se sospecha en aguas colombianas del Caribe o del Pacífico. En la actualidad, de las 197 especies reconocidas de corales pétreos registradas para el Atlántico Occidental Tropical (Cairns et al. 1999), en el Caribe colombiano se encuentran o sospechan 115, o sea el 58.4%, mientras que para el Pacífico colombiano, tan solo 25 especies, o el 23.6% de las 104 especies conocidas del Pacífico Oriental (Cairns et al. 1999) han sido registradas. En tanto que el inventario de corales zooxanthelados, dada su presencia en colonias grandes, en aguas poco profundas y relativamente transparentes, puede asumirse que es casi completo, el de las formas solitarias no necesariamente asociadas a arrecifes coralinos, capaces de vivir a mayores profundidades, es seguramente bastante incompleto. Teniendo en cuenta que la exploración de los mares colombianos, especialmente en sus porciones profundas es aún muy precaria, futuras campañas de colecta, tanto en el Pacífico como en el Caribe, añadirán nuevos registros, especialmente de corales azooxantelados.

- **Pulpos y calamares (Phylum Mollusca: Clase Cefalopoda)**

Los cefalópodos son un grupo de moluscos completamente marinos, conocidos como pulpos, calamares, sepias y nautiloides. Aparecieron en el período Cámbrico superior (hace más de 510 millones de años) y su historia evolutiva esta bien documentada gracias a que la mayoría de las formas poseían una concha mineralizada que se ha conservado con facilidad en el registro fósil. Esta clase se caracteriza por presentar cuerpos con simetría bilateral; gran desarrollo de la región cefálica, cuya porción oral está rodeada por una corona de apéndices móviles (el número varía normalmente entre 8-10) provistos de ventosas y ganchos (excepto en la clase Nautiloidea); una rádula algo simplificada complementada con una mandíbula quitinosa; una concha modificada, reducida o ausente, a excepción de los pulpos, el resto de los cefalópodos

poseen una concha univalva, que puede ser externa o interna con forma de cono que puede ser recto, enrollado en espiral o con diferentes curvaturas; exhiben un sistema nervioso muy desarrollado y a diferencia de los demás moluscos el clivaje de sus huevos no es espiral sino incompleto (Götting, 1971).

Varias especies de cefalópodos hacen parte de importantes pesquerías, tanto industriales como artesanales, correspondiendo en su gran mayoría a capturas de calamares. En Colombia la pesca de calamares es mas bien incidental, como parte de la captura acompañante del camarón o de la pesca blanca. Los pulpos son capturados por los pescadores artesanales frecuentemente (Díaz et al. 2002).

En el mundo se conocen aproximadamente 700 especies, de las cuales para la región del Caribe y el Golfo de México se conocen 90 especies. Con los proyectos INVEMAR-Macrofauna I-II se ha aumentado considerablemente el número de especies conocidas para el Caribe colombiano. En el talud superior, de las 7 especies colectadas 6 correspondían a primeros registros para el área. Hasta la fecha se conocen 28 especies para el Caribe colombiano, agrupadas en 16 géneros y 9 familias (Díaz et al., 2000; Pulido-López y López-Pinto, 2002; Díaz y Gracia, en prep.). En pro de un mejor aprovechamiento de los recursos y con el fin de garantizar su sostenibilidad es importante desarrollar estudio de poblaciones, biología, comportamiento y evolución de los datos de pesquerías, e identificar aquellas especies que históricamente han sido explotadas comercialmente.

- **Erizos de mar (Phylum Echinodermata: Clase Echinoidea)**

Los erizos de mar son un grupo de invertebrados exclusivamente marinos que comprende unas 900 especies vivientes distribuidas desde los polos hasta el Ecuador y desde la zona intermareal hasta profundidades mayores a 5000 m. En ambientes someros como los arrecifes el pastoreo por parte de estos organismos tiene un importante efecto biológico y geológico. Los efectos biológicos incluyen la alteración de la abundancia, distribución y estructura de la comunidad de plantas y animales, un caso que muestra este efecto es el incremento drástico de la biomasa algal con todas sus consecuencias después de la mortalidad que sufrió *Diadema antillarum* en el Caribe en 1983 (Lessios et al., 1984, Liddell y Ohlhorst, 1986, Carpenter, 1990). Entre los efectos geológicos están la producción de sedimento, la erosión de rocas carbonatadas y en algunos casos la limitación del crecimiento de los arrecifes; se ha calculado que los equinoideos son los responsables de más del 90% de la bioerosión en aguas del Caribe (Birkeland 1989, Hendler et al. 1995).

En Colombia, ninguna de las especies es explotada para el consumo humano, como si ocurre en Europa y Asia (Chiu, 1986). También en el mar Caribe se explotan algunas especies como es el caso de *Tripneustes ventricosus* que fue objeto de sobrepesca en Barbados en donde sus poblaciones casi desaparecieron y *Lytechinus variegatus* que se captura y procesa artesanalmente para su venta local en la isla de Margarita, Venezuela (Gómez, 2001).

En total, de aproximadamente 100 especies conocidas para el Caribe y el Golfo de México (Hendler et al., 1995), se han registrado 48 para el Caribe colombiano, distribuidas en 34 géneros, 16 familias y 9 órdenes (Borrero-Pèrez et al., 2002b). La información con la que se cuenta para el Caribe colombiano ha sido recopilada de varias fuentes bibliográficas y confirmada y complementada con el material del National Museum of Natural History y del Museo de Historia Natural Marina de Colombia, con la cual se actualizó el listado de 38 especies presentado por Allain (1976).

La mayoría de las especies incluidas en este primer listado fueron recolectadas por el R/V John Elliot Pillsbury en 1966-1967 entre Cartagena y el Golfo de Urabá (Bayer et al., 1970) y los registros que lo complementan fueron realizados en Islas del Rosario (Caycedo 1979), en el Parque Nacional Natural Tayrona (Gallo 1988), entre Cartagena y el Golfo de Urabá durante la expedición CIOH-INVEMAR-SMITHSONIAN (González et al. 2002) y entre la Guajira y el Golfo de Urabá en la expedición INVEMAR-MACROFAUNA I (Borrero-Pérez et al. 2002a).

Estos registros, en gran parte, han sido efectuados entre 0 y 40 m de profundidad y en localidades puntuales (Caycedo 1979, Álvarez 1981, Gallo 1988), con excepción de algunos registros del Pillsbury (Bayer et al., 1970) que recolectó desde aguas someras hasta profundidades de 1500 m y las expediciones recientes que se han realizado entre 100 y 500 m. Teniendo en cuenta que los trabajos someros se han realizado en áreas puntuales y que la investigación a mayores profundidades es aún joven, futuras expediciones seguramente incrementarán el inventario, como es el caso de la expedición INVEMAR-MACROFAUNA II, durante la cual se encontraron dos primeros registros para Colombia de los géneros *Clypeaster* y *Centrostephanus* (Borrero-Pérez, en prep.).

- **Poliquetos (Phylum Annelida: Clase Polychaeta)**

Estos gusanos conocidos dentro de los Annelida por su morfología y alta diversidad, con cerca de 9000 especies, son organismos predominantemente marinos que pueden encontrarse desde zonas someras hasta grandes profundidades oceánicas. Básicamente su cuerpo consiste en un lóbulo cefálico o prostomio, con estructuras sensoriales como ojos, antenas y palpos; un cuerpo segmentado o metastomio el cual lleva los parapodios que son apéndices laterales pares dispuestos a lo largo del cuerpo; y un extremo final o pigidio. La presencia de quetas constituye el carácter más conspicuo para el grupo.

De las 1260 especies, agrupadas en 447 géneros y 69 familias que se han listado para en Gran Caribe, en el Caribe colombiano se han registrado 239 especies, agrupadas en 138 géneros y 43 familias; de éstas, las familias Sabellidae, Terebellidae, Syllidae y Nereididae presentan un mayor número de géneros, y con el mayor número de especies están las familias Eunicidae, Nereididae, Sabellidae, Serpulidae, Syllidae, Terebellidae y Onuphidae. En términos generales, el

bajo número de especies registrado en relación con el Gran Caribe (1260 especies) refleja el pobre conocimiento que se tiene del grupo en Colombia (Báez y Ardila, 2003).

Los poliquetos son uno de los grupos más diversos y abundantes presente en todos los sedimentos marinos. Esto los hace vitales para la estructura, producción, dinámica y salud del bentos. Adicionalmente ayudan a la descomposición, incorporación y recambio de materia orgánica en el lecho marino, contribuyendo al reciclaje de nutrientes en la columna de agua. Así mismo, constituyen una fuente valiosa de alimento para muchos organismos marinos pues hacen parte de la cadena alimentaria de poblaciones bentónicas. Como indicadores de contaminación, los poliquetos son de utilidad en monitoreo de ambientes marinos por su sensibilidad a cambios en el ambiente, incluyendo aquellos inducidos por el hombre. Aún cuando la importancia ecológica de este grupo es grande, en Colombia es escaso el conocimiento que se tiene de él.

- **Peces rana (Orden Lophiiformes)**

En cuanto al orden Lophiiformes, comúnmente denominados "peces pescadores" o "peces rana", se diferencian de los demás ordenes de teleósteos por su peculiar y único modo de alimentación que se caracteriza por el movimiento de la primera espina de la aleta dorsal, la cual se ubica sobre el borde superior del hocico y se modifica para funcionar como aparato de atracción (Pietsch y Grobecker, 1987). Este grupo de peces está mundialmente distribuido en hábitats tropicales y templados, a excepción de la Antártica, (aunque se han registrado algunos ceratoideos en aguas subantárticas), son estrictamente marinos y se encuentran en los fondos de aguas someras hasta aguas de gran profundidad, la mayoría de especies ocurren en aguas profundas (Nelson, 1994).

La carencia de conocimiento sobre las especies del orden en el área de estudio se debe a la poca importancia comercial que poseen, al amplio rango de profundidad donde habitan, a la alta variación en el tamaño del cuerpo y a la dificultad para la recolección del material, entre otras, sin embargo es un recurso íctico frecuente en los diferentes tipos de arte de pesca y un grupo de peces que presenta una biodiversidad relativamente alta.

De las 297 especies, incluidas en 65 géneros y seis familias que han sido descritas a nivel mundial (Nelson, 1994), en Colombia se han registrado 33 especies, en 13 géneros y cinco familias, de acuerdo con el estudio que actualmente adelanta Mejía-Ladino (en prep.).

Actualmente la sistemática del orden esta siendo estudiada por Mitsuomi Shimazaki del Laboratorio de Biodiversidad Marina (Ictiología) de Hokkaido, Japón. Sin embargo, los estudios biológicos, historias de vida y ciclos de reproducción de la mayoría de las especies carecen de información.

10.3 Diagnóstico de Especies Amenazadas

Durante las últimas décadas se ha observado la drástica disminución de muchas de las especies silvestres de nuestro país, al punto que algunas de ellas se encuentran a punto de desaparecer hoy en día. En consecuencia con esta problemática y con el fin de brindar información básica para la conservación y manejo sostenible, el Ministerio del Medio Ambiente inició desde 1996 la producción de los "Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia". Desde entonces, investigadores expertos de los diferentes Institutos de investigación acogieron esta iniciativa con éxito y en el año 2002 se publicaron los primeros siete libros rojos, de los cuales cuatro incluyen especies marinas y costeras: los libros rojos de Invertebrados (Ardila *et al.*, 2002) y Peces Marinos (Mejía y Acero, 2002), editados por el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVEMAR con apoyo del Instituto de Ciencias Naturales ICN, el de Tortugas (Castaño-Mora, 2002) y el de Aves (Renjifo *et al.*, 2002) realizados por el ICN y el Instituto Humboldt, respectivamente.

Para cada una de las 96 especies listadas, se elaboraron fichas donde se explican las características más importantes de la especie, su distribución, posibles medidas de conservación, y se identificó su grado de amenaza según las categorías diseñadas por la UICN para tal fin. A continuación se definen las categorías y se presentan las especies marinas y costeras que fueron incluidas en cada una de ellas (ver tablas 14 y 15):

Extinto (EX): cuando no hay duda alguna de que el último individuo del taxón ha muerto. De las especies marinas registradas en Colombia, no se ha identificado ninguna como extinta.

Extinto en estado silvestre (EW): cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautiverio o como población naturalizada fuera de su distribución original. En este grupo tampoco se ubicó a ninguna de las especies.

En Peligro Crítico (CR): cuando enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre en el futuro inmediato. En esta categoría se catalogaron nueve especies: el coral cuernos de ciervo, los peces peine, sierra y mero guasa, las tortugas gogo, carey y canal, y de las aves, figuran el colibrí cienaguero y el verderón de San Andrés. En el caso del coral, el calentamiento global y la incidencia de la enfermedad de la banda blanca han sido las causas de las mortandades masivas en todo el Caribe. Por otro lado, los peces y las tortugas incluidas en esta categoría, han sido sobreexplotados con fines artesanales o por la calidad de su carne; la fragmentación y destrucción de los manglares, hábitat del colibrí cienaguero y el verderón de San Andrés, parece ser el principal problema que enfrentan las poblaciones remanentes de estas aves.

En Peligro (EN): cuando no estando "en peligro crítico" enfrenta un alto riesgo de extinción o deterioro poblacional en estado silvestre en el futuro cercano. 12 especies marinas se incluyeron en esta categoría: El coral cuernos de alce, seis peces comercialmente explotados (sábalo, chivo cabezón, lebranche, pargo pluma, cherna y pejepuerco), las tortugas caguama, verde, prieta y la tortuga de río, y la gaviota rabihorcada. Es importante mencionar, que el chivo cabezón y la tortuga de río son especies endémicas de Colombia, haciendo urgente la toma de medidas que minimiecen los riesgos que enfrentan.

Vulnerable (VU): cuando la mejor evidencia disponible indica que enfrenta un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo. De las 51 especies incluidas en esta categoría, cinco son corales, 14 moluscos, siete crustáceos, 19 peces, la tortuga swanka y cinco aves. Los moluscos han sido tradicionalmente apreciados por la belleza de sus conchas y la calidad de su carne, especialmente el caracol pala que también se encuentra protegido en el apéndice II de CITES. Así mismo, los crustáceos y peces incluidos aqui son comercialmente explotados y cabe resaltar que cuatro de las especies de peces son endémicas de Colombia. Aunque el alcatraz de nazca y los flamencos están protegidos en los parques nacionales de Malpelo y Flamencos, respectivamente, resultaron vulnerables debido a que sus poblaciones son pequeñas y con un hábitat bastante restringido, y en el caso particular de los flamencos, porque son perseguidos por comerciantes de fauna silvestre.

Casi Amenazado (NT): cuando ha sido evaluado según los criterios y no los satisface para las categorías CR, EN o VU, pero está cercano a calificar como VU en un futuro cercano. En este grupo se ubicaron al pargo cebao y al pájaro carpintero de Guayaquil.

Preocupación menor (LC): cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías anteriores. Equivale a fuera de peligro. A pesar de que las corales *Agaricia tenuifolia* y *Porites porites*, han sufrido un deterioro continuo durante los últimos años, sus grandes coberturas y su amplio rango de distribución han favorecido a que estas especies no se encuentren aún incluidas en ninguna de las categorías de amenaza.

Datos insuficientes (DD): cuando la información disponible es inadecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción con base en la distribución y/o el estado de la población. Durante la preparación de los libros fue importante incluir al pulpo de bandas del Atlántico, erizo negro, tiburón ballena, atún ojón y otras 13 especies más porque cumplen con alguna función ecológica importante en el ecosistema o se sabe que se explotan comercialmente, pero se carece de datos suficiente para ubicarlos en alguna de las otras categorías.

En cuanto a los datos por ecorregiones, es notorio que las del Caribe presentan un mayor número de especies amenazadas que las del Pacífico (Tablas 14 y 15), debido en parte a que allí se concentra una población más alta con el consecuente aumento en la presión de pesca y alteración del ecosistema, y adicionalmente porque esta región ha sido objeto de un mayor número de estudios.

Aunque los listados publicados en los libros rojos son el resultado de la suma de esfuerzos de diversas personas y entidades, es apenas el primer paso para dar a conocer a la comunidad las especies marinas que se encuentran seriamente amenazadas. Es claro que, siendo esta lista aún insuficiente, se debe continuar con el trabajo de evaluación de las poblaciones explotadas y de las especies endémicas de nuestros mares territoriales, y a partir de esta información, establecer planes de manejo que minimicen las amenazas de origen antropogénico y a su vez permitan la explotación racional de los recursos marinos en Colombia.

Con el fin de llenar estos vacíos de información acerca de la biología de las especies y los factores involucrados en el deterioro de las mismas, se dio continuidad al estudio de algunas de las especies amenazadas listadas en los libros rojos. De esta manera, durante el 2003 se iniciaron investigaciones para analizar los casos del abanico de mar *Gorgonia ventalina* (Manrique, 2004), el burgao *Cittarium pica* (Osorno, en prep.) y la estrella quebradiza *Ophiothrix synoecina* (Monroy, 2033). Esta última considerada endémica de Colombia. A continuación se presentan los principales resultados obtenidos durante el desarrollo de estos estudios.

Tabla 14. Listado de especies marinas y costeras amenazadas del Caribe colombiano. Las categorías de amenaza son: CR, en peligro crítico; EN, en peligro; VU, vulnerable; NC, casi amenazada; LC, en bajo riesgo; DD, datos insuficientes. La distribución de la especie se presenta por las eco-regiones definidas en el Plan Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina PNIBM (INVEMAR, 2000): SAN, archipiélago de San Andrés y Providencia; GUA, Guajira; PAL, Palomino; TAY, Tayrona; MAG, Magdalena; ARCO, archipiélagos coralinos de San Bernardo e Islas del Rosario; MOR, golfo de Morrosquillo; DAR, Darién.

Grupo	Especie	Nombre común	Cat	ECORREGIÓN							
				SAN	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR
Corales	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	VU	X			X		X		
	Acropora palmata	Coral cuernos de alce	EN	X			X		X		X
	Acropora cervicornis	Coral cuernos de ciervo	CR	X	X		X	X	X		X
	Acropora prolifera		VU	X			X	X	X		
	Stephanocoenia intersepta		VU	X	X		X		X		X
	Mussa angulosa		VU	X			X		X		X
	Eusmilia fastigiata		VU	X			X		X		X
	Agaricia tenuifolia	Coral hojas de lechuga	LC	X			X		X		X
	Porites porites	Coral de dedos	LC	X	X		X	X	X		X
Moluscos	*Cittarium pica*	Burgoa	VU	X	X		X	X			X
	Strombus gigas	Caracol de pala	VU	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cypraea surinamensis		VU				X		X		
	Muracypraea mus	Caracol porcelana	VU		X						
	Cassis flammea	Casco flameante	VU	X	X		X		X	X	
	Cassis madagascariensis	Casco imperial	VU	X	X		X		X	X	
	Cassis tuberosa	Casco real	VU	X			X		X	X	
	Charonia variegata	Tritón atlántico	VU	X	X		X		X	X	
	Anachis coseli		VU		X			X			
	Polymesoda arctata	Guacuco de marjal esbelto, almeja	VU		X	X		X		X	X
	Ancilla glabrata		DD		X		X				
	Olivella ankeli		DD				X				
	Pachybathron tayrona		DD				X				
	Tellina magna		DD	X			X				

Grupo	Especie	Nombre común	Cat	ECORREGIÓN							
				SAN	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR
	Octopus zonatus	Pulpo de bandas del Atlántico	**DD**							X	X
Crustáceos	*Litopenaeus schmitti*	Camarón blanco, langostino	**VU**		X	X	X	X	X	X	X
	Panulirus Aarbus	Langosta espinosa, spiny lobster	**VU**	X	X	X	X	X	X		
	Mithrax spinosissimus	Cangrejo rey del Caribe	**VU**						X		
	Carpilius corallinus	Cangrejo de coral, cangrejo reina, cangrejo común	**VU**	X					X		
	Cardisoma guanhumi	Cangrejo azul de tierra, c. bandolero, c. de tierra petirrojo, c. pasiao, pollo de tierra, c. azul manglero	**VU**		X		X	X	X		X
Equino-dermos	*Oreaster reticulatus*	Estrella cojín	**LC**	X	X		X	X	X		
	Diadema antillarum	Erizo negro	**DD**	X			X		X		X
	*Ophiothrix synoecina**		**DD**				X				
Peces	*Ginglymostoma cirratum*	Tiburón gato, pejebobo, nodriza	**VU**	X		X	X	X	X	X	X
	Carcharhinus limbatus	Tollo aletinegro, tiburón macuira	**VU**		X	X	X	X	X	X	X
	Pristis pectinata	Pez peine, pejepeine, guacapá	**CR**				X	X		X	X
	Pristis perotteti	Pez sierra	**CR**					X		X	
	Tarpon atlanticus	Sábalo, tarpón	**EN**	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ariopsis bonillai *	Bagre, chivo cabezón	**EN**					X		X	X
	Arius props.	Bagre, chivo mozo	**VU**		X			X		X	
	*Saccogaster melanomycter**		**VU**				X				
	Batrachoides manglae	Guasa lagunar, sapo lagunero	**VU**		X	X		X			
	Mugil liza	Lebranche	**EN**	X	X			X		X	X
	Gambusia aestiputeus *		**VU**	X							
	Hippocampus erectus	Caballito de mar	**VU**		X			X	X	X	X
	Hippocampus reidi	C. de mar hocico largo	**VU**	X	X		X	X	X		X
	Centropomus undecimalis	Robalo blanco, róbalo	**VU**	X	X	X	X	X	X	X	X
	Epinephelus itajara	Mero guasa	**CR**	X	X		X	X	X	X	X
	Epinephelus striatus	Cherna, mero criollo	**EN**	X	X	X	X	X	X	X	X
	Hypoplectrus providencianus	Masked hamlet	**VU**	X							
	Mycteroperca cidi	Cherna blanca	**VU**				X				

Grupo	Especie	Nombre común	Cat	ECORREGIÓN							
				SAN	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR
	Lutjanus cyanopterus	Pargo dientón, p. cubera, p. tabardillo	VU	X	X		X	X	X	X	X
	Eugerres plumieri	Mojarra rayada	VU	X	X		X	X	X	X	X
	Anisotremus moricandi	Burrito rayado	VU				X	X			
	Lachnolaimus maximus	Pargo pluma	EN	X	X	X	X	X	X	X	
	Scarus guacamaia	Lora, loro guacamayo	VU	X	X		X	X	X		
	Emblemariopsis tayrona *		VU		X		X		X		
	Priolepis robinsi *		VU				X				
	Balistes vetula	Pejepuerco, cahúa, oldwife	EN	X	X		X	X	X	X	X
	Lutjanus analis	Pargo cebao, p. palmero, p. criollo	NT	X	X	X	X	X	X	X	X
	Rhincodon typus	Tiburón ballena	DD	X			X			X	
	Carcharhinus plumbeus	Tiburón trozo, t. pardo	LC				X	X	X	X	
	Dermatolepis inermis	Mero mármol	DD				X				
	Epinephelus nigritus	Mero negro	DD					X			
	Epinephelus niveatus	Mero gallina, cherna pintada	DD	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pagrus pagrus	Pargo, sargo piedra	DD		X			X			
	Thunnus obesus	Atún ojón, a. ojo gordo, patudo	DD	X							
	Xiphias gladius	Pez espada	DD	X							
Tortugas	*Caretta caretta*	Gogo, caguama, cabezona, parape	CR	X	X	X	X	X	X		
	Eretmochelys imbricata	Carey, tortuga carey, kurira	CR	X	X	X	X	X	X		X
	Dermochelys coriacea	Cardó, tortuga canal, caná, cachepa, bufeadora, barriguda, jachep	CR		X	X	X				X
	Chelonia mydas	Tortuga verde, t. blanca, moro, yauc, sáwairn	EN		X	X	X	X	X	X	X
	Kinosternon scorpioides albogulare	Swanka	VU	X							
	Lepidochelys olivacea	Caguama, t. amarilla, cabezote, aítppise	EN		X	X	X	X	X	X	X
	*Podocnemys lewyana**		EN				X	X			

Grupo	Especie	Nombre común	Cat	ECORREGIÓN							
				SAN	GUA	PAL	TAY	MAG	ARCO	MOR	DAR
		Tortuga, tortuga de río									
Aves	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco	VU		X	X					
	Chauna chavaria	Chavarría	VU					X		X	X
	Lepidopyga lilliae	Colibrí cienaguero	CR			X	X	X			
	Vireo caribaeus	Verderón de San Andrés	CR	X							
	*Molothrus armenti**	Chamón del Caribe, Yolofo Torito, Torito	VU					X			
		TOTAL POR ECORREGIÓN	**79**	**43**	**41**	**20**	**56**	**44**	**43**	**31**	**35**
		TOTAL POR CATEGORÍA	**CR**	**5**	**5**	**4**	**7**	**7**	**4**	**3**	**5**
			EN	**6**	**7**	**5**	**8**	**9**	**7**	**8**	**8**
			VU	**22**	**23**	**9**	**27**	**21**	**25**	**15**	**16**
			NT	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
			LC	**3**	**2**	**0**	**4**	**3**	**4**	**1**	**2**
			DD	**6**	**3**	**1**	**9**	**3**	**2**	**3**	**3**

Tabla 15. Listado de especies marinas y costeras amenazadas del Pacífico colombiano. Las categorías de amenaza son: CR, en peligro crítico; EN, en peligro; VU, vulnerable; NC, casi amenazada; LC, en bajo riesgo; DD, datos insuficientes. La distribución de la especie se presenta por las eco-regiones definidas en el Plan Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina PNIBM (INVEMAR, 2000): PAN, Pacífico norte; BAU, Baudó; BUE, Buenaventura; NAY, Naya; SAQ, Saquianga; TUM, Tumaco; GOR, isla Gorgona; MAL, Isla Malpelo; PAO, Pacífico oceánico.

Grupo	Especie	Nombre común	Cat	ECORREGIONES								
				PAN	BAU	BUE	NAY	SAQ	TUM	GOR	MAL	PAO
Moluscos	*Jenneria pustulata*		VU	X						X		
	Anadara grandis	Sangara, pata de mula	VU	X		X	X	X	X			
	Anadara tuberosa	Piangua, Piangua hembra	VU	X	X	X	X	X	X			
	Pinna rugosa	Hacha, peineta, pina hacha larga	VU	X						X		
	Cypraea caputserpentis		DD							X		
	Mitra mitra	Mitra episcopal	DD							X		
Crustáceos	*Litopenaeus occidentalis*	Camarón blanco del Pacifico, c. langostino	VU	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Litopenaeus vannamei	Camarón patiblanco	VU	X	X	X	X	X	X			X
Peces	*Ginglymostoma cirratum*	Tiburón gato, pejebobo, nodriza	VU		X		X			X	X	
	Carcharhinus limbatus	Tollo aletinegro, tiburón macuira	VU		X	X	X	X		X	X	
	Pristis pectinata	Pez peine, pejepeine, guacapá	CR	X	X	X	X	X				
	Pristis perotteti	Pez sierra	CR		X	X	X	X				
	Ctengraulis mysticetus	Carduma, agallona, sardina	VU	X	X	X	X	X	X	X		
	Hippocampus ingens	C. de mar del Pacífico	VU		X	X	X	X		X	X	
	Epinephelus itajara	Mero guasa	CR	X	X	X	X		X	X	X	
	Rhincodon typus	Tiburón ballena	DD							X	X	
	Thunnus obesus	Atún ojón, a. ojo gordo, patudo	DD									X

Grupo	Especie	Nombre común	Cat	ECORREGIONES								
				PAN	BAU	BUE	NAY	SAQ	TUM	GOR	MAL	PAO
Tortugas	*Xiphias gladius*	Pez espada	DD								X	X
	Caretta caretta	Gogo, caguama, cabezona, parape	CR							X		
	Dermochelys coriacea	Cardó, tortuga canal, caná, cachepa, bufeadora, barriguda, jachep	CR	X								
	Chelonia agassizii	Caguama, t. prieta, t. negra	EN						X			
Aves	*Sula granti*	Alcatraz de nazca	VU								X	
	Aramides wolfi	Chilacoa café, gallito de agua pardo	VU		X	X	X	X	X			
	Creagrus furcatus	Gaviota rabihorcada, g. cola de golondrina	EN								X	
	Campephilus gayaquilensis	Carpintero de Guayaquil	NT					X	X			
	TOTAL POR ECORREGIÓN		**25**	**10**	**11**	**11**	**12**	**11**	**9**	**12**	**9**	**4**
	TOTAL POR CATEGORÍA		**CR**	**3**	**3**	**3**	**3**	**2**	**1**	**2**	**1**	**0**
			EN	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**
			VU	**7**	**8**	**8**	**9**	**8**	**6**	**7**	**5**	**2**
			NT	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**
			LC	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
			DD	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**2**	**2**

10.3.1 *Gorgonia ventalina* Abanico de mar VULNERABLE

El abanico de mar *Gorgonia ventalina*, una de las principales especies de corales blandos que habitan en los arrecifes coralinos, presentaba altas densidades poblacionales en el Gran Caribe incluyendo el área de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), hasta que entre los años 1988-1990 sufrió un evento de mortalidad fuerte y de amplia cobertura que redujo en más del 90% sus poblaciones (Garzón y Zea, 1992), al punto de ser considerada hoy día como una especie amenazada, en la categoría ***vulnerable***. Esta especie ejemplifica el proceso de degradación observado en los arrecifes coralinos desde hace más de 30 años, el cual se ha manifestado en la disminución de la cobertura viva de sus comunidades.

En el marco del proyecto Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC), se desarrolla actualmente un estudio con el fin de evaluar el estado actual de la población del abanico de mar en el área de Santa Marta (ST) y el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) luego de quince años del evento de mortalidad. Para esto se utilizaron los criterios de distribución geográfica, densidad de colonias vivas y esqueletos, distribución de tallas, descripción de su hábitat, condiciones de deterioro y tasa de crecimiento (Manrique, 2004).

En general, la población actual de *Gorgonia ventalina* del PNNT y ST, se desarrolla en aguas someras alrededor de los 5,6 m de profundidad, sustratos rocosos poco inclinados , alrededor de los 26° (Manrique, 2004), y en zonas medianamente expuestas al oleaje al igual que en otras áreas del Caribe (Yoshioka y Yoshioka, 1989; Lasker y Coffroth, 1983). En total se cartografiaron y registraron 711 colonias vivas de *G. ventalina* en un área de 7200 m² (d_v= 0,099 col/m² ± 0.04), mientras que en esa misma área el número de esqueletos fue de 1244 (d_e= 0,172 esq/m² ± 0.01), lo cual sumado al hecho de que las tallas dominantes no superan los 40 cm de altura (mín. 1,8 – máx. 40 cm) revelan un lento proceso de recuperación del abanico de mar en el área de Santa Marta y PNNT. No obstante, la población aún no alcanza las densidades encontradas antes del evento de mortalidad masiva estimados por Botero (1987a,b) entre 0,421 y 1,015 col/m², en cada una de las bahías del PNNT, tal como se ilustra en la Figura 74.

Fueron registradas 14 condiciones de deterioro para *Gorgonia ventalina* distribuidas en cuatro categorías: agresiones por organismos móviles, invasiones, muerte reciente y enfermedades. La categoría agresión por organismos móviles fue la más frecuente (49,5%), en la cual cabe destacar la agresión por los gasterópodos *Simnialena uniplicata* (37,5%) y *Cyphoma gibbosum* (22.8%). En su orden, siguen las invasiones de algas y otros invertebrados (esponjas, milepóridos, ente otros) (33,0%) y la muerte reciente (17,9%). Los altos valores de deterioro registrados y su caracterización, permiten hacer una aproximación de las causas del deterioro de las poblaciones de esta especie en la actualidad y a diferencia de lo ocurrido en el evento de mortalidad de 1988-1990, la incidencia de la enfermedad "aspergillosis" en el área fue la más baja de las condiciones de deterioro registradas (7,87%). De otra parte, la tasa media anual de

crecimiento para *G. ventalina* en Santa Marta y PNNT estimada fue de 3,40 ± 0,30 cm/año y 2,30 ± 0,01 cm/año, para la altura y ancho máximo de sus colonias, respectivamente.

Es importante hacer extensivo el estudio de *Gorgonia ventalina* a otras áreas del Caribe colombiano, de manera que se establezcan argumentos más sólidos que permitan recategorizar la posición de esta especie en un nivel de mayor vulnerabilidad. Este esfuerzo redundará en la protección de las áreas coralinas realizando un trabajo conjunto con las comunidades que aprovechan el recurso y de esta manera mitigar la acelerada disminución de esta especie. Esta información es primordial para que las autoridades competentes den cumplimiento a las normas existentes de extracción y comercialización de esta especie.

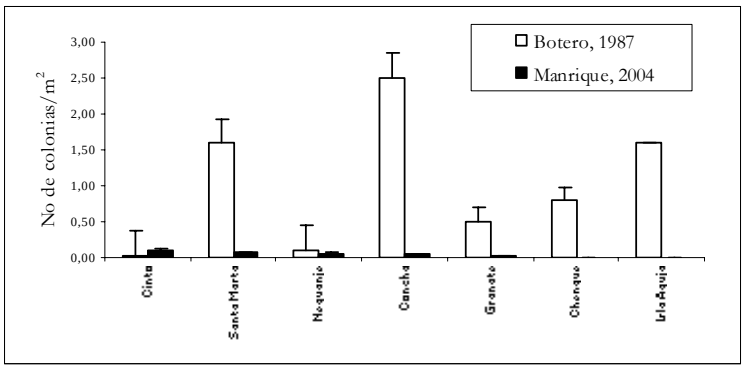

Figura 74. Densidades poblacionales de *Gorgonia ventalina* (d= No. colonias/m²) antes y después del evento de mortalidad masiva de 1988-1990, en las diferentes bahías del Parque Nacional Natural Tayrona. Según datos de Botero (1987) y Manrique (2004).

10.3.2 *Cittarium pica* "Cigua o burgao" VULNERABLE

El caracol *Cittarium pica*, más conocido vernacularmente en el Caribe colombiano como "Cigua ó Burgao" es uno de los moluscos que figura en el Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia (Ardila et al 2002) en la categoría ***vulnerable*** (Gracia y Díaz, 2002). A nivel local es muy apetecido como alimento por la población y para la elaboración de artesanías, siendo objeto de pesca intensiva (Díaz y Puyana, 1994).

Ante la falta de un estudio que abordara específicamente la problemática que enfrenta este caracol en Colombia y en el marco de la Línea de Conservación del INVEMAR, se realizó una investigación a manera de "línea base" por Osorno (2004), con la que se obtuvo información sobre la biología, ecología, estado y uso de las poblaciones de esta especie en cinco sectores del

Caribe colombiano: S1-Golfo de Urabá, S2-Isla Fuerte S3- Cartagena y Parque Nacional Natural Islas del Rosario, S4- Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona y S5- Guajira.

Los resultados de los censos poblacionales se presentan en la Tabla 16. Las más altas densidades del burgao se encontraron en el Golfo de Urabá (7,66 Ind. /m2), y las menores en Isla Fuerte y el área de Santa Marta y Tayrona. En cuanto a las tallas, en la Guajira (S5) se encontró un mayor número de individuos de talla "grande" (rango de talla 49,3 mm-113,3 mm); mientras que en el sector de Santa Marta y Tayrona, seguido por el Urabá Chocoano (S1), se halló un mayor número de individuos en la categoría de menor talla (1,3 mm- 49,3 mm). Lo anterior sugiere que tanto en Santa Marta y Tayrona, como en el Urabá chocoano, se ejerce una presión de pesca superior sobre los individuos maduros, representados por las tallas mayores, en comparación con los demás sectores; estos resultados son acordes con los encontrados en las encuestas a los pescadores de la región, e implica además que el impacto sobre el burgao puede ser mayor al impedir que los juveniles crezcan, dejando ninguna o pocas oportunidades de reproducirse. El estudio de los aspectos reproductivos en el medio natural, revela hasta el momento que se presentan individuos maduros de *Cittarium pica* a lo largo de los seis meses de muestreo (época lluviosa: mayo- octubre), mientras que durante los meses de agosto, septiembre y octubre hay picos de desove.

Paralelo al estudio biológico, en los cinco sectores se realizó una caracterización socioeconómica a través de una serie de encuestas y observaciones de campo, en términos de áreas de explotación, tipo de usuarios y comercialización de *Cittarium pica*. Para un total de 71 encuestados, un 23,94% dice que las poblaciones de "burgao" han reducido moderadamente en relación con épocas anteriores y a su vez, el 61,97% afirma que han reducido drásticamente. Se identificaron 70 lugares donde suele capturarse, incluyendo las áreas protegidas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, como en el caso de los Parques Tayrona e Islas del Rosario. Adicionalmente, y con el fin de crear una conciencia social ante la vulnerabilidad de la especie, durante la investigación se repartieron volantes educativos a los pescadores alusivos a la conservación de este caracol.

Reconociendo el hecho que tanto la concha como la carne de *C. pica* se hacen cada vez más populares en los mercados artesanales y que por lo tanto se ha incrementado la demanda de este molusco marino, es importante darle continuidad a investigaciones de este tipo, completando, en primer lugar, el ciclo anual de los aspectos reproductivos (meses noviembre a abril); esta información es básica en el diseño de planes efectivos de vedas de pesca. Así mismo, es importante incentivar estudios para el cultivo de este molusco marino e impulsar campañas educativas sobre la conservación de la especie. Por último, cabe resaltar que especialmente en las áreas protegidas se requiere de una mayor supervisión de este recurso.

Tabla 16. Densidad poblacional del burgao, *Cittarium pica*, en los diferentes sectores del Caribe colombiano. D_{burgao}= Número de individuos por área (m^2) efectivamente habitable. PNNCR, Parque Nacional Natural Corales del Rosario e Islas de San Bernardo; PNNT, Parque Nacional Natural Tayrona

SECTOR	**Localidades**	**Densidad (ind/m^2)**
S1- Golfo de Urabá	Acandí, Capurganá y Sapzurro	7,66
S2- Isla Fuerte	El Inglés y El Bobito	3,23
S3- Cartagena y PNNCRo	Tierra Bomba, Barú, Isla Grande e Isla del Pirata	5,43
S4- Santa Marta y PNNT	Punta Betín, Morro, Taganga, Bahía Concha, Chengue, Gayraca, Neguange, Cabo San Juan del Guía y Arrecifes	4,07
S5- Guajira	Pilón de Azúcar y Ojo del agua	6,40

10.3.3 *Ophiothrix synoecina* **Datos Deficientes**

Este ofiuro fue ubicado en la categoría de ***datos deficientes*** porque la información con que se contaba era inadecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, del estado de su población y aparecía como endémica para el área de Santa Marta. Con el trabajo de Monroy (2003) se amplió el conocimiento sobre su distribución geográfica y dinámica poblacional, a través de un estudio piloto que evaluó el estado actual de la población y aportó información ecológica para posteriores estudios de conservación y preservación.

El estudio comprendió las áreas del litoral rocoso más representativo del Caribe colombiano: Cabo de la Vela (Guajira); Granate, Taganga, Punta Betín, Inca-Inca y Punta Gloria (Magdalena); Tierrabomba e Isla Barú (Bolívar); Acandí y Zapsurro (Chocó), en donde habita *Echinometra lucunter*, hospedero obligado de esta especie, la cual vive en las grietas construidas por este erizo, en asociación con otros invertebrados.

En general, se encontró que *Ophiothrix synoecina* habita en los litorales rocosos evaluados de la parte norte del Caribe colombiano, desde el Morro de Gaira (Santa Marta) hasta el Cabo de la Vela (Guajira), donde se presenta surgencia y gran intensidad del oleaje, que pueden ser los principales factores que determinen su distribución geográfica. Esta distribución puede verse limitada al sur por el río Magdalena que actúa para esta especie como límite biogeográfico. Su

densidad está limitada por la sedimentación (Cabo de la Vela y Punta Betín) y es mayor en las zonas más expuestas al oleaje (Taganga y Granate). El diámetro del disco, que es un buen estimativo de la talla de los individuos, varió entre 3 y 6mm, alcanzando valores máximos de 7mm; de acuerdo con el estudio de Schoppe (1993), con esta talla hay un predominio del estado hermafrodita, el cual fue estimado alrededor del 45% de la población. La menor frecuencia de agregación, también con referencia en el estudio de Schoppe (1993), puede obedecer tanto a temporadas de reproducción como a la menor densidad actual de su población.

Adicionalmente se encontró que la asociación de *Ophiothrix synoecina* fue más estrecha con el cangrejo porcelánido *Clastotoechus vanderhorsti*, debido posiblemente a la gran dependencia que ambos presentan por *Echinometra lucunter*. La frecuencia de aparición de la asociación O-C-A (*Ophiothrix*, *Clastotoechus*, *Acyrtus*) durante este estudio es mucho menor a la encontrada en el trabajo anterior y en algunos casos fue superior la asociación con el decápodo *Teleophrys pococki* y el platelminto *Armatoplana divae*.

Se recomienda continuar los estudios de *Ophiothrix synoecina* para determinar si su distribución geográfica se extiende a otras áreas del Mar Caribe, con lo que se podría determinar si uno de los factores que limita su distribución es la presencia de la surgencia, así como realizar muestreos en la segunda época del año.

La evaluación periódica del microhábitat (*Echinometra lucunter*) y macrohábitat (litoral rocoso), donde se desarrolla esta especie permitirá ampliar el conocimiento del estado actual de sus poblaciones y por ende de las medidas de manejo que deben adoptarse para garantizar la conservación de la especie. Por último, se propone reevaluar la categorización de *O. synoecina* presentada en el Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia como "datos deficientes" a la categoría "vulnerable", debido a que su distribución geográfica es fragmentada y se reduce a menos de diez localidades.

10.4 Especies Introducidas - Impactos

Los impactos de la introducción de organismos en los sistemas acuáticos fue analizada y reconocida en el informe 2002 en un contexto mundial y regional (INVEMAR, 2003). Se estableció que el principal impacto de la introducción de especies es la pérdida de biodiversidad, muy a pesar de las metas iniciales encaminadas a la consecución de mayor alimento e ingresos para el hombre. En Colombia, el panorama es preocupante dada la aceptación generalizada de usar especies exóticas como la Mojarra lora para programas extensivos de acuicultura y repoblación en la cuenca de algunos ríos (Rodríguez, 1981; Lever, 1996; Alvarado y Gutiérrez, 2002).

A lo anterior, debe adicionarse la falta de estudios directos que evalúen los impactos potenciales de las especies de peces introducidas en la ecología de comunidades y poblaciones nativas de

Colombia. Solo existen algunos listados de especies introducidas en Colombia y la información específica de sistemas como la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y la Zona Deltaica Estuarina del Río Sinú (ZDERS), la cual permitió hacer un análisis más detallado con base en datos de capturas comerciales provenientes de programas de monitoreo independientes (INVEMAR, 2003).

No obstante, de la información mencionada para la CGSM junto con muestreos biológicos, se empezó en 2003 una tesis Doctoral titulada "Efectos de las especies de peces introducidos en la pesquería y la comunidad íctica del sistema lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia", la cual busca abordar el problema profundamente evaluando p.e. cambios en la estructura de los ensamblajes de peces y en las cadenas tróficas.

10.4.1 El caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta

La actualización de los datos de desembarques de la pesca artesanal realizados entre enero de 1994 y diciembre de 2003 (Figura 75), mostraron el mismo patrón interanual en las capturas de *Oreochromis niloticus* (Mojarra lora), *Colossoma macropomum* (Cachama) y *Trichogaster pectoralis* (Terapia) con respecto al informe de 2002, es decir, altas capturas entre 2000 y 2001 durante el pleno funcionamiento de las obras hidráulicas en el sistema, y una disminución apreciable desde 2002 cuando cesó el normal funcionamiento de los canales (INVEMAR, 2003).

No obstante, para 2003 la captura de Cachama incrementó hasta 0.10 ton en noviembre en comparación con 2002, mientras que la Terapia mostró una tendencia intra-anual igual a 2002, pero con capturas inferiores a una tonelada (Figura 75). Una tendencia diferente mostró la Mojarra lora, cuyas capturas siguieron disminuyendo en 2003.

Las abundancias de las especies introducidas respecto a la abundancia total de especies o multiespecies entre 1994 y 2003, siguió mostrando una proporción baja de Cachama, Mojarra lora y Terapia (Figura 76). Lo anterior hace presumir que no existe actualmente en la CGSM impacto alguno de las especies introducidas sobre la comunidad íctica.

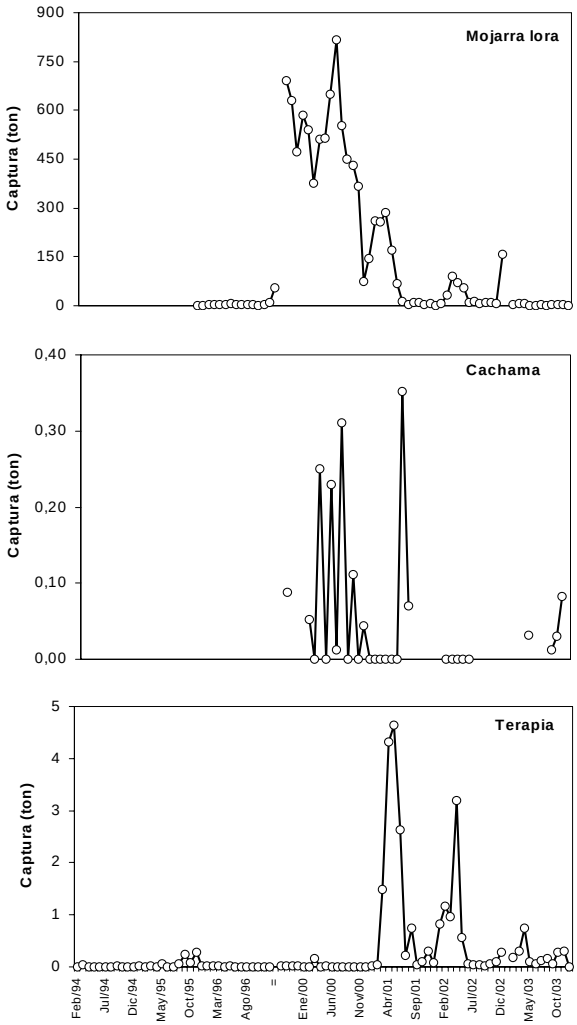

Figura 75. Variación mensual de las capturas comerciales de especies introducidas accidentalmente en la CGSM desde enero de 1994 a diciembre de 2003.

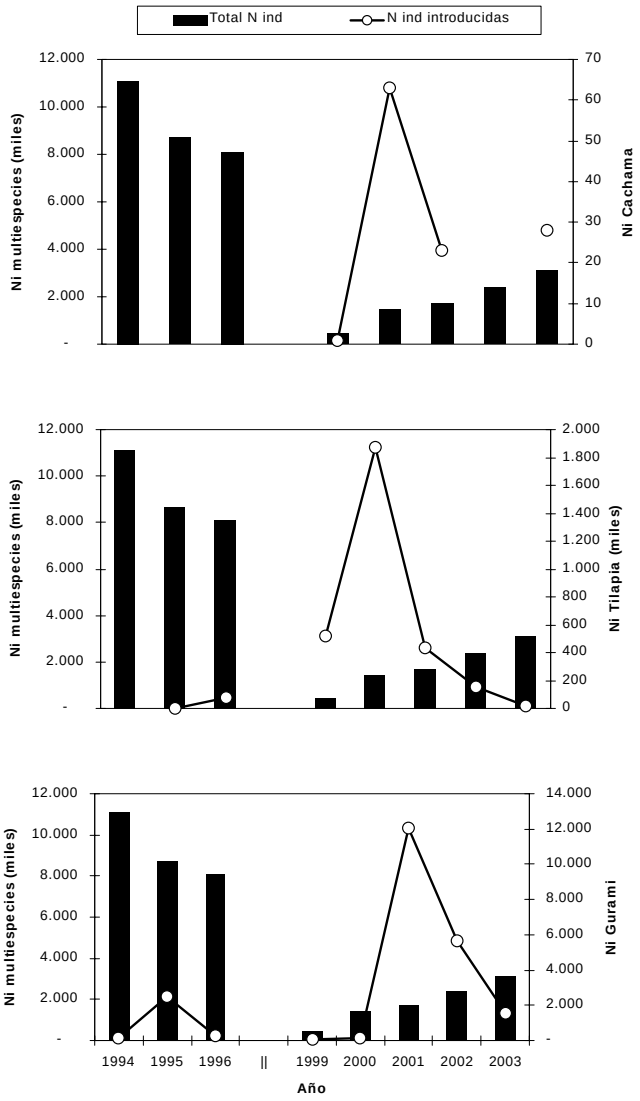

Figura 76. Variación anual de la abundancia muestral de multiespecies y especies introducidas accidentalmente en la CGSM desde 1994 hasta diciembre de 2003.

Desde el punto de vista económico, el escenario presentado fue consistente con lo ocurrido hasta 2002 (Figura 77). Las capturas y potencial económico de la Mojarra lora y la Mojarra rayada continuaron disminuyendo desde el año 2000, mientras que para la Lisa la tendencia es contraria desde 2001.

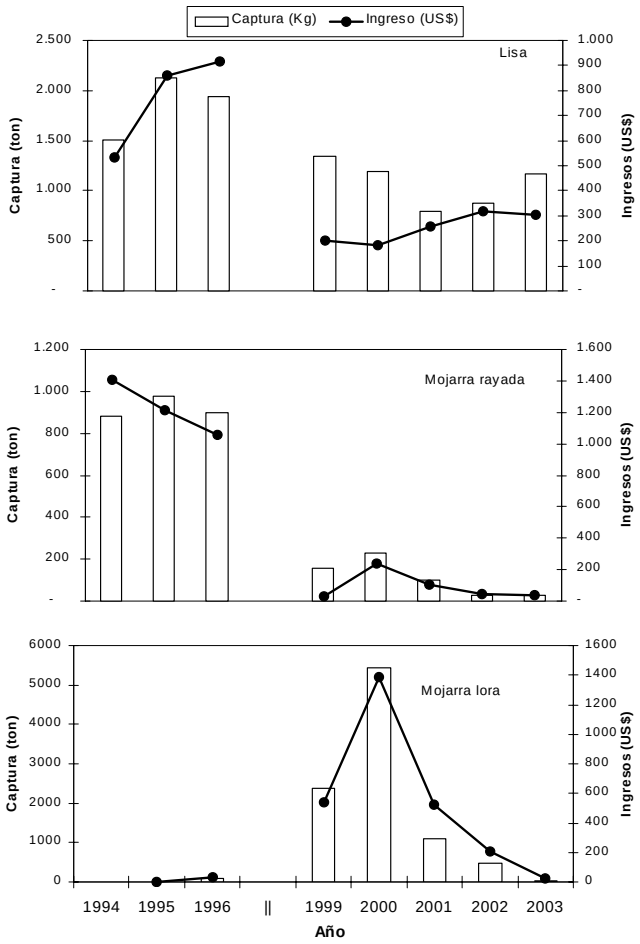

Figura 77. Variación inter-anual de las capturas e ingresos en dólares para las especies nativas (Mojarra rayada y Lisa) y para la especie introducida Mojarra lora en la CGSM.

El rendimiento económico de las capturas en 2003, indicó que las especie con mayor precio unitario fue la Mojarra rayada con 1.3 $US/kg, seguida por la Mojarra lora con 0.78 $US/kg y la Lisa con 0.25 $US/kg. Aunque la Mojarra lora obtuvo un precio intermedio, su abundancia no necesariamente implicó mayores ingresos a la pesquería en comparación con la Lisa. Lo anterior enfatiza la ambigüedad de la introducción de especies en sistemas naturales con propósitos de mejorar las condiciones socioeconómicas de la pesquería.

10.4.2 El caso de la Zona Deltaica Estuarina del Río Sinú

El monitoreo de la actividad pesquera en 2003, identificó la ocurrencia de un patrón inter-anual en la captura de la Mojarra lora, con un pico de mayor abundancia durante los meses de julio-septiembre (Figura 78a). No obstante, dicho pico se presentó con mucha menor intensidad en el año 2003 (Figura 78b), lo cual implica que no existe efecto en la biodiversidad por parte de esta especie en la comunidad íctica de la ZDERS.

10.5 Efectos en la biodiversidad debidos a la pesca (captura incidental)

10.5.1 Pesca industrial

Relacionado al tema, no existe en Colombia información adicional a la presentada en el informe 2002 (INVEMAR, 2003). No obstante, dada la relevancia del problema a nivel global y nacional en 2004 empezará un proyecto titulado "Reducción del impacto ambiental de la pesca de arrastre del camarón tropical, mediante la introducción de tecnologías para la reducción de la pesca incidental y la modificación del manejo", el cual es coordinado por FAO a nivel global en 11 países y ejecutado por INVEMAR en Colombia en los océanos Atlántico y Pacífico con activa participación del sector pesquero (administradores pesqueros, investigadores y pescadores industriales).

A través de este proyecto, si la introducción de tecnologías de captura y las buenas prácticas para la reducción de pesca incidental llegan a tener éxito, tal tecnología y prácticas podrían ser adoptadas por toda la flota camaronera del país y por otros países. Adicionalmente a los resultados esperados en aumento de la producción pesquera y la conservación de la biodiversidad, la pesca de arrastre de camarón mejorará su reputación y podrá seguir produciendo productos exportables que generan ingresos importantes para los países en desarrollo. Como apoyo al compromiso de Colombia ante la FAO, INVEMAR presentó un proyecto complementario al mencionado, el cual fue financiado por COLCIENCIAS y evaluará a partir de 2004 el impacto de las redes de arrastre sobre la captura objetivo (estructura poblacional de camarones) y la biodiversidad en el Pacífico colombiano.

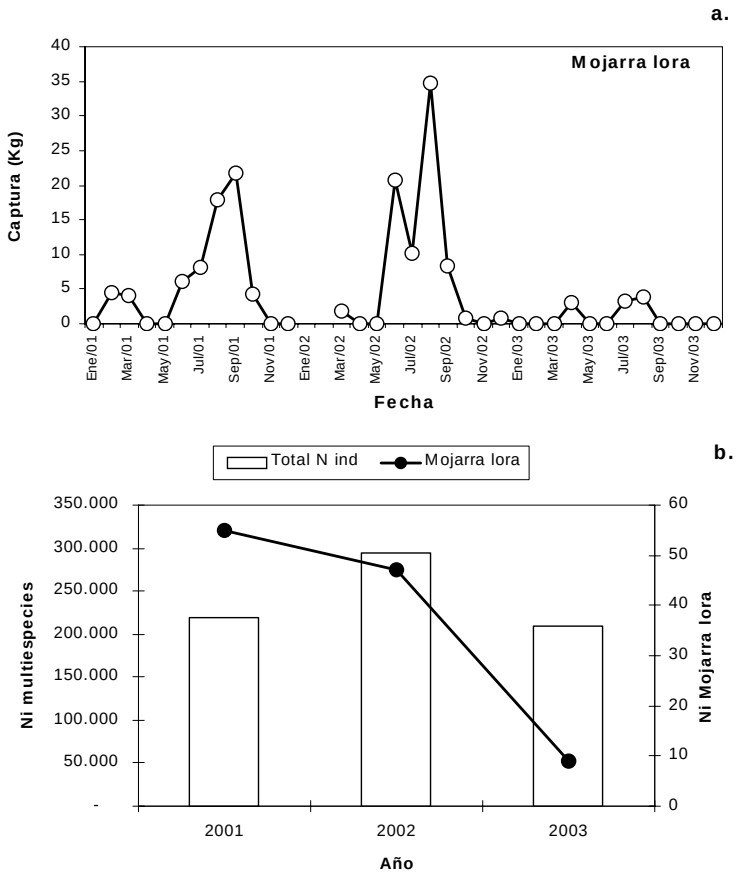

Figura 78. (a) Variación mensual de las capturas de la especie introducida Mojarra lora en la ZDERS. (b) Variación anual de la abundancia de multiespecies y la Mojarra lora en la ZDERS.

10.5.2 Pesca artesanal

Usando información del monitoreo pesquero en la CGSM, se evaluó el efecto de la pesca artesanal en la biodiversidad de este ecosistema, en términos de la proporción de especies capturadas por cada arte (Rueda y Defeo, 2003a). La pesquería de la CGSM es típica artesanal, ya que emplea diferentes artes de pesca que extraen simultáneamente diferentes especies en virtud de los ensamblajes de peces allí existentes (Bateman, 1998; Rueda y Defeo, 2003a;

Sánchez, 1997; Sánchez y Rueda, 1999). Opera con bajos costos de operación y acceso abierto, lo cual constituye condición suficiente para sobre-explotar los recursos dado que aún con bajas capturas es posible obtener renta económica producto de la venta del pescado no controlada (Rueda y Defeo, 2003b).

Para el 2003 en la CGSM, el arte que capturó más especies fue el trasmallo con 49 especies (Figura 79a), seguido por la atarraya con 45 especies, el zangarreo con 28 especies, el boliche con 23 especies y el palangre con 6 especies.

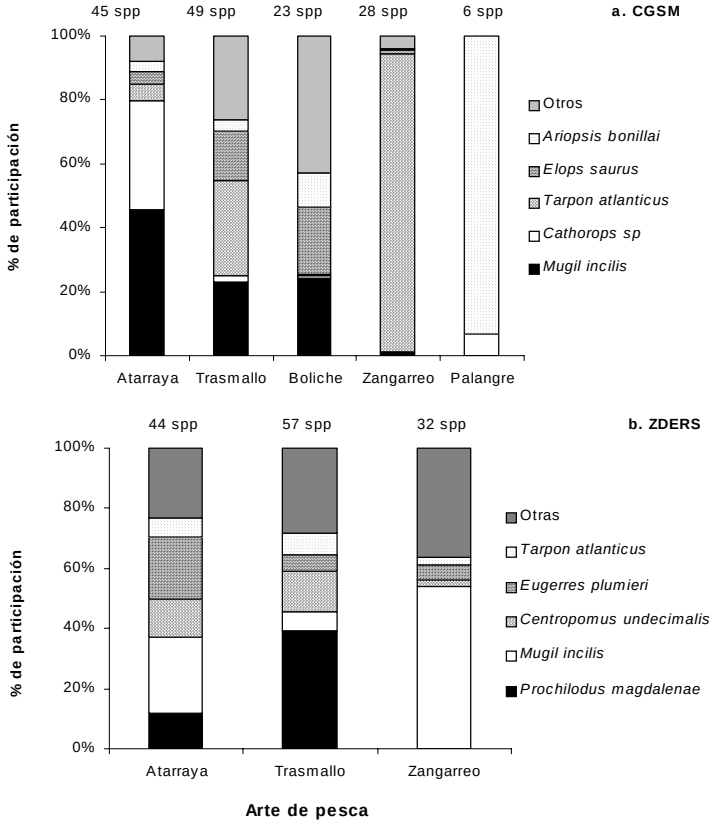

Figura 79. (a) Composición porcentual por especies de la captura en peso discriminada por arte de pesca en la CGSM para 2003. (b) Composición porcentual por especies de la captura en peso discriminada por arte de pesca en la ZDERS para 2003.

La proporción de la captura en peso por especie, indicó que el trasmallo dirige su captura a *Tarpon atlanticus*, *Mugil incilis* y *Elops saurus*; la atarraya lo hace hacia *M. incilis* y *Catharops sp.*; el zangarreo hacia *T. atlanticus*; el boliche hacia *M. incilis*, *E. saurus* y *Ariopsis bonillai*; y el palangre hacia *A. bonillai*. Esto sugiere que la captura incidental por arte es para el trasmallo 30%, la atarraya 20%, el zangarreo 5%, el boliche 42% y el palangre <1%.

Esta variación de la captura incidental entre artes, aplica para las condiciones tecnológicas de los artes y la disponibilidad del recurso en 2003. Dicho impacto es sobre la biodiversidad y no cuantifica el impacto sobre la captura incidental de juveniles. El mismo análisis aplicado para el monitoreo pesquero de la ZDERS en 2003 (Figura 79b), mostró que el trasmallo fue el arte que capturó más especies (57), mientras que la captura incidental fue 22% para atarraya, 28% para trasmallo y 36% para zangarreo.

Dado que estas pesquerías están sustentadas en la explotación de multiespecies, todas con algún valor económico, es necesario hacer controles de la selectividad de los artes a fin de mitigar el impacto sobre la biodiversidad íctica sin perjudicar significativamente los ingresos económicos de los pescadores.

10.6 Literatura Citada

Allain, J. 1976. Erizos de la Costa Norte de Colombia. Informe Museo del Mar, 15:1-18.

Álvarez, L.R. 1981. Listado preliminar de los equinodermos de la costa Atlántica colombiana. Boletín Museo del Mar, 10: 24-39.

Arboleda, E. 2002. Estado actual del conocimiento y riqueza de peces, crustáceos decápodos, moluscos, equinodermos y corales escleractínios del océano Pacífico colombiano. Tesis de pregrado en Biología Marina. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Ardila, N., G. Navas y J. Reyes (Eds). 2002. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. INVEMAR. Ministerio de Medio Ambiente. La serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.

Alvarado, H. y F. Gutiérrez, 2002. Especies hidrobiológicas introducidas y trasplantadas, y su distribución en Colombia. Ministerio del Medio Ambiente-RAMSAR-Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Bogotá. 180p.

Báez, D. P. y N. E. Ardila. 2003. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) del Mar Caribe colombiano. Biota Colombiana, 4(1): 89-109.

Bateman, N. 1998. Cambios en la ictiofauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Complejo de Pajarales y ciénagas del costado occidental de la Isla de Salamanca, tras la reapertura del canal Clarín. BSc Thesis, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Bayer, F., G. Voss y R. Robins. 1970. Bioenvironmental and radiological safety feasibility studies Atlantic-Pacific interoceanic Canal. Report on the marine fauna and benthic shelf slope communities of the Isthmian Región. University of Miami, Florida.

Borrero-Pérez, G., Benavides-Serrato, M., Solano, O. y G. Navas. 2002a. Equinoideos (Echinodermata: Echinoidea) de la franja superior del talud continental del Caribe colombiano. Bol. Inst. Inv. Mar. Cost. 31:133-166.

Borrero-Pérez, G. H., Solano, O. D. y M. Benavides. 2002b. Lista revisada de los erizos (Echinodermata: Echinoidea) del mar Caribe colombiano. Biota colombiana. 3(1): 137-144.

Botero, L. 1987. Zonación de octocorales gorgonáceos en el área de Santa Marta y Parque Nacional Tayrona, costa caribe colombiana. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín 17: 61-80.

Cairns S.D. (1979) The Deep-Water Scleractinia from the Caribbean Sea and Adjacent Waters Stud. Fauna Curaçao 57(180):1-341

Cairns, S.D., 2000, A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the western Atlantic. Studies on the Natural History of the Caribbean Region. 75:1-231.

Cairns S.D., B.W. Hoeksema, J.V.D Land (1999) Apendix: List of Extant Stony Corals Atoll Research Bulletin 459:13-46

Carpenter, R.C. 1990. Mass mortality of *Diadema antillarum*. I. Long-term effects on sea urchin population-dynamics and coral reef algal communities. Marine biology 104:67-77.

Castaño-Mora, O.V. (Ed.). 2002. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.

Caycedo, I.E. 1979. Observaciones de los Equinodermos en las Islas del Rosario. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 11: 39-47.

Chiu, S. T. 1986. Effects of the urchin fishery on the population structure of *Anthocidaris crassispina* (Echinodermata: Echinoidea) in Hong Kong. En: The First Asian Fisheries Forum. Eds. J.L. Maclean, L.B.

Diaz, J.M. y M. Puyana. 1994. Moluscos del Caribe colombiano. Un catálogo ilustrado. INVEMAR; Colciencias y Fundación-Natura. Santa Fé de Bogotá. 291 p.

Díaz, J.M. y A. Gracia. Primer registro de un pulpo de la familia Tremoctopodidae (Cephalopoda: Octopoda) para el Caribe sur. Sometido Bol. Inst. Inv. Mar. y Cost.

Flórez, P. y E. Montoya. 2004. Briozoos de la plataforma y talud continental del Caribe colombiano (20-500 m). Tesis de pregrado en Biología Marina. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Gallo, J. 1988. Contribución al conocimiento de los equinodermos del Parque Nacional Natural Tayrona: I Echinoidea. Trianea (Act. Cient. Tecn. INDERENA). INDERENA., 1: 99-118.

Garzón-Ferreira, J. y S. Zea. 1992. A mass mortality of *Gorgonia ventalina* (Cnidaria: Gorgoniidae) in the Santa Marta area, Caribbean coast of Colombia. Bull. Mar. Sci. 50: 522-526.

Gracia, A. y J.M. Diaz. 2002. *Cittarium pica*. En: N. Ardila, G.R Navas y J. Reyes (Eds.). Libro rojo de los invertebrados marinos de Colombia INVEMAR. Ministerio del Medio Ambiente. La serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. p. 69-70.

Gómez A. 2001. Abundancia, pesca y procesamiento del erizo *Lytechinus variegatus* (Lamarck) en la Isla de Margarita, Venezuela. Noveno Congreso Latinoamericano sobre ciencias del Mar. San Andrés isla, Colombia. Septiembre 16-20 de 2001.

González D.N., O.D. Solano y G. R. Navas. 2002. Equinodermos colectados por la expedición CIOH-INVEMAR-SMITHSONIAN desde Cartagena hasta el Golfo de Urabá, Caribe Colombiano. Bol. Inst. Inv. Mar. Cost. 31:85-132. 2002.

INVEMAR. 2000. Programa nacional de investigaciones en biodiversidad marina y costera PNIBM. Plan de acción 2001- 2010. J. M. Díaz y D. I. Gómez (Eds). Santa Marta. INVEMAR, FONADE y Ministerio del Medio Ambiente. 83p

Hall, M.A., 1996. On bycatches. Rev. Fish Biol. Fish. 6, 319–352.

Hendler, G., J. Miller, D. Pawson y M. Porter., 1995. Echinoderms of Florida and the Caribbean Sea Stars, Sea Urchins and allies. Smithsonian Institution. Hong Kong, 390 p.

Lasker, H. R. y M.A. Coffroth. 1983. Octocoral distributions at Carrie Bow Cay, Belize. Mar. Ecol. Prog. Ser. 13: 21-28.

Lattig P, Cairns S (2000) A new species of *Tethocyathus* (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia: Caryophyllidae), a trans-isthmian azooxanthellate species. Proc Biol Soc Was 113: 590-595

Lattig P., J. Reyes 2001 Nuevos Registros de Corales Azooxanthelados (Anthozoa: Scleractinia) del Caribe Colombiano (200 - 500 m) Bol. Invest. Mar. Cost. 30: 19-38

Lessios, H. A., J. D. Cubit, D. R. Robertson, M. J. Shulman, M. R. Parker, S. D. Garrity Y Levings, S. C. 1984. Mass mortality of *Diadema antillarum* on the Caribbean coast of Panamá. Coral Reefs 173-182.

Lever, C., 1996. Naturalized Fishes of the World. San Diego: Academic Press.

Liddell. D.W. y Ohlhorst, S. L. 1986. Changes in benthic community composition following the mass mortality of *Diadema* at Jamaica. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 95:271-278.

Manrique, N. A. 2004. Estado actual y crecimiento de los abanicos de mar *Gorgonia ventalina* en el área de Santa Marta, Caribe colombiano. Santa Marta. Tesis de pregrado en Biología Marina. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Mejía, L.S. y A. Acero. 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.

Monroy, M. 2003. Distribución geográfica y estado actual de Ophiothrix synoecina (Echinodermata: Ophiuroidea), asociado obligado a *Echinometra lucunter*, en el litoral rocoso del Caribe colombiano. Tesis de pregrado en Biología Marina. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 84 p.

Osorno, A. en prep. Tesis de pregrado en Biología Marina. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 84 p.

Prahl H., H. Erhardt (1985) Colombia. Corales y Arrecifes Coralinos. FEN, Bogotá 295p.

Renjifo, L.M., A.M. Franco-Maya, J.D. Amaya-Espinel, G.H. Kattan y B. López-Lanús (eds.). 2002. Libro rojo de Aves de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Rodríguez, D.G., 1981a. Declaración del efecto ambiental para el cultivo de Mojarra Lora nilotica en el Sistema Magdalénico. Centro de Investigación Piscícola de Repelón. Mimeo. Bogotá, 30p.

Schoppe, S. 1993. Die Karpose um den fels bohrenden seeigel Echinometra lucunter (L.): Untersuchung der Lebensraumbedingungen und der Biologie der Assozii er ten Arten. Dissertation Justus Liebig Universität, Giessen. Der Bundesrepublik Deutschland. 128 p.

Rueda M. y O. Defeo. 2003a. Spatial structure of fish assemblages in a tropical estuarine lagoon: combining multivariate and geostatistics techniques. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 296/1: 93-112.

Rueda M. y O. Defeo 2003b. A bioeconomic multispecific analysis of an estuarine small-scale fishery: spatial structure of biovalue. ICES Journal of Marine Science, 60/4: 721 – 732.

Sánchez J.A. (1995) Benthic comunities and geomorphology of the Tesoro Island coral reef, colombian Caribbean An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín 24:55-77

Sánchez C. 1997. Variación espacial y temporal de la ictiofauna de Ciénaga Grande de Santa Marta, Complejo de Pajarales y ciénagas del costado occidental de la Isla de Salamanca, Caribe colombiano. Tesis Biol Univ Nal Col, Bogotá

Sánchez C. y M. Rueda. 1999. Space-time variation of the diversity and abundance of dominant fish species in the Magdalena River Delta, Colombia. Rev. Biol. Trop. 47, 1067-1079.

Smith, G.W.; Harvel, C. D.; Kim, K. Response of sea fans to infection with *Aspergillus* sp. (fungi). Rev. Biol. Trop. 46 Supl. 5 :205-208.

Werding B., H. Sánchez (1989) The coral formations and their distributional pattern along a wave exposure gradient in the area of Santa Marta Medio Ambiente 10(2):61-68

Yoshioka, P. M. y B.B. Yoshioka. 1989. Effects of wave energy, topographic relief and sediment transport on the distribution of shallow-water gorgonians of Puerto Rico. Coral Reefs 8: 145 –152.

CAPITULO IV
ESTADO DE LOS RECURSOS SOMETIDOS A EXPLOTACIÓN

11. ESTADO DE LOS RECURSOS SOMETIDOS A EXPLOTACION EN COLOMBIA

11.1 Pesquerías

Este informe sobre el estado de los recursos pesqueros marinos y costeros del país, ha tenido como componente muy importante la información sobre las estadísticas pesqueras recabadas por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), como parte de su tarea misional y que antes llevó intermitentemente el antiguo INDERENA. Pero en 2003 el INPA fue liquidado, dentro de la reforma administrativa del estado, y su misión reposa ahora en una división de un nuevo ente como es el INCODER. Si bien se logró obtener información pesquera y acuícola del INPA en liquidación para el año 2002, es poco probable que contemos con las del 2003 ya que INCODER apenas comienza a ponerse en marcha. Con este fin se realizó un evento en Cartagena en febrero de 2004, donde INCODER se reunió con los industriales, investigadores, universidades, comunidades de pescadores y entes territoriales para definir necesidades de acción.

Por los recursos actuales y potenciales que existen y han existido en los Océanos Atlántico y Pacífico y en aguas continentales, el sector pesquero en Colombia debía ser más destacado en la economía nacional. No obstante, el país nunca ha dirigido la atención necesaria a la pesca como actividad económica a excepción de los recursos atún y camarón, concentrándose más bien en los recursos agropecuarios. Hay que tener en cuenta que INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural) también se encargará del desarrollo agropecuario rural. Aunada a esta situación, está el irregular y actualmente casi nulo seguimiento de la actividad pesquera, así como su escaso control y vigilancia, condición suficiente para no saber con certidumbre el estado de los recursos pesqueros en Colombia, oscilando entre la sub-explotación y el punto de colapso. Estos informes, han enfrentado reiteradamente dicha situación y tratan, en lo posible, profundizar más allá de lo descriptivo con base en la mejor evidencia existente (estadísticas pesqueras oficiales de Colombia (INPA, 2003) y los monitoreos de pesquerías artesanales clave en Colombia adelantados por el INVEMAR.

Una comparación temporal de los rendimientos pesqueros sin discriminar entre flotas industrial y artesanal, muestra que a pesar del incremento relativo que tuvo la captura en el Caribe en 1998 (25549 ton.), ésta fue apenas la tercera parte de lo capturado en el Pacífico para el mismo año (80071 ton.). En 1999, las capturas del Caribe cayeron a la mitad de lo pescado en el año anterior y ascendieron levemente para 2000 (19954 ton) y en 2002 alcanzaron 25200 ton., comparable a la de 1998, aunque algo inferior. Las capturas del Pacífico se habían mantenido alrededor de las 80000 ton.anuales (Figura 80) tendencia que aumentó en 2001 (109094 ton.),

aunque con ciertas variaciones por especies, pero que cayó a menos de 60000 ton. en 2002. (Figuras 80 y 84).

11.1.1 Pesca industrial y artesanal del Océano Pacífico (producción y estado de explotación)

En el Pacífico, el aprovechamiento de pescado y crustáceos que venían con tendencia a la baja en 2001, acentuaron su descenso en 2002 (Figura 81). Grupos capturados, como sierras, pargos y tiburones, que redujeron su participación en 2001 y mostraron tendencia a la baja, continuaron en descenso (Figura 82); mientras que para los atunes significó una caída de 50000 ton. en 2002. Otros peces ("ranfaña") muestran una leve tendencia al aumento (Figuras 81 y 82). Los pequeños pelágicos, como la carduma, se mantienen con algún incremento, pero sin llegar a las 30000 ton. en 2002.

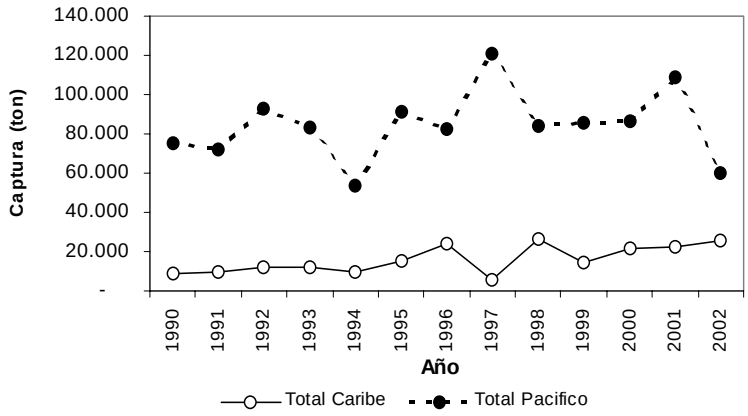

Figura 80. Producción pesquera industrial y artesanal en el Caribe y Pacífico colombiano (1990-2002. Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

En lo que respecta a los crustáceos, las langostas mantienen sus niveles de captura bajos (<10 ton), si bien se notó una ligera recuperación en 2001, volvió a caer en 2002. (Figuras 81 y 82). Un recurso que mostró un notorio incremento en su extracción fueron las jaibas que de 37 ton. en 2000, pasaron a 716 ton. en 2001 y a sólo 600 ton. en 2002. Sin embargo, recursos de alto precio y demanda, como los langostinos muestran una reducción notable, cayendo los primeros de 2686 ton en 1999 a 4 ton. en 2001.

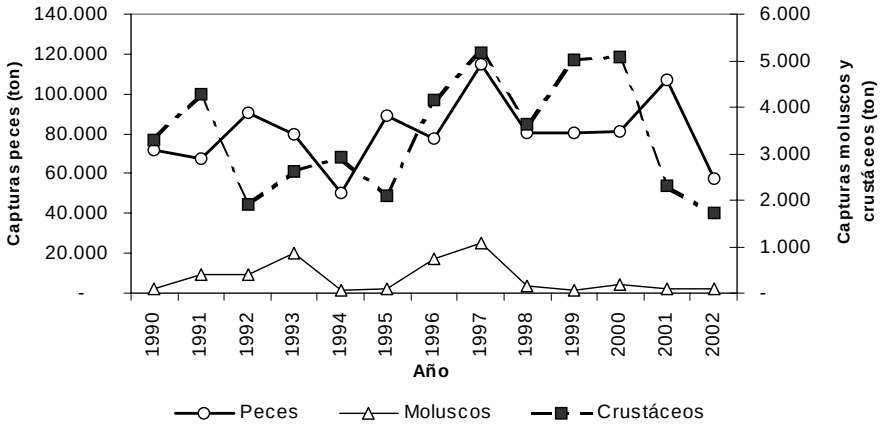

Figura 81. Producción pesquera industrial y artesanal en el Pacífico colombiano por grupo de especies (1990-2002. Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

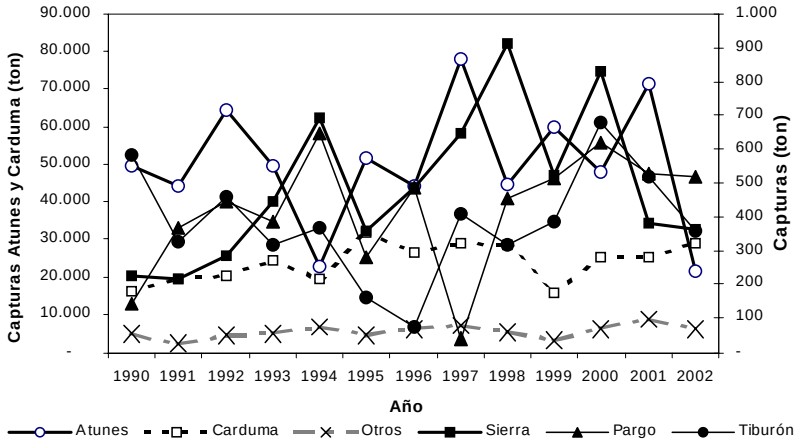

Figura 82. Producción pesquera industrial y artesanal de peces en el Pacífico colombiano (1990-2002. Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

Tendencia similar a los langostinos, presentan los camarones que en 2000 mostraron valores desembarcados superiores a los observados en la década anterior (3826 ton), para caer a menos de la mitad (1575 ton) en 2001 y apenas a la cuarta parte en 2002 (600 ton). Esta declinación ha

causado que los armadores consideren seriamente en alternativas con otras especies utilizando embarcaciones multipropósito, para compensar las pérdidas por las bajas capturas del recurso camarón y langostino. Lo desafortunado en estos casos es que disminuya tanto un recurso y que no hayamos tenido la oportunidad de estudiarlo para saber que pasó y cómo evitar estos sucesos en el futuro.

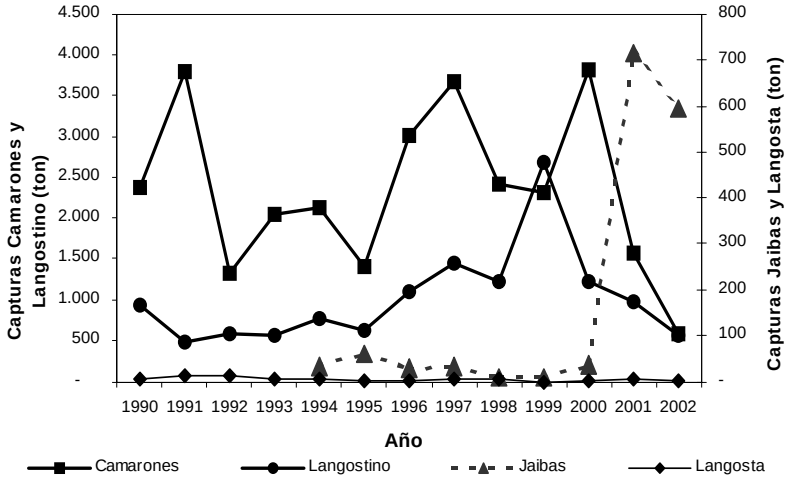

Figura 83. Producción pesquera industrial y artesanal de crustáceos en el Pacífico colombiano (1990-2002. Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

Los moluscos (pianguas, almejas, calamares, caracoles), si bien mostraron sus mejores niveles de captura en los años 1996 y 1997 (Figuras 81 y 84) prácticamente todos presentaron una disminución a partir de 1998, con excepción del patrón oscilante de las almejas y el caracol. La disminución observada en 1999, fue seguida por un incremento en 2000 y nuevamente una caída para 2001. Destaca el caso de la piangua, cuando cae de 864 ton. en 1997 a 6.8 ton en 2001 y apenas 6 ton en 2002. También es crítico el caso del calamar que de un máximo de 295 ton en 1996, llegó a apenas 76 ton en 2001 y continuó bajando en 2002 (Figura 84), probablemente debido más a inconvenientes del mercado que a la abundancia del recurso. Por último, aunque las almejas no han sido un renglón de importancia, es notable su caída de 10 ton. en 2000 a sólo 1 ton. en 2001, pero muestra en 2002 una recuperación con casi 5 ton. anuales. También la pesca de caracol manifestó un incremento de casi el doble con respecto al año anterior, aunque este valor significa sólo una tercera parte de lo que se aprovechó en 2000. Esta situación parece reflejar la generalidad de la depresión en la extracción de recursos pesqueros del Pacífico colombiano en los últimos años, aspecto que amerita una pronta

atención por medio de investigación y monitoreos regulares de la actividad pesquera. De otro modo es muy difícil encontrar razones válidas para explicar estas variaciones.

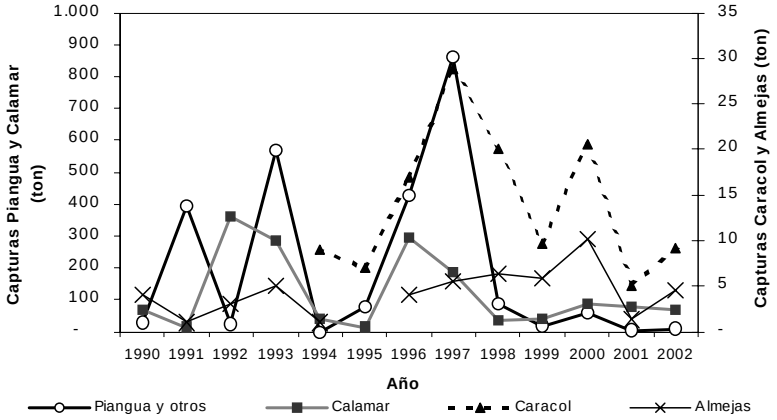

Figura 84. Producción pesquera industrial y artesanal de moluscos en el Pacífico colombiano (1990-2002. Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

11.1.2 Pesca industrial y artesanal del Océano Atlántico (producción y estado de explotación)

En la década anterior el pico anual de captura de pescado en el Caribe fue en 1998, con 25700 toneladas desembarcadas, de las que el 90% correspondió a los atunes (23207 ton) (Figuras 85 y 86). Para finales de siglo, los valores de captura se redujo prácticamente en un 50% nuevamente liderados por las capturas de atún, que mantienen su preponderancia. Sin embargo, ya en 2000 se observó una recuperación en la captura de pescado, que en 2001 llegó a las 22142 ton. y que en 2002 continuó ascendiendo, aunque sin llegar a los valores de 1998. Los atunes, que en 2001 cayeron a menos de 10000 ton., volvieron a aumentar en 2002 aunque sin llegar a las 20000 ton. Asimismo, especies de valor, como cojinúas y jureles muestran también fluctuaciones importantes de un año a otro, y mínimos históricos para 2001-2002. Una situación parecida muestra la captura de pargos, que aunque tienen buena demanda en el mercado, sus capturas no son muy abundantes y en 2002 continúa su tendencia a los valores mínimos anuales. Aunque las mojarras mostraron una recuperación relativa en 2002 (Figura 86), no así las corvinas, que no han vuelto a lograr niveles de captura como los que tuvieron a comienzos de los 90's, sino que han mostrado una franca tendencia a la baja.

Especies de cierta importancia regional, como los chivos y bagres que pasaron de unas 500 ton. anuales a sólo 10 ton. en 1999, con leve recuperación de 19 ton. en 2000, no obstante, la tendencia en 2001 y 2002 sigue siendo deprimida. A partir de los bajos niveles de 1997, las

carites y sierras han mostrado una lenta recuperación en las capturas, pero sin superar todavía las 120 ton. anuales. Los tiburones siguen con tendencia a la disminución sin dar señales de recuperación en los años venideros. De las demás especies que forman parte de la captura miscelánea del Caribe colombiano, a excepción de los meros en 1999, todas muestran una aguda reducción en las capturas, con valores que no superan las 50 ton. anuales en los primeros años de la década de 2000.

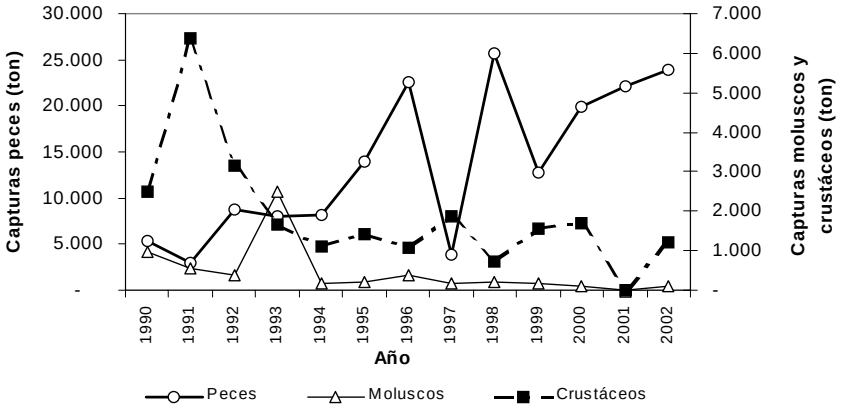

Figura 85. Producción pesquera industrial y artesanal en el Caribe colombiano (1990-2002). Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

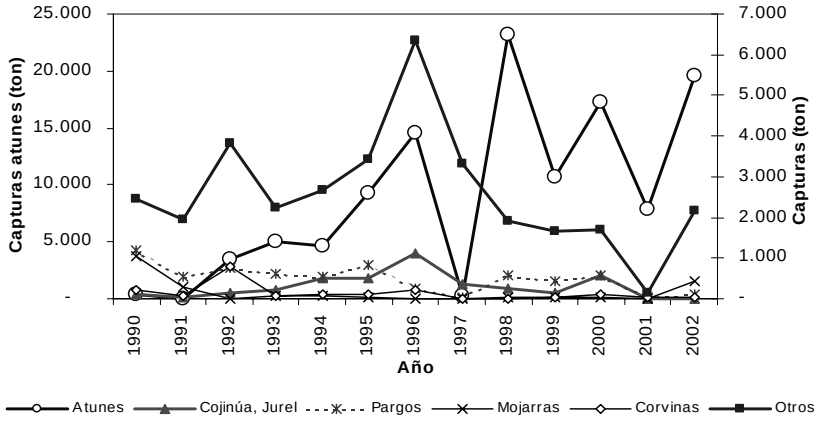

Figura 86. Producción pesquera industrial y artesanal de peces en el Caribe colombiano (1990-2002). Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

La comparación interanual de los grupos de recursos (Figura 85) indica que similar a lo que ocurre con los atunes en las capturas de pescado, son los camarones y langostinos los que marcan la pauta en la extracción de crustáceos conformando el 84% del total. Por tal razón, cualquier variación en estos recursos influye en el total del grupo (Figuras 85 y 88). Las langostas son los únicos crustáceos que muestran una ligera recuperación en 2002; sin embargo, no han vuelto a superar el nivel de 400 ton. anuales desde 1995. Las jaibas que apenas estaban consolidando su posición, con valores menores a 50 ton. anuales, cayeron a un mínimo en 2002. Se espera que según aumente la demanda internacional en el Caribe, se tengan los incentivos (y recursos) para aumentar su producción. Del registro histórico (Figura 88) de su colecta en el Caribe, se nota que en los 90's los moluscos sólo tuvieron un año destacado, 1993, cuando en conjunto llegaron a 2484 ton. A partir de allí, la producción ha venido mostrando también una severa disminución. Los caracoles han reducido su participación, de 329 ton anuales en 1996 a sólo 74 ton en 2000, nivel que conservaron en 2002, después del mínimo de 2001.

Sobra recalcar la carencia de información detallada y precisa sobre la extracción de recursos pesqueros en ambos océanos y cómo se ha llevado y se lleva a cabo este aprovechamiento. Por otra parte, la situación de disminución en la producción pesquera es general, es severa y preocupante. Si continúa la falta de monitoreos pesqueros adecuados en Colombia, no habría posibilidad de conocer el estado de los recursos marinos en forma representativa, a excepción de algunos casos puntuales, aunque insuficientes, que adelanta el INVEMAR en algunas pesquerías artesanales clave del Caribe.

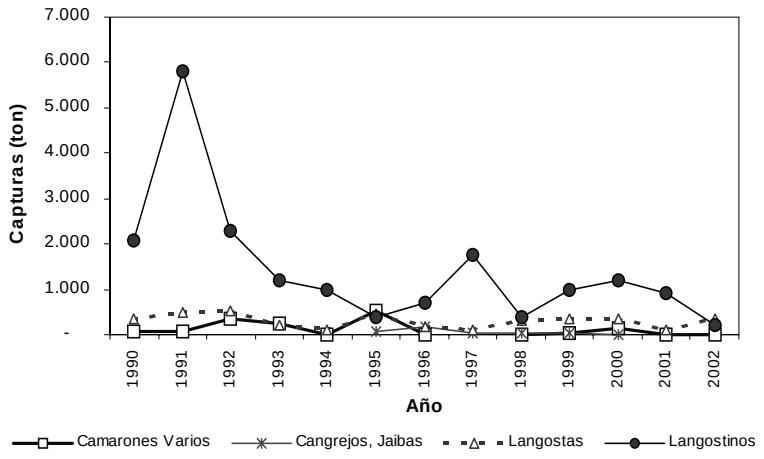

Figura 87. Producción pesquera industrial y artesanal de crustáceos en el Caribe colombiano (1990-2002). Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

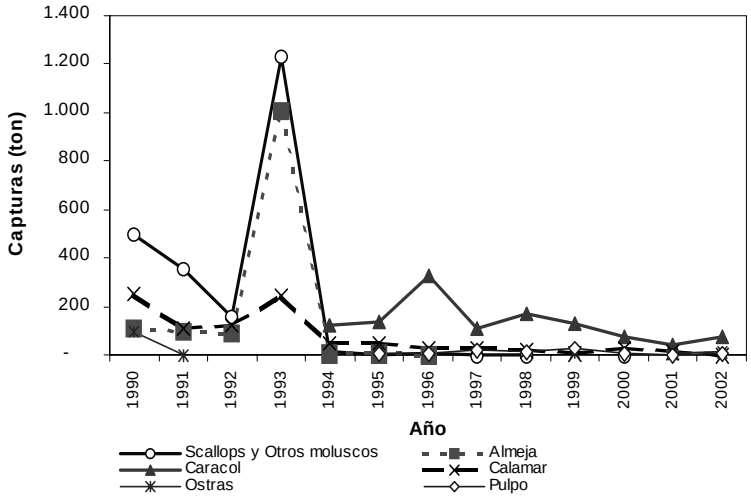

Figura 88. Producción pesquera industrial y artesanal de moluscos en el Caribe colombiano (1990-2002). Tomado de servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

11.1.2 Pesquerías artesanales clave en Colombia

- **La Ciénaga Grande de Santa Marta**

Producción pesquera: la captura por grupo de especies (Figura 89), mostró una relativa constancia desde 2001 (3400 ton) hasta 2003 (3800 ton) en lo que respecta a los peces, mientras que los crustáceos exhibieron capturas en equilibrio entre 2000 y 2003 (700 ton). El grupo de moluscos continuó aumentado su producción entre 2002 y 2003, debido al aporte de las capturas realizadas en Salamanca Noroccidental principalmente de la almeja *Polymesoda solida* con rendimientos de 300 ton (peso con concha) en 2003. La composición por especies de las capturas incluyendo peces, moluscos y crustáceos mostró que la riqueza de especies fue similar entre años, en tanto que la distribución de la abundancia entre especies tiende al aumento (Figura 90). Los valores del índice de diversidad de Shannon, corroboraron lo anterior: 2.05 en 2000, 3.4 en 2001, 3.8 en 2002 y 3.5 en 2003. Igual que ocurrió en 2002, las capturas en 2003 fueron bajas, sin embargo sigue existiendo mayor participación de especies en las mismas.

La abundancia de multiespecies de peces en la CGSM disminuyó significativamente entre años (Figura 91). Lo anterior fue consistente tanto para la atarraya ($F_{3,177}$ = 15.05; P<0.001), como para el trasmallo ($F_{3,174}$ = 8.06; P<0.001), dos de los artes más usados en la CGSM.

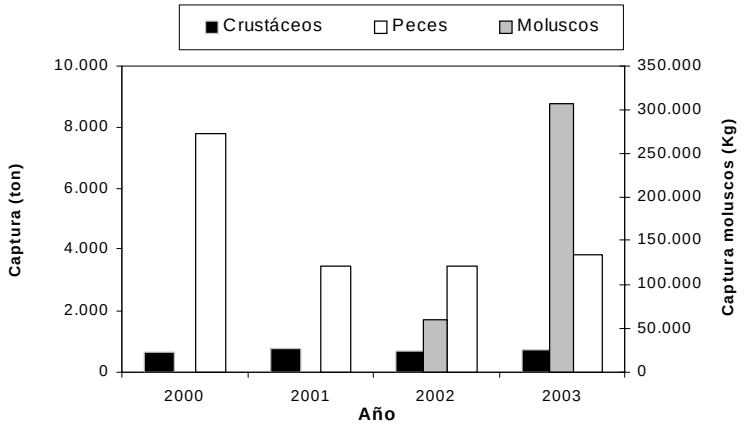

Figura 89. Variación anual de las capturas comerciales en la CGSM discriminadas por grupos de especies.

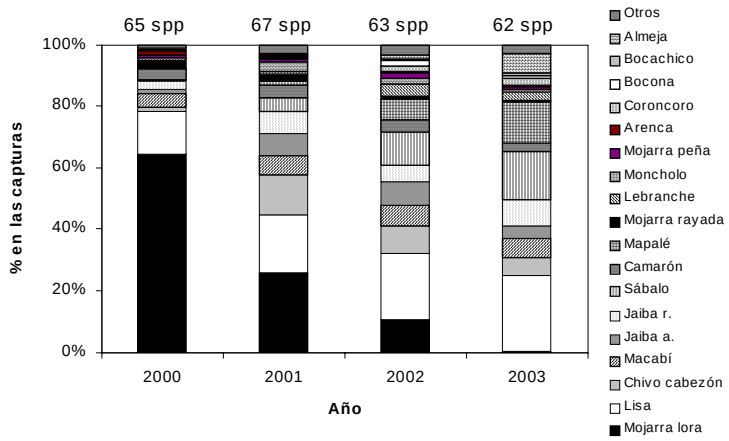

Figura 90. Composición por especies de las capturas comerciales entre años para la CGSM.

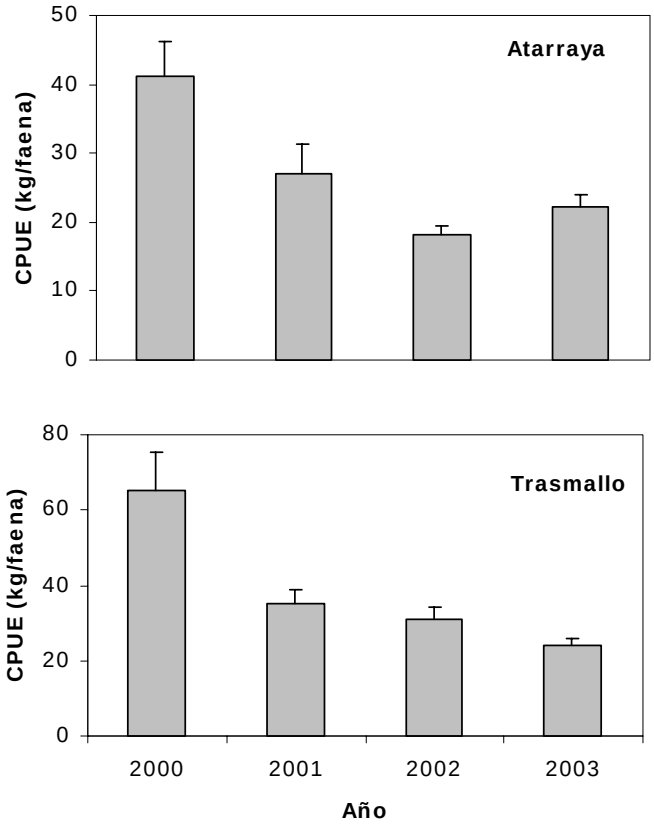

Figura 91. Variación anual de la CPUE promedio (+EE) de multiespecies de peces para la atarraya y el trasmallo en la CGSM.

Estado de explotación: Para la evaluación del estado del recurso pesquero en la CGSM, se usaron como indicadores pesqueros: (I) la captura multiespecífica promedio, (II) las tallas medias de captura de las principales especies y (III) los ingresos económicos percibidos por la pesca. Mayores detalles de los aspectos metodológicos en el análisis de indicadores pesqueros, pueden ser consultados en el informe 2002 (INVEMAR, 2003).

- Captura multiespecífica promedio de peces. El punto de referencia límite (PRL) en este caso se estimó en 396 ton, usando el promedio correspondiente al periodo 2000-2003 (Figura 92). El análisis de riesgo mostró que el recurso íctico en 2003 tiende a aumentar la probabilidad de

exceder el PRL (probabilidad = 0.17), con respecto a los años precedentes. Esto indica que el recurso pesquero en la CGSM debe ser manejado (p.e. restricción del esfuerzo de pesca, control de la selectividad de artes), a fin de evitar que el riesgo de sobre-explotación aumente.

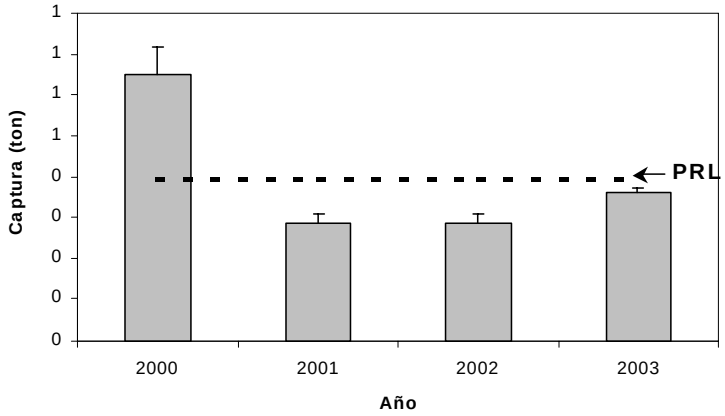

Figura 92. Variación anual de la captura promedio (+EE) multiespecífica y su ubicación respecto al PRL en la CGSM. Valores por encima del PRL están en un área no deseada.

- Tallas medias de captura. Como se explicó en el informe 2002 (INVEMAR, 2003), el PRL en este caso fue la talla media de madurez sexual para cada especie, por debajo de la cual no debería estar la talla media de captura. Para el Bocachico, *Prochilodus magdalenae* (Figura 93), el riesgo de sobre-explotación disminuyó marginalmente en 2003 (probabilidad = 0.45) con respecto a los años anteriores, siendo este nivel de riesgo medio y por lo tanto no conservador. Para el Chivo Cabezón, *Ariopsis bonillai* las probabilidades de exceder el PRL siguen siendo altas (probabilidades > 0.65), tal como ilustra la ubicación de la talla media de captura siempre por debajo del PRL (Figura 93). La situación para esta especie es delicada y son urgentes estrategias de manejo como el control de tallas medias de captura. La Lisa *M. incilis* continúa en 2003 presentando riesgo medio de sobre-explotación, aunque la situación es menos severa con respecto a la anterior especie (probabilidades entre 0.40 y 0.51). *Cathorops sp* sigue presentando tallas medias de captura por debajo del PRL, entonces el riesgo de sobre-explotación tiende a ser alto para 2003 (probabilidad = 0.55) (Figura 93). La Mojarra lora, *O. niloticus* tiende a mostrar en 2003 riesgo de sobre-explotación bajo (probabilidad = 0.35), resultado de su talla media de captura siempre por encima del PRL (Figura 93). Aunque la talla media de captura de la Mojarra rayada, *E. plumieri* continua por encima del PRL, esta especie muestra probabilidades medias de sobre-explotación (probabilidades entre 0.40 y 0.49), lo que la hace vulnerable (Figura 93).

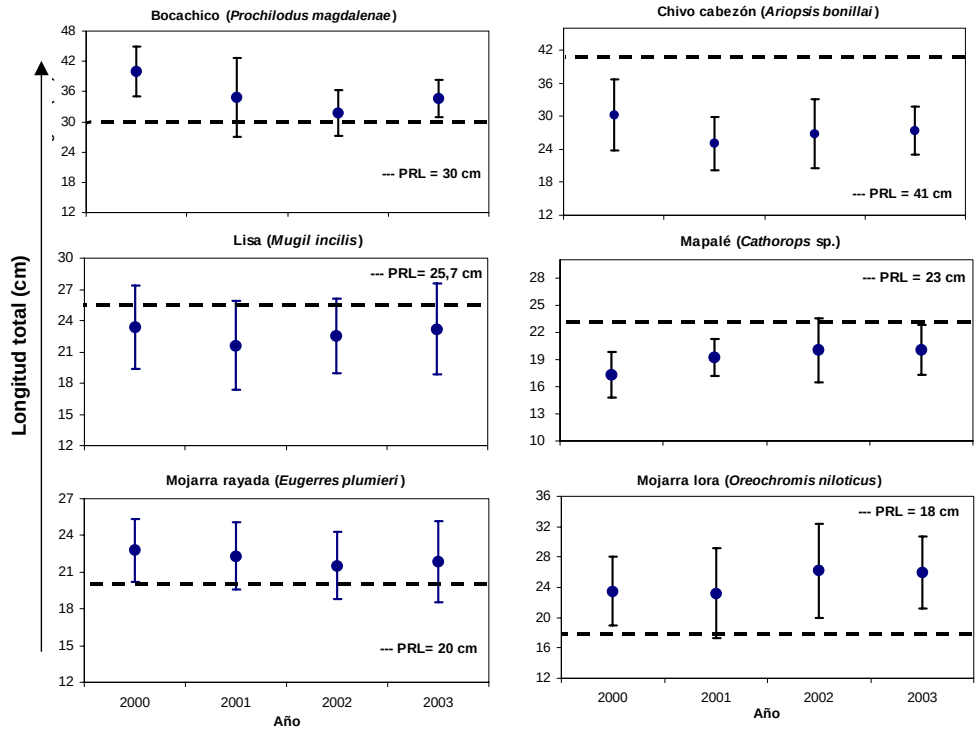

Figura 93. Variación anual de las tallas medias de captura para las principales especies ícticas de la CGSM y su ubicación con respecto al PRL (talla media de madurez sexual).

- Ingresos económicos. El análisis de riesgo mostró que para el 2003 la probabilidad de obtener pérdidas económicas aumentó respecto a los años precedentes ($p(IT<CV) = 0.15$; Figura 94), debido al incremento de los costos variables (CV). En el segundo escenario, la probabilidad de obtener una renta menor al salario mínimo de 2003 fue muy alta ($p(IT<Q) = 0.85$). La situación en 2003 implicó que la pesca en la CGSM cada vez presenta menos rentabilidad económica, debido a una combinación de factores biológicos (disminución de abundancia y presión sobre tallas pequeñas) y económicos (fuerzas del mercado controlando los precios y los costos de operación).

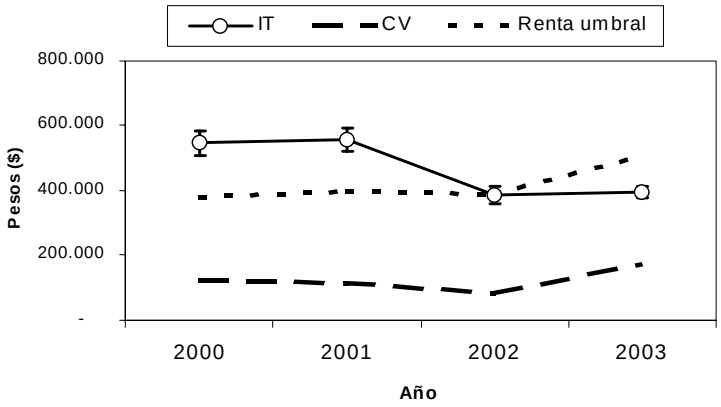

Figura 94. Variación anual de los ingresos económicos (IT) por pescador en la CGSM y su ubicación con respecto a los costos variables (CV) y una renta umbral (Q).

- **La Zona Deltaica Estuarina del Río Sinú**

Producción pesquera: comparado con los años anteriores, las capturas de los grupos de especies (peces, crustáceos y moluscos; Figura 95), fueron consistentes en mostrar una disminución en 2003. El grupo de especies que sigue sosteniendo la pesquería en esta zona son los peces, seguido por los crustáceos y los moluscos. La composición por especies (peces, crustáceos y moluscos) de las capturas mostró que aunque la riqueza de especies disminuyó en 2003 (75 especies), la distribución de la abundancia entre especies fue similar entre años (Figura 96). Entonces la diversidad de las capturas en la ZDERS puede asumirse constante hasta 2003. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la atarraya mostró que aunque no hubo diferencias significativas entre años (Figura 97: $F_{2,26} = 1.91$; $P>0.05$), la abundancia de peces en 2003 tuvo una disminución marginal consistente con el descenso en las capturas de peces (Figura 95). Esta tendencia fue corroborada por el análisis hecho con los trasmallos, cuya abundancia de peces no difirió entre años (Figura 18: $F_{2,26} = 1.73$; $P>0.05$), pero fue evidente una disminución marginal en 2003.

Figura 95. Variación anual de las capturas comerciales en la ZDERS discriminadas por grupos de especies. Tomado del proyecto Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltáico Estuarina del río Sinú ¨ZDERS¨ coordinado por la Coordinación de Servicios Científico del INVEMAR.

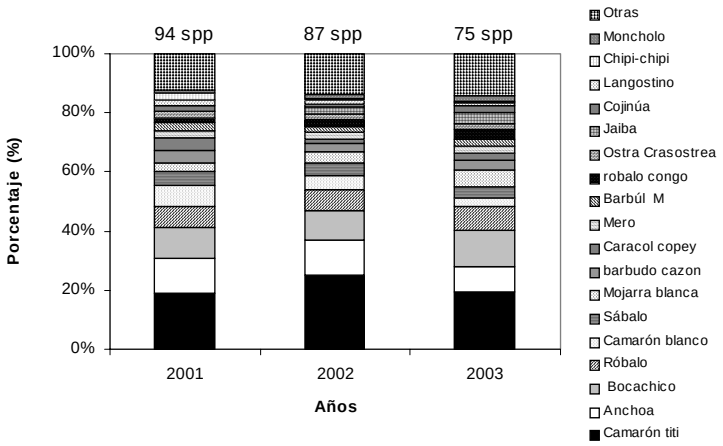

Figura 96. Composición por especies de las capturas comerciales entre años para la ZDERS. Tomado del proyecto Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltáico Estuarina del río Sinú ¨ZDERS¨ coordinado por la Coordinación de Servicios Científico del INVEMAR.

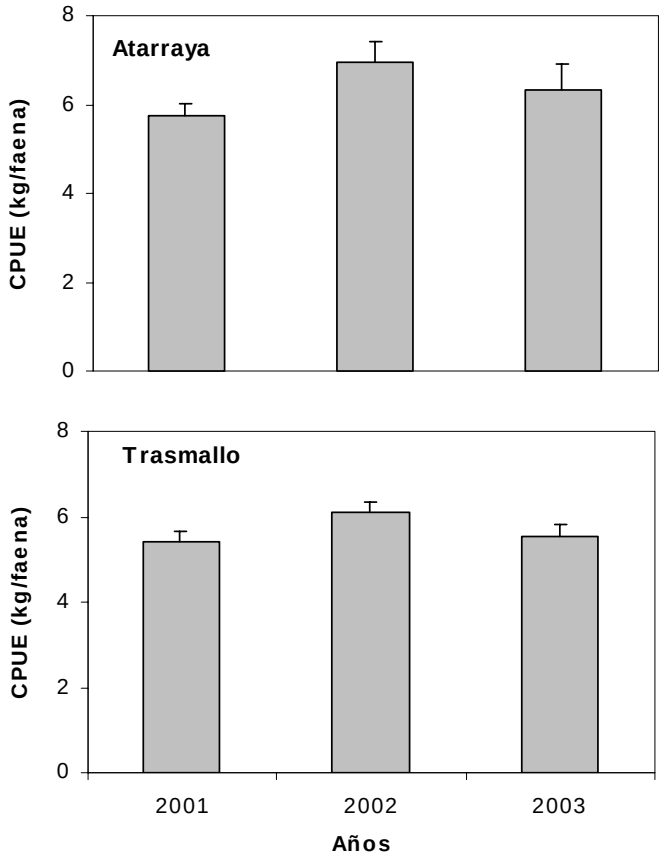

Figura 97. Variación anual de la CPUE promedio (+EE) de la atarraya y el trasmallo en la ZDERS. Tomado del proyecto Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltáico Estuarina del río Sinú ¨ZDERS¨ coordinado por la Coordinación de Servicios Científico del INVEMAR.

Estado de explotación:

- Captura multiespecífica de peces promedio. El análisis de riesgo mostró que el recurso íctico en 2003 bajó la probabilidad de exceder el PRL de 19.5 ton (probabilidad = 0.25), respecto a los años anteriores. Esto indica que el recurso está mostrando los efectos de una fuerte presión pesquera en 2002 y la captura multiespecífica no sobrepasa por el momento PRL establecido (Figura 98).

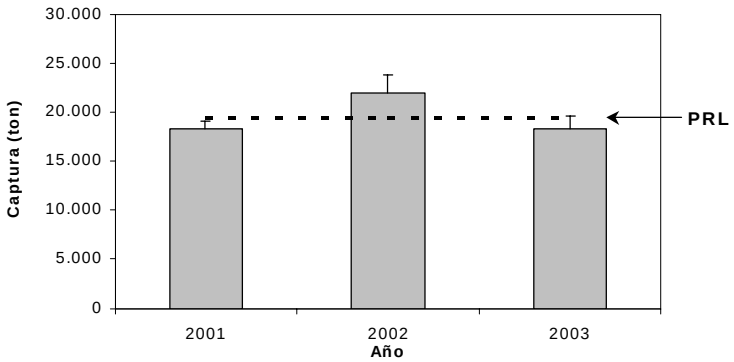

Figura 98. Variación anual de la captura promedio (+EE) multiespecífica y su ubicación respecto al PRL en la ZDERS. Tomado del proyecto Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltáico Estuarina del río Sinú ¨ZDERS¨ coordinado por la Coordinación de Servicios Científico del INVEMAR.

- Tallas medias de captura. Para *P. magdalenae* (Figura 99), el riesgo de sobre-explotación tiende a ser alto en 2003 (probabilidad = 0.60), ya que la talla media de captura sigue por debajo del PRL. *A. bonillai* presentó n 2003 una situación similar a los años, donde las probabilidad de exceder el PRL permanece alta (probabilidad = 0.65) (Figura 99). En 2003, *M. incilis* presentó riesgo medio de sobre-explotación (probabilidad = 0.52) consistente con los años previos (Figura 99). El sábalo, *Tarpon atlanticus* siempre presentó tallas medias de captura muy por debajo de la TMM, entonces el riesgo de sobre-explotación sigue muy alto (probabilidades > 0.90; Figura 99). El róbalo, *Centropomus undecimalis* sigue mostrando probabilidades muy altas de sobre-explotación en 2003 (probabilidades > 0.78), dada la baja talla media de captura (Figura 99). La Mojarra rayada, *E. plumieri* presentó una situación estable en 2003, con probabilidades medias de sobre-explotación (probabilidades entre 0.40 y de 0.58; Figura 99). En efecto son necesarias medidas de manejo (control de la selectividad) para todas las especies a fin de evitar el síndrome de sobrepesca.

- Ingresos económicos. El análisis de riesgo mostró que en 2003 la probabilidad de obtener pérdidas económicas tendió a aumentar, aunque aún es baja ($p(IT<CV) = 0.12$). El escenario al comparar los ingresos con una renta umbral equivalente al salario mínimo vigente, mostró altas probabilidades de rentas menores al salario mínimo en todos los años ($p(IT<Q)$ entre 0.64 y 0.90). Esto implicó que la mayor parte de los pescadores en la ZDERS continúan trabajando en intentar cubrir al menos sus costos de operación (Figura 100).

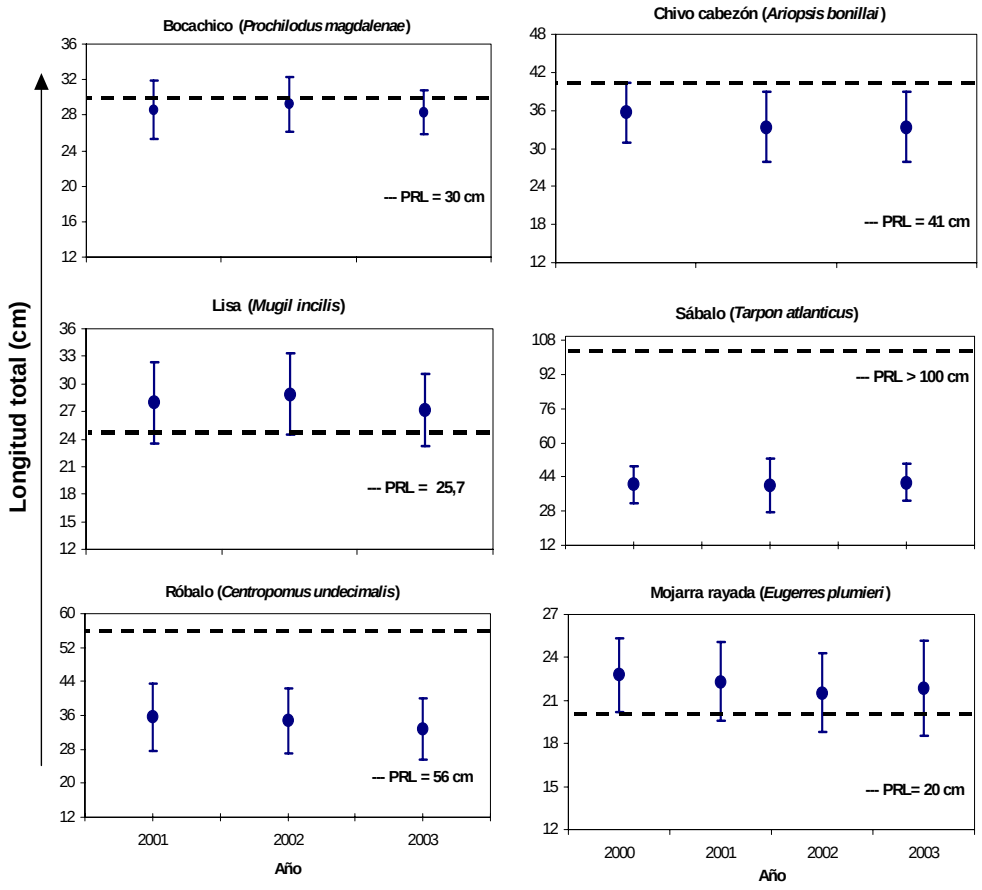

Figura 99. Variación anual de las tallas medias de captura para las principales especies ícticas de la ZDRS y su ubicación con respecto al PRL (talla media de madurez sexual). Tomado del proyecto Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltáico Estuarina del río Sinú ¨ZDERS¨ coordinado por la Coordinación de Servicios Científico del INVEMAR.

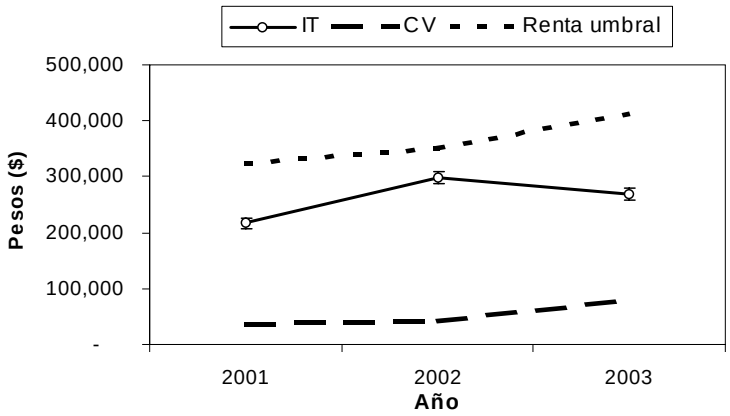

Figura 100. Variación anual de los ingresos económicos (IT) percibidos por la pesca en la ZDERS y su ubicación con respecto a los costos variables (CV) y una renta umbral (Q). Tomado del proyecto Plan de Seguimiento y Monitoreo de la Zona Deltáico Estuarina del río Sinú ¨ZDERS¨ coordinado por la Coordinación de Servicios Científico del INVEMAR.

11.2 Acuicultura marina y estuarina en Colombia

11.2.1 Especies cultivadas

Esta sección no presentó cambios respecto a lo contenido en el informe de 2002 (INVEMAR, 2003).

11.2.2 Producción acuícola

Distinto de lo que ocurre con el cultivo de peces en agua dulce, el cultivo de especies marinas y estuarinas todavía no alcanza un lugar destacado en el sector. Se basa principalmente en la producción acuícola marino-costera representada por los camarones, que en 2001 alcanzaron 11493 toneladas y se estima para 2002 una producción de cerca de 15600 ton (Perry, 2002). La Figura 101 muestra como ha sido el desarrollo de la camaronicultura en el país y el área ocupada por granjas dedicadas a dicha actividad, notándose un incremento sostenido desde 1997, hasta el presente.

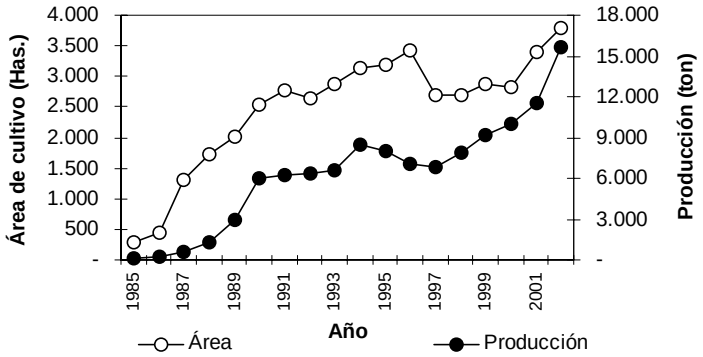

Figura 101. Área de cultivo y producción de camarón en Colombia (1985 – 2002).

La existencia de mejores datos históricos en las camaroneras, permite mejores análisis de la actividad, como es la comparación entre la producción de camarón y el área de espejo de agua usada para cultivo (Figura 102), mostró una relación significativa ($r^2 = 0.92$; $P<0.05$). La tendencia de la producción ya no es lineal, sino claramente potencial, seguramente debida al aumento de las áreas de espejo de agua y las densidades de cultivo, gracias a la adecuación de más estanques y la introducción de mejoras tecnológicas. Los cambios históricos en la producción de camarón de cultivo va de la mano con la variación en las exportaciones de este producto (Figuras 103 y 104). El año de mayor crecimiento en las décadas anteriores fue 1988, siendo 1991-1992 años de disminución severa tanto en producción, como en exportaciones. Los incrementos han experimentado fluctuaciones desde 1994 y actualmente se muestra una tendencia al aumento, aunque no tan rápida como la que ocurrió al final de la década de los 80s. Durante las últimas décadas y hasta 2002 inclusive, Colombia ha exportado camarón, fresco, congelado, sea entero o sin cabeza, pelado y desvenado, de acuerdo con la demanda de cada mercado y con la tecnología de congelación ultrarrápida. Así, se exporta camarón con la presentación, empaque y tratamiento, cumpliendo con las solicitudes de los diferentes clientes internacionales. Del mismo modo, las modalidades de comercialización del camarón colombiano son muy variadas por sus cantidades, presentaciones y formas de pago, con la mediación de empresas que se especializan en la comercialización internacional y reguladas por las agencias estatales.

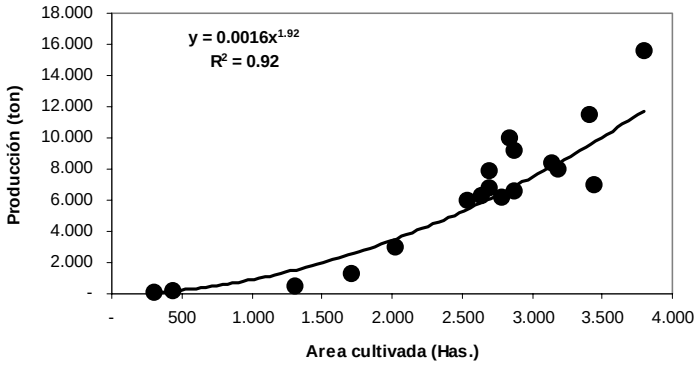

Figura 102. Tendencia de la producción de camarón con respecto al área de cultivo.

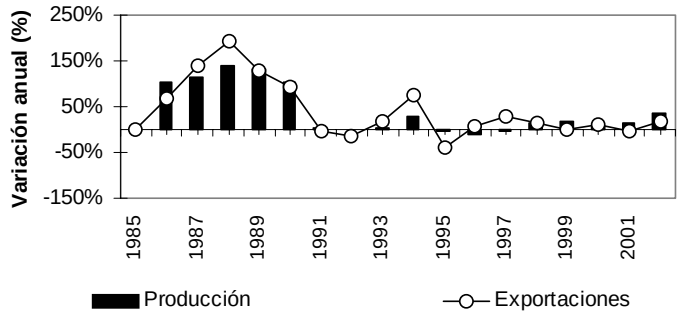

Figura 103. Variación histórica del crecimiento anual (%) de la producción y de las exportaciones de camarón cultivado.

En cuanto a la producción para exportación (U$ dólares) en los últimos años (hasta 2002), puede resumirse en la Tabla 17. Se observa que en 2002 las exportaciones llegaron a más de U$ 51 millones de dólares, lo que significa un crecimiento de 3.55% para crustáceos en toda la década anterior. Respecto a los langostinos y camarones de cultivo congelados para exportación, éstos llegaron a U$ 48 millones en 2002 y en el acumulado 1998-2002 su participación fue el 94.2% del total exportado, con una tasa de crecimiento en la década de 3.42%. Por su parte, otros camarones para reproducción o cría, jaibas, langostas etc. sin congelar, apenas cubrieron el 5.37% de la exportación total, a pesar que su crecimiento relativo a toda la década fue del 40% (Tabla 17).

Tabla 17. Principales partidas arancelarias de las exportaciones colombianas de camarón cultivado y otros decápodos. (Fuente: DANE, 2002. Agrocadenas).

Item	2002	Acumulado (1998-2002)	Participación (%)	Crecimiento (%)
Camarones de cultivo	48.231,679	242.209.297	94.2	3.42
Camarones para reproducción o cría.	3.142.304	13.817.216	5.37	40.03
Otros	192.180	1.094.338	0.43	
1 TOTAL	51.596.463	257.120.851	100.0	3.55

Teniendo en cuenta su destino, los mayores importadores del camarón cultivado colombiano fueron en su orden España (35%), Estados Unidos (21%) y Francia (8%). Aunque también figuran en menor grado Guatemala, Japón y Costa Rica (Figura 104). La Zona Franca de Cartagena recibe el 24% de las exportaciones, para reexportarlo a otros clientes internacionales menores.

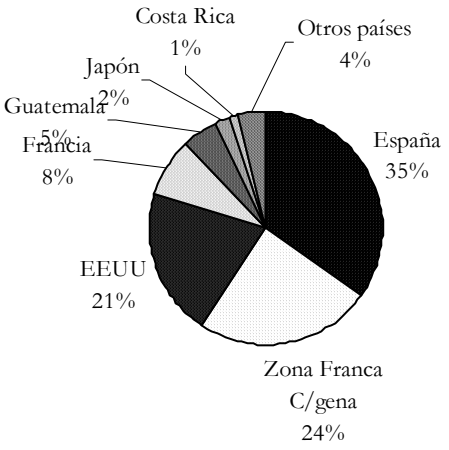

Figura 104. Participación por país en las importaciones de camarón cultivado en Colombia en 2002. (DANE: Agrocadenas, 2003).

De otra parte, Colombia también importa camarones de cultivo, langostinos y otros decápodos tanto para reproducción, como para cría industrial, aunque en una escala menor de lo que exporta. Así en 2002 las importaciones colombianas en este renglón fueron del orden de CIF

U$ 207856, con un claro superávit en la balanza comercial, que en 2002 fue del 0.4% de las exportaciones (DANE, 2002, Agrocadenas).

11.2.3 Efectos potenciales de la acuicultura sobre los ecosistemas

Apenas en dos décadas la acuicultura aumentó seis veces su aporte al crecimiento del sector. Para 2002, el área de espejo de agua dedicado únicamente a la camaronicultura, llegó a ser casi 13 veces lo que era en 1985 (Perry, 2002). En el Pacífico colombiano, muchas de las áreas de espejo de agua utilizadas para cultivos eran previamente silvestres, y que al darles un uso acuícola para incorporarlas al sector productivo se priva de ellas al medio natural. La situación en el Caribe colombiano es diferente, pues la mayoría de las áreas cultivadas corresponden a antiguas fincas dedicadas a la ganadería y al cultivo de arroz, así como salitrales que colindan con las franjas del manglar. Sin embargo, gracias a campañas de concientización organizadas por ACUANAL, los camaronicultores colombianos son conscientes que la multiplicación de áreas para cultivo pudiera representar un riesgo ambiental, sobre todo si se trata de áreas delicadas, como los ecosistemas de manglar, pues adicionalmente a causar un grave impacto ambiental, el cultivo no resulta rentable.

El impacto de los efluentes de las granjas camaroneras, que incluyen desechos de los estanques y del procesamiento de los camarones cosechados, no ha recibido la atención investigativa que debiera. Impactos potenciales los constituyen los cultivos de peces en corrales dentro de sistemas lagunares costeros. Adicionalmente, la captura de juveniles para alimentar especies carnívoras como los sábalos, plantea un impacto en la cadena trófica de los peces y en el reclutamiento futuro. Aparentemente, el menor impacto ambiental lo causan los cultivos de bivalvos, como ostras, mejillones etc., debido a que no hay adiciones de alimento o nutrientes al medio de cultivo y los desechos de la actividad son relativamente muy pocos, siendo reconocidos como ejemplos de "producción limpia", con buenas perspectivas en los "mercados verdes". Sin embargo, los ensayos de cultivo de ostras en la Ciénaga Grande no ha dado resultados prometedores y los cultivos de bivalvos marinos apenas comienzan a escala comercial (Investigación Piloto liderada por INVEMAR, en aguas del Parque Tayrona).

11.2.4 Localización de las áreas de cultivo

El aumento de la demanda y atractivo precio del camarón en los mercados internacionales, incentivó el desarrollo de la camaronicultura a escala industrial. Las mayores granjas camaroneras están localizadas principalmente en los departamentos costeros (Tabla 18), aunque también existen proyectos artesanales. Las principales empresas de cultivo y comercialización de camarones en Colombia son listadas en la Tabla 18.

Tabla 18. Principales empresas de cultivo y comercialización Colombia.

CARIBE	PACIFICO
Sea Technology	C.I. Bahía Cupica
C.I. Océanos	Amalfi
Atunamar Ltda.	Atunera del Pacífico
C.I. Vikingos	C.I. Balboa
C.I. Antillana	Agropiscícola Carolina
Cartagena Shrimp Co.	Marcol
C.I. Comerles	
Agromarina Santa Ana	
Pesquera de Tolú	
C.I. Acuacultura	

Con relación a los cultivos de moluscos, éstos todavía no son significativos en producción, aunque sí en cuanto a desarrollo de la tecnología. Los principales proyectos se localizan el litoral Pacífico (piangüa), y de otros bivalvos en el Caribe (Parque Tayrona), donde toman parte activa las comunidades de pescadores locales. Por su parte, los cultivos de peces, como róbalos y sábalos han tenido un desarrollo artesanal en aguas estuarinas como en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Sin embargo, sus rendimientos son discutibles ya que se trata de especies carnívoras, voraces y acostumbrados a consumir proteína cruda, por lo que toca pescar o comprar juveniles de otras especies para alimentarlos con el consecuente impacto sobre las poblaciones presa. Recientemente se han propuesto, dentro del programa "Alianzas" de la Red de Solidaridad, cultivos ecológicos de tilapia roja en corrales en la Ciénaga Grande y complejo de Pajarales al nivel piloto, que inicien en 2004, como alternativa para enfrentar la escasez de los recursos pesqueros tradicionales.

11.3 Bioprospección

Con respecto al informe 2002 (INVEMAR, 2003), en el área de bioprospección marina durante el 2003 se desarrollaron los siguientes proyectos de investigación que aportan al desarrollo de esta línea de investigación nueva en Colombia:

- Evaluación del posible papel ecológico de los extractos orgánicos crudos de las esponjas excavadoras. Universidad Nacional de Colombia – INVEMAR. En este trabajo se evaluó el papel ecológico de los extractos orgánicos crudos de las esponjas de coral, *Cliona aprica*, *C. delitrix*, *C. caribbaea* y *C. tenius* en la interacción esponja-coral (competencia), como inhibidores del asentamiento larval (antiepibiosis) y disuadores a la alimentación de organismos consumidores (antidepredación). Las muestras se colectaron en al Isla de San Andrés e Islas del Rosario, y los experimentos se llevaron acabo en punta de Betín, Santa Marta. Los resultados obtenidos permiten sugerir que

los compuestos químicos presentes en los extractos orgánicos crudos de las esponjas pueden ser en parte responsables de su capacidad para monopolizar sustrato arrecifal.

- Estudio preliminar para la obtención de agar bacteriológico a partir de algas nativas del caribe colombiano. Pontificia Universidad Javeriana. En este trabajo, debido a que el agar es un producto con una demanda mundial que asciende a las 7000 toneladas anuales y en Colombia es importado en su totalidad, se evaluó el poder gelificante y la productividad de agar bacteriológico obtenido a partir de algas rojas nativas del Caribe colombiano. Entre los resultados de esta investigación, puede anotarse que existe factibilidad futura para que pueda disminuir la importación de agar a nivel nacional y abrir las posibilidades de industrialización en este campo que permitan exportar el producto a países vecinos.

- El grupo de Biotecnología Marina de la Universidad del Valle viene trabajando en el aislamiento de bacterias lácticas de los intestinos de peces y crustáceos. Esto para caracterizar estas cepas en cuanto a su capacidad de producción de ácido láctico y biocinas, uso de cepas y conservación y transformación de carne de peces y crustáceos por fermentación láctica.

- El INVEMAR en asocio con COLCIENCIAS dentro del proyecto piloto de prospección de bioactividad en organismos marinos colombianos, actualmente en ejecución, avanzó en la construcción del laboratorio de bioprospección marina, en el cual se podrán realizar los ensayos de bioactividad de los extractos obtenidos de organismos marinos.

11.4 Literatura citada

DANE, 2003. Observatorio Agrocadenas, 2003 Bogotá D.C. observatorio@iica.org.co

INPA, 2003. Servicio nacional de estadísticas pesqueras del INPA (http://www.inpa.gov.co/inpa.nsf).

INVEMAR. 2003. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2002. Serie de Publicaciones Periódicas, No. 8. (Eds) Medellín: Servigráficas, 178 p.

Perry R., S., 2002. Estudio de competitividad de la camaricultura colombiana. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ACUANAL. Bogotá. 141p.

Previo

CAPITULO V

MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS

12. AVANCES EN EL MANEJO INTEGRADO DE ZONAS COSTERAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS AMBIENTES MARINOS Y COSTEROS EN COLOMBIA

Considerando que el Informe de los Ambientes Marinos y Costeros pretende servir de fundamento y apoyo a la toma de decisiones, el ordenamiento y el manejo integrado de las zonas costeras colombianas; y que el estado de los ambientes marinos y costeros es consecuencia del modelo de gestión vigente, este capítulo se presenta como complemento de la información existente en los capítulos precedentes. Pretende mostrar el estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia desde la perspectiva de las unidades de manejo (Unidades Ambientales Costeras y Unidades de Manejo Integrado), definidas en la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia. Teniendo presente que para comprender la realidad costera, no solo se requiere entender el sistema físico-natural sino también sus relaciones con el entorno socioeconómico y de gobernabilidad.

12.1 Introducción

A partir de la segunda mitad del siglo XX, y en especial a partir de los resultados obtenidos en la Cumbre de la Tierra (Agenda 21, Capítulo 17: *"protección de los océanos, todo tipo de mares, incluyendo los cerrados y semi-cerrados, las zonas costeras y de protección, uso racional y desarrollo de sus recursos vivos..."*; Convenio de Diversidad Biológica y Convenio de Cambio Climático), el manejo ambiental, incluyendo el manejo de las zonas costeras, tomó gran importancia, como un criterio para la planificación y desarrollo de cualquier actividad humana que afecte o pueda afectar el ambiente. Dicho criterio fue establecido buscando crear conciencia sobre la importancia de usar racionalmente los recursos naturales, establecer reglas y sistemas concretos de incentivos y sanciones que promuevan la conservación, y mejorar la capacidad de gestión de las instituciones responsables del tema. En este contexto, el manejo integrado de las zonas costeras (MIZC) se adopta como un instrumento de planificación, continuo y dinámico. Este proceso vincula al gobierno en sus distintos niveles (desde lo nacional hasta lo local), a los diferentes sectores económicos, a la sociedad civil, y a la ciencia, en la preparación y ejecución de un plan para proteger y usar sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros y sus recursos.

Colombia, siendo uno de los países catalogados como mega-diversos y que posee costas sobre el océano Pacífico y el mar Caribe, adoptó mediante Ley 165 de 1994 el Convenio de Diversidad Biológica, y con él, el reto de desarrollar el concepto de MIZC planteado en el Mandato de Yakarta o Mandato de los Mares y Costas, el cual cobró vida en el país mediante la

formulación y puesta en marcha de la *Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia* (PNAOCI). Esta política basa su enfoque en los ecosistemas, estrategia que permite su gestión integrada para promover su conservación y uso sostenible de modo equitativo (MMA, 2001).

Para citar los avances que se han dado en Colombia, en cuanto a la implementación del MIZC y su influencia sobre el estado de los ambientes y recursos marinos y costeros, es necesario primero definir el concepto y entender el espacio geográfico sobre el cual se aplica. Este espacio es denominado zona costera y es entendido como *"un espacio del territorio nacional definido con características naturales, sociales, económicas y culturales propias y específicas. Está formado por una franja de anchura variable de tierra firme y espacio marítimo en donde se presentan procesos de interacción entre el mar, la tierra y la atmósfera; contiene ecosistemas muy ricos, diversos y productivos dotados de gran capacidad para proveer bienes y servicios que sostienen actividades económicas y asentamientos urbanos e industriales. Es un recurso natural único, frágil y limitado del país que exige un manejo adecuado para asegurar su conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de las comunidades tradicionalmente allí asentadas"* (MMA, 2001). Su delimitación incluye como mínimo el 100% de los seis principales ecosistemas o unidades de recursos costeros de la Nación, a saber: 1) Manglares y bosques de transición, 2) corales, 3) pastos marinos, 4) sistemas de playas y acantilados, 5) estuarios, deltas y lagunas, y 6) fondos sedimentarios de la plataforma continental.

La definición de MIZC adoptada por el país es la de: *"Proceso holístico, continuo, dinámico, participativo y construido bajo consenso, mediante el cual se toman decisiones para el uso sostenible y la protección de la zona costera y sus recursos, con miras a alcanzar metas establecidas en cooperación con grupos de usuarios y autoridades nacionales, regionales y locales. El MIZC está orientado a múltiples propósitos, tales como analizar las implicaciones del desarrollo, los conflictos de uso, las relaciones entre los procesos biofísicos y las actividades humanas en la zona costera. El MIZC reconoce el carácter distintivo de la zona costera, de por sí un recurso valioso, para las generaciones actuales y futuras"* (Knecht and Archer, 1993; Cisin-Sain and Knecht, 1998; Alonso, et al., 2003).

Las razones principales por las que se necesita una aproximación de MIZC son dos: 1) los efectos de las actividades en tierra sobre los ambientes oceánicos y costeros, y 2) los efectos causados por los usuarios del océano y las costas sobre alguno de estos dos medios (IOC-UNESCO-NOS-NOAA-World Bank-UNEP, 2003). Es así como, desde su inicio, el MIZC está diseñado para desarrollar conciencia pública, construcción de capacidad, fomento de cooperación, fortalecimiento institucional y de marcos legales, y formulación e implementación de planes de acción guía. Más allá de las fronteras nacionales, el MIZC puede servir como instrumento de resolución de asuntos transfronterizos, como contaminación marina, sobreexplotación de recursos, y la conservación de la diversidad biológica (Chua, 1993).

El MIZC se diferencia de otras formas de planificación del desarrollo porque facilita la optimización de beneficios económicos y sociales derivados del uso de recursos naturales. En contraste con procesos sectoriales, que tienden a estar interesados por un único uso de los

recursos marinos y costeros, se espera que el proceso MIZC tenga en cuenta diversos usos y mantenga varias funciones importantes. En especial la integridad funcional de los sistemas y el flujo constante de recursos (Chua, 1993; Cicin-Sain and Knecht, 1998).

A continuación se presenta la experiencia de Colombia con el MIZC y los avances que se han dado en su implementación en aras de contribuir con el bienestar de los ecosistemas y recursos marinos y costeros, teniendo en cuenta: a) las estrategias, metas y acciones de la PNAOCI como fue recomendado en el Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: 2000 (INVEMAR, 2001), b) la metodología adoptada y difundida por el INVEMAR, y c) los resultados obtenidos sobre el estado de los ecosistemas y sus recursos marinos y costeros en las áreas geográficas donde se han llevado a cabo ejercicios prácticos de manejo costero.

12.2 Resultados obtenidos para las Estrategias y Metas del MIZC de acuerdo con el Seguimiento a la PNAOCI

Colombia reconoce: a) la biodiversidad marina y costera como parte de su patrimonio, con valor estratégico para su desarrollo presente y futuro, b) el elemento agua como fuerza integradora de los sistemas marinos-costeros y las cuencas hidrográficas, c) la co-participación decisoria plurisectorial y pluricultural para el establecimiento de los objetivos de manejo de los ecosistemas marino-costeros y los medios para alcanzarlos, d) el acceso equitativo a los bienes de uso público presentes en los mares y costas, e) la necesidad de la información científica generada interdisciplinaria e interinstitucionalmente, de libre acceso para soportar las decisiones, y f) un programa de ordenamiento ambiental del territorio y MIZC continuo y dinámico en el tiempo y en el espacio (MMA, 2001).

Basado en lo anterior y teniendo en cuenta los principios fundamentales de la Ley 99 de 1993, dirigidos a formular, concertar y adoptar las políticas orientadas al ordenamiento ambiental del territorio costero y los mares, el MIZC en Colombia, encuentra su asidero en los 4 objetivos propuestos por la PNAOCI a través de los cuales se formulan las estrategias y metas del MIZC en Colombia, estos objetivos son:

- 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 realizan.
- Establecer lineamentos ambientales para el desarrollo de actividades productivas que se realizan en los espacios oceánicos y las zonas costeras.
- Adoptar medidas de conservación, rehabilitación y/o restauración de los ecosistemas marinos y costeros y sus recursos, para preservar la diversidad biológica y garantizar la sostenibilidad de la oferta de bienes y prestación de servicios ambientales.

- Proporcionar un ambiente marino y costero sano, para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población costera.

En la Tabla 19, se puede observar por cada uno de los objetivos de la PNAOCI, sus estrategias, metas y resultados obtenidos hasta la fecha que contribuyen al mantenimiento del estado actual de los ecosistemas marinos y costeros y propenden por su mejoramiento.

12.3 Metodología para el MIZC en Colombia –COLMIZC-: Un Avance en la estandarización de toma de información

La metodología MIZC adoptada para Colombia –COLMIZC- pretende contribuir a la estandarización en la toma de información marina y costera para hacerla comparable entre áreas de manejo (Unidades Ambientales Costeras y Unidades de Manejo Integrado). Así mismo, constituye un mecanismo que permite hacerle seguimiento al estado de los ambientes marinos y costeros de dichas áreas a través del tiempo. COLMIZC incluye de acuerdo con Sierra-Correa (2001) y Alonso, et al. (2003) aspectos de la Teoría General de Sistemas, Metodología Común de Olsen *et al.* (1999), Ecología del Paisaje de Zonneveld (1979), Toma de Decisiones en el Espacio de Sharifi (1999), Manejo de Ecosistemas de Christensen, et al. (1998) y Evaluación Ecológica Rápida de Sobreville y Bath (1992). Se tomaron de dichos autores el reconocimiento del concepto de integración y especialidad, el reconocimiento de la importancia del uso de herramientas tecnológicas (como sensores remotos y sistemas de información geo-referenciada) y la implicación directa o indirecta del concepto de sostenibilidad. COLMIZC establece cinco etapas principales: (1) Preparación; (2) Caracterización y Diagnóstico, (3) Formulación y Adopción del Plan de Manejo; (4) Implementación del Plan de Manejo y (5) Seguimiento y Evaluación (Figura 105).

Dicha metodología es el resultado de las primeras experiencias piloto y puede ser utilizada para cualquier unidad de manejo en la que requiera ser aplicada. Se fundamenta inicialmente sobre la base de información ya existente, es decir, interpretación, síntesis y conjunción de la mejor información disponible. Igualmente apunta hacia prioridades de manejo integrado de cada unidad, futuras decisiones sobre las medidas más apropiadas de intervención, prioridades de investigación, y planes de monitoreo y seguimiento del estado de los ambientes marinos y costeros.

Tabla 19. Objetivos, Estrategias y Metas de la PNAOCI y sus respectivos responsables y resultados alcanzados hasta diciembre de 2003.

Objetiv	Estrategias	Metas	Responsable	Resultados obtenidos a la fecha*
1	Establecer las áreas marinas y costeras del Pacífico y el Caribe como regiones integrales de planificación y ordenamiento ambiental territorial, adoptando y caracterizando unidades ambientales en cada una de ellas.	Establecer las unidades integrales de planificación y ordenamiento ambiental territorial en las regiones oceánicas y costeras del Pacífico, Caribe y Caribe insular,	MAVDT y DNP	Hasta la fecha no se conoce resultado alguno
		Identificar el tipo, fuente y calidad de la información existente en cada Unidad Ambiental Costera	MAVDT, CCO, INVEMAR, CAR´s	Se ha identificado el tipo y fuente de información existente en las siguientes UACO: Caribe Insular (San Andrés, providencia y Santa Catalina), Darién (golfo de Urabá), río Sinú-golfo de Morrosquillo (incluyendo archipiélago de San Bernardo), la Alta Guajira y parcialmente la Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta. Igualmente se ha identificado el tipo y fuente de información existente en las UMI de Málaga-Bajo San Juan y de Guapi-Iscuandé, que son insumo para la UACO del complejo Málaga-Buenaventura y la Llanura Aluvial del Sur respectivamente.
		Elaborar la caracterización de los ecosistemas marinos y costeros y las dinámicas socieconómicas y culturales para cada UACO con la identificación de los usos existentes y proyectados, así como la definición y priorización específica de sus problemas y la evaluación de la estructura institucional de manejo vigente.	MAVDT, INVEMAR, IIAP, IDEAM, CARs y DIMAR	Se han caracterizado los ecosistemas marinos y costeros de las UACO de: Caribe Insular (San Andrés, providencia y Santa Catalina), Darién (golfo de Urabá), río Sinú-golfo de Morrosquillo (incluyendo archipiélago de San Bernardo). Se han caracterizado las dinámicas socieconómicas y culturales, se han priorizado los problemas y se ha realizado la evaluación de la estructura institucional de manejo vigente para las UACO de: Caribe Insular (San Andrés, providencia y Santa Catalina) y río Sinú-golfo de Morrosquillo (incluyendo archipiélago de San Bernardo). Se han caracterizado los ecosistemas marinos y costeros, las dinámicas socieconómicas y culturales, se han priorizado los problemas y se ha realizado la evaluación de la estructura institucional de manejo vigente para la UMI de Guapi-Iscuandé, que es insumo para la UACO de la Llanura Aluvial del Sur.
	Desarrollar proyectos piloto de manejo integrado de zonas costeras en el àmbito local y regional como apoyo a los planes de ordenamiento territorial.	Obtener experiencia tangible, en el corto plazo, para àreas geogràficas claramente delimitadas, sobre arreglos institucionales, mecanismos de coordinación y participación para manejar integralmente las zonas costeras.	MAVDT, CAR's, INVEMAR, IIAP, DIMAR, Entes territoriales, ONG's y comunidades locales	Se han obtenido experiencias tangibles en la UACO Caribe Insular (San Andrés, providencia y Santa Catalina), la UACO río Sinú-golfo de Morrosquillo (incluyendo archipiélago de San Bernardo) y la UMI de Guapi-Iscuandé. Se destaca el proceso llevado a cabo en esta última, el cual ha logrado avanzar hacia la conformación del Comité Local de Manejo Integrado de Zonas Costeras para la coordinación y participación de todos los actores involucrados en aras de manejar integralmente la zona.
2	Definir e integrar criterios, prioridades y compromisos de acción para la gestión ambiental sectorial y el uso sostenible de los ecosistemas y recursos marinos y costeros	Incorporar criterios ambientales en el desarrollo de la infraestructura costera y el crecimiento de los sectores dinamizadores de la economía, así como identificar e instrumentalizar las soluciones a los conflictos intersectoriales prioritarios por el uso y acceso a los ecosistemas y recursos marinos y costeros, con el fin de armonizar el desarrollo socioeconómico con la conservación y restauración de los ecosistemas y recursos marinos y costeros.	Todos los Ministerios, DNP	Hasta la fecha no se conoce resultado alguno
	Proponer e implementar soluciones a conflictos	Establecer compromisos de acción por sector-Subprogramas	Todos los Ministerios, DNP	Hasta la fecha no se conoce resultado alguno

	Establecer programas para recuperar, rehailitar y /o restaurar ecosistemas marinos y costeros, e incorporarlos como áreas de manejo especial dentro de los procesos de ordenamiento territorial.	Formular, concertar y operar programas de recuperación, rehabilitación y/o restauración de ecosistemas estratégicos de particular importancia para el desarrollo nacional.	MAVDT, COLCIENCIAS, CAR?s y de Desarrollo Sostenible, IIAP, INVEMAR, ONG´s y DIMAR.	Se ha formulado, concertado y en operación el programa de rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta como ecosistema estratégico y vitalv para el desarrollo nacional.
3	Diseñar y desarrollar programs de conservación de ecosistemas costeros y marinos y especies amenazadas y/o en vía de extinción, para asegurar suu sostenibilidad.	Establecer a escala nacinal y regional, como parte del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas - SINANP- el Subsistema de Areas Marinas Protegidas - AMP's.	MAVDT, las CAR's y de Desarrollo Sostenible, la UAESPNN, el IIAP, ONG´s, INVEMAR, DIMAR y comunidades etnias.	Se ha avanzado en la formulación de un proyecto de investigación entre INVEMAR, UAESPNN y el IIAP encaminado a establecer a escala nacional y regional el susbsistema de Areas Marinas Protegidas. En el mismo sentido se ha capacitado personal de INVEMAR en el tema y el INVEMAR viene trabajando en los criterios a tener en cuenta para el establecimiento de dicho subsistema.
		Identificar las especies marinas prioritarias y diseñar y poner en marcha Programas para su conservación.	MAVDT, las CAR's, la UAESPNN, INVEMAR, las ONG´s, ACOPAZOA y la Red de Jardines Botánicos y comunidades etnias.	Se han identificado especies marinas prioritarias para su conservación, se han publicado los libros rojos de peces y pastos marinos de acuerdo con las categorías de la IUCN.
4	Implementar medidas efectivas para la prevencidón, reducción y control de la contaminación del medio marino y costero, procedente de fuentes terrestres que garanticen su productividad y protejan la salud humana.	Formular, concertar, divulgar e iniciar la implementación, del Programa Nacional para la Prevención, Reducción, Control y Evaluación de fuentes terrestres y marinas de contaminación.	MAVDT, CAR's, INVEMAR y DIMAR	Se ha avanzado en la formulación y concertación del Programa Nacional para la prevención, reducción, control y evaluación de fuentes terrestres y marinas de contaminación.
	Adpotar e implementar el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en lo relacionado con la prevención y reducción de riesgos en los espacios oceánicos y las zonas costeras.	Diseñar y establecer los instrumentos que permitan prevenir y minimizar los efectos negativos de los reisgos por desastres naturales e inducidos por los usuarios costeros.	Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, MAVDT, DIMAR y entidades SINA.	Se avanzó en la identificación de zonas marinas y costeras de alto riesgo y catalogadas como críticas, las cuales deben ser incorporadas dentro de los insturmentos de prevención y minimización de los efectos negativos por causa del ascenso repentino en el nivel del mar y por ende sus efectos principales: inundación e intrusión salina. Hay avances también en la formulación del CONPES 3146 de atención a desastres donde se incluye tangencialmente el tema de las zonas costeras.

* Son los resultados que han sido dados a conocer en diferentes ámbitos, es probable que no se encuentren todos por falta de acceso a la información pertinente.
Siglas utilizadas en la tabla: **UACO** = Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas; **UMI**= Unidad de Manejo Integrado; **MAVDT**= Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; **IIAP**= Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico; **INVEMAR**= Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras; **CCO**=Comisión Colombiana del Océano; **IDEAM**= Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales;

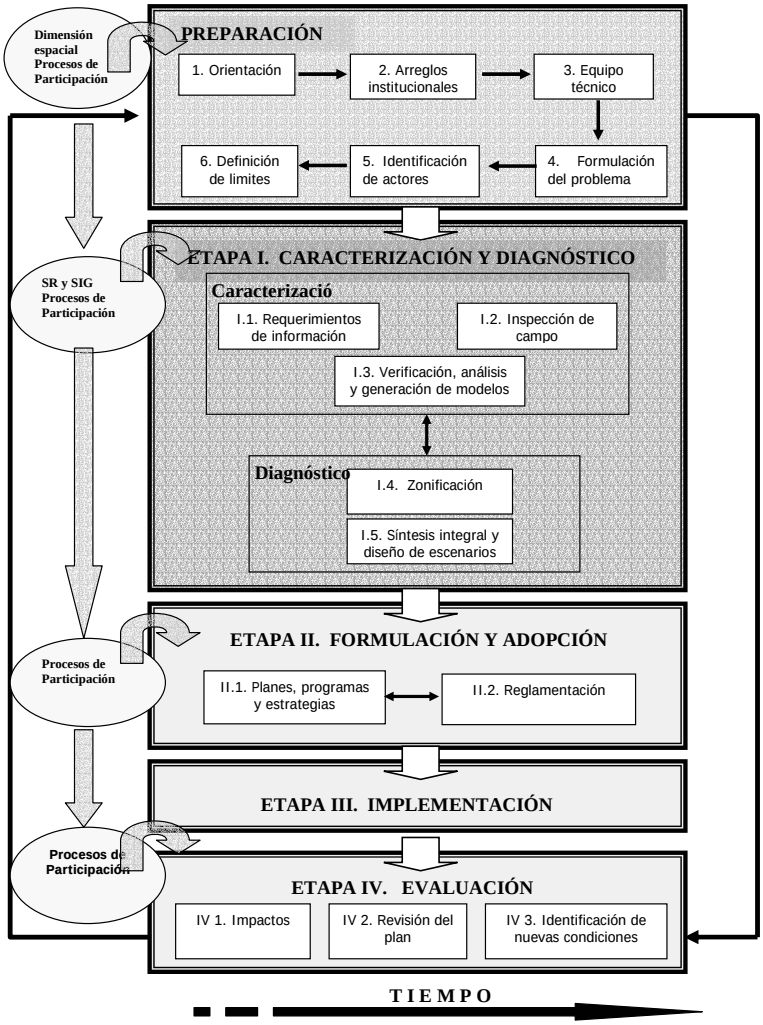

Figura 105. Metodología MIZC adoptada para Colombia -COLMIZC-

La etapa de caracterización y diagnóstico es la que ha permitido colectar hasta el momento información sobre el estado y los cambios ocurridos en los ecosistemas marinos y costeros. En esta etapa se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Requerimientos de información. Definición del listado de requerimientos de información bajo la visión sistémica y holística del territorio. Definición de mecanismos para recolectar la información existente (secundaria) y de la que es necesario obtener de primera mano (primaria). Elaboración de inventarios bibliográficos y estado inicial de los ecosistemas.
- Inspección de campo. Se hace con una salida de reconocimiento en campo y con una salida detallada en la cual se lleva a cabo un muestreo descriptivo estratificado. Se desarrollan talleres de discusión interdisciplinaria y participación de actores locales (co-investigadores) en salidas y talleres.
- Verificación y análisis de modelos. Reinterpretación de la información obtenida en campo e incorporación a sistemas de información geográficos y bases de datos. Definición de unidades ambientales homogéneas (unidades de paisaje). Generación de modelos o resultados en mapas temáticos.
- Zonificación ecológica. Mapeo de las unidades de paisaje que permiten visualizar el estado actual de los ecosistemas marinos y costeros ubicados en una geoforma específica y que tienen el impacto de una actividad humana determinada.
- Síntesis integral. Conocimiento, análisis y evaluación de la realidad actual respecto al manejo, su proceso evolutivo y la incidencia sobre el medio natural, el hombre y sus actividades. Combinación de metodologías (análisis multicriterios, árbol de decisiones, matrices, análisis de cadena causal, entre otros). Formulación de escenarios. Identificación, clasificación, priorización y jerarquización de problemas.
- Diseño de escenarios. Escenarios tendenciales sobre la evolución de sus principales variables (por ejemplo desarrollo económico continuo, con crecimiento débil, con crecimiento sostenido). Escenarios alternativos basándose en una hipótesis evolutiva del área de estudio.

A partir del uso de la metodología COLMIZC y en especial de la etapa "Caracterización y Diagnóstico" descrita anteriormente, se han podido obtener resultados sobre el estado de los ecosistemas marinos y costeros presentes en las unidades de manejo establecidas por la PNAOCI.

En el siguiente aparte *"estado de los ecosistemas y sus recursos marinos y costeros en las áreas geográficas donde se han llevado a cabo ejercicios prácticos de manejo costero*", se presentan 4 experiencias que muestran progresivamente la caracterización y diagnóstico ambiental de un área (Unidad Ambiental Costera del Darién), la aproximación con información biológica y sociológica al estado actual de algunos hábitat que trascienden hacia el diseño de áreas marinas protegidas (Reserva de Biosfera Seaflower), el trabajo interdisciplinario e interinstitucional que ha conducido a la zonificación y diseño de estrategias prácticas de manejo (Unidad de Manejo

Integrado Guapi-Iscuandé y Modelo de Desarrollo Sostenible para el Área Marina Protegida de Rosario y San Bernardo).

12.4 Estado de los ecosistemas y sus recursos marinos y costeros en las áreas geográficas donde se han llevado a cabo ejercicios prácticos de manejo costero

12.4.1 Caracterización y Diagnóstico de la Unidad Ambiental Costera (UAC) Darién: Un avance en el conocimiento del estado actual de los ecosistemas y recursos presentes en el área

La Unidad Ambiental Costera del Darién -UAC-Darién-, se encuentra delimitada por el extremo norte del municipio de Arboletes en límite con el departamento de Córdoba, en el sitio denominado Punta del Rey (8º53´18.1" N 76º25´07,7" W) hasta cabo Tiburón (8 40´50.9 N y 77 22´26.3" W). Incluye la zona costera de los municipios de Arboletes, San Juan de Urabá, Necoclí y Turbo en el departamento de Antioquia, y la de los municipios de Unguía y Acandí en el departamento del Chocó. Se encuentra localizada en la zona de circulación ecuatorial marítima, influida a lo largo del año en forma alterna por el mar Caribe y las cuencas hidrográficas de los ríos León y Atrato. Presenta de 3 tipos de clima: a) clima húmedo B1 (zona norte), b) clima húmedo B4 (zona centro) y c) clima superhúmedo A (noreste del río León), de acuerdo con la clasificación climática de C.W. Thornthwaite (INVEMAR-CNRS-GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA-CORPOURABÁ-DIMAR, 2003).

En cuanto al estado actual del componente abiótico de la UAC-Darién se destaca (INVEMAR-CNRS-GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA-CORPOURABÁ-DIMAR, 2003):

- Un esquema general de penetración de las aguas al golfo por el Oeste y una salida por el Este tanto en las aguas superficiales como en aguas del fondo. Aparece un gradiente horizontal con las aguas más calientes (28.25 °C) alrededor de las bocas del río Atrato y bahía Colombia (28.10 °C) y las aguas del golfo exterior muestran temperaturas menos elevadas con un mínimo bien marcado en su entrada Oeste (27.65 °C). Una asimetría Oeste – Este, se establece desde la profundidad de 10 metros y muestra las aguas más frías entrando en el golfo por el Oeste y las más calientes, proviniendo del río Atrato, saliendo por el lado Este (datos del Crucero Oceanográfico Urabá enero de 2003) (Figura 106). Si bien se cuenta con información de temperatura y salinidad, hace falta mejorar el conocimiento del esquema de turbidez y corrientes para entender mejor la dinámica marina del área.

- Las aguas de superficie son dulces y poli-halinas y muestran salinidades que varían desde 2 ‰ hasta 26 ‰ con un fuerte gradiente horizontal desde la parte interna del golfo hasta el exterior. A la profundidad de 10 m un mismo gradiente se encuentra pero con aguas mixo-halinas y euri-halinas cuyas salinidades varían desde 32.5 ‰ hasta 35.3 ‰. Desde la profundidad de 15 m las aguas son euri-halinas y muestran un gradiente oeste – este del orden de 0.5 ‰ (Figura 107).

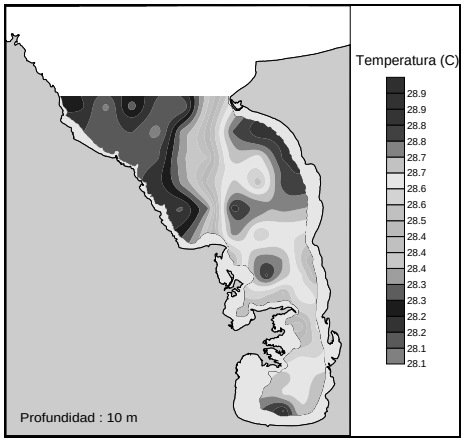

Figura 106. Temperatura del agua medida a la profundidad de 10 m en el golfo de Urabá (1-3 de febrero de 2003). Se nota un gradiente horizontal N-S y una asimetría W-E.

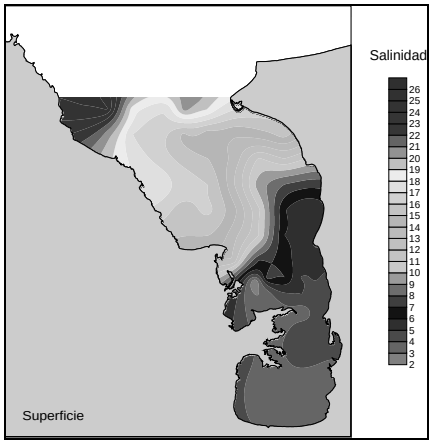

Figura 107. Salinidad del agua medida en superficie en el golfo de Urabá (1-3 de febrero de 2003). Se nota un gradiente horizontal N-S y una penetración de las aguas saladas por el oeste.

- La dirección de llegada principal del oleaje se establece entre 315 y 75º tanto en estación seca como en húmeda.

- Las mareas no alcanzan un rango superior a los 0.5 m, pero los efectos del viento y mareas pueden causar niveles mayores a 0.5 m.. La marea puede considerarse que no genera influencia sobre la dinámica del golfo.

- La escorrentía del río Atrato domina los aportes hídricos con caudales promedio multianuales de 2.372 m3.s-1, (estación de Bellavista).

- Los aportes sólidos acumulados de los ríos costeros son de 1.8 106.t.año-1, de estos el Atrato contribuye con 1.1 107.t.año-1. La alta carga de sólidos se debe a la erosión de las cuencas y propicia sedimentación en el golfo de hasta 10 m en 50 años, localmente.

- Los fondos del golfo están esencialmente compuestos por sedimentos de la clase granulométrica de las arcillas. La presencia del río Atrato sobre el costado occidental crea una dinámica sedimentaria que propicia aumento en el tamaño de las partículas (medianas de 140 hasta 150 μm) en las bocas más activas.

- Con relación a la calidad ambiental, los principales problemas con respecto a la contaminación marina en el golfo de Urabá son derivados de los procesos mineros, el vertimiento de residuos orgánicos y de residuos sólidos, la actividad portuaria y los residuos agroquímicos.

- La entrada de aguas continentales sobre el golfo, hace que exista una zona muy evidente en donde las aguas estuarinas se diferencian de las marinas. Los nutrientes inorgánicos ingresan en proporciones importantes al sistema, así como los sólidos suspendidos debido a las escorrentías desde las zonas de cultivos de banano, que utilizan fertilizantes químicos. Las áreas de mayor impacto son las desembocaduras de los ríos, como el León y Turbo.

- Geológicamente la cuenca de Urabá se sitúa en la región occidental del Serranía del Abibe y en el bloque del Chocó. Geomorfológicamente el golfo es dominado por un paisaje de bajas colinas, deltas, gamas y acantilados. Sus bordes principalmente están constituidos por rocas sedimentarias dobladas, cuyas cumbres no sobrepasan las 500 m. Sobre el lado occidental del Golfo, una secuencia de rocas de composición volcánico- sedimentario e intrusivo dan lugar a un litoral rocoso a veces formando acantilados. La geología estructural es el resultado de movimientos de la corteza por interacción de las placas en que está dividida. Un rasgo tectónico importante de la región es el diapirismo de lodo.

En cuanto al estado actual del componente biótico de la UAC-Darién se puede mencionar (INVEMAR-CNRS-GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA-CORPOURABÁ-DIMAR-, 2003):

- La UAC-Darién tiene un área aproximada de 554144,17 ha, el mayor porcentaje de superficie (más del 90%) lo ocupan los fondos sedimentarios presentes en el golfo de Urabá. Seguidos del ecosistema de manglar y bosques de transición que se localiza desde la zona supramareal (borde costero del golfo de Urabá) hacia las zonas terrestres. Este ecosistema presenta una amplia extensión a través de toda la zona costera, debido al número de ríos que desembocan en el golfo de Urabá, conformando sistemas humedales, pantanos, y ciénagas las cuales ocupan el 0.77% del área. Estos sistemas naturales alcanzan su mayor desarrollo en las bocas del Atrato, bahía Colombia, y hacia el norte del Urabá antioqueño principalmente (0,5% del área corresponde a manglar). Anterior a estas zonas de transición, se localizan las playas y el litoral rocoso, ambos presentan longitudes representativas en el norte del Chocó. El litoral rocoso: se localiza en la parte noroccidental, donde los acantilados se prolongan en el mar hasta 15-30 m de profundidad. Las playas arenosas se clasifican en dos tipos de bahía o ensenada y longitudinales externas. Las primeras se localizan en Zapsurro y Capurganá y en Turbo y Necoclí; las segundas son más extensas e importantes como zonas de anidamiento de la tortuga caná (*Dermochelis coriacea*); estas se encuentran en la Playona y Tribugá (Urabá Chocoano).

- Los demás ecosistemas marinos presentes en la unidad ambiental costera, ocupan porcentajes que representan menos del 5 % de la superficie de la UAC. Los pastos marinos en el área de estudio ocupan un área de 94 ha, localizadas entre las bahías de Zapsurro y Triganá. Las formaciones coralinas se presentan e incrementa en el sentido SW-NW, Las estructuras arrecifales se encuentran en inmediaciones de las ensenadas de Capurganá y Zapsurro. No obstante la importancia de estos ecosistemas va más allá de su distribución y tamaño, mostrando relevancia tanto dentro de la unidad en el contexto ecológico, como en el nivel local por la cantidad de servicios ambiental y papel socio-cultural que representan. En la Figura 108 se puede apreciar la localización de algunos de los ecosistemas presentes en el área.

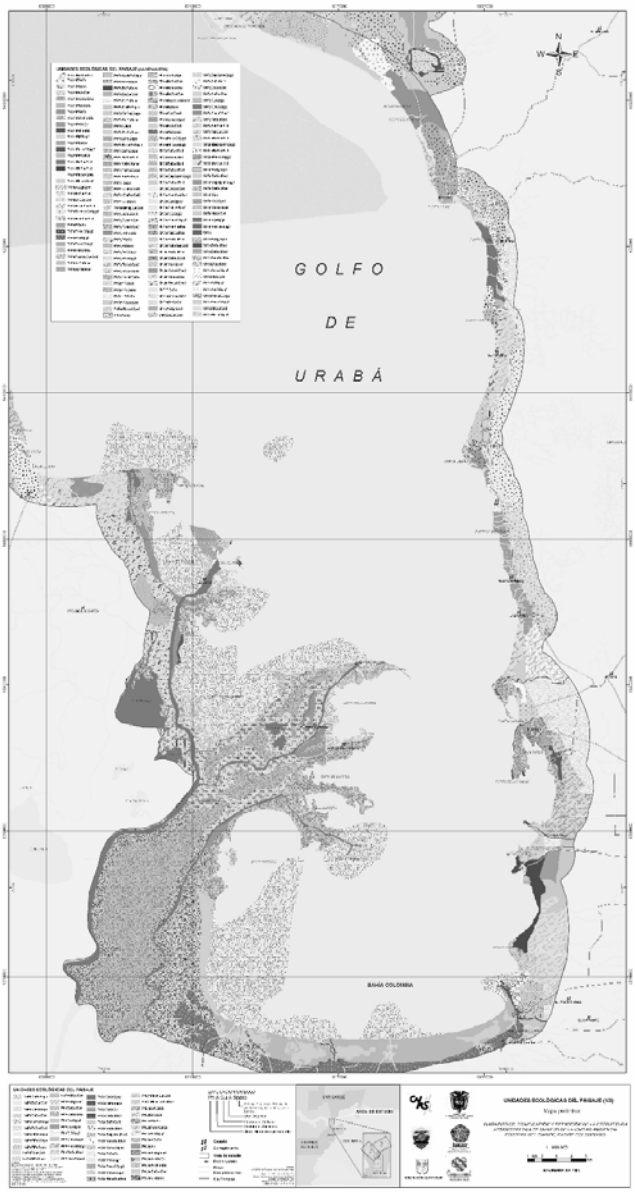

Figura 108. Algunos ecosistemas presentes en la UAC Darien.

- Los bosques tropicales se distribuyen en la UAC a manera de parches, que difieren en tamaños y localización en la zona costera. En el complejo costero se han identificado humedales compuestos por las distintas coberturas vegetales de manglares, cativales, panganales, arracachales y helechales que representan el 50.23% del área total de la subzona de transición y la subzona terrestre de la UAC-Darién. Los bosques de franja se presentan a lo largo de los límites de costas protegidas e islas y son periódicamente inundados por las mareas. Estos lugares son sensibles a la erosión y a la contaminación marina al estar expuestos a la influencia del oleaje y a la actividad mareal.

- Los cativales son una asociación vegetal en la que predominan algunas especies de alto valor comercial caracterizada por un estrato arbóreo con individuos que alcanzan los 30 m de altura en los que sobresalen *Prioria copaifera, Pterocarpus officinalis* y *Pentaclethra macroloba*. En el segundo estrato se encuentran especies que alcanzan los 22 m de altura de *Peltogyne sp., Rinorea passourra, Astronium graveolens, Mora oleifolia, Carapa guianensis, Astrocaryum stendleyanum y Tabebuia rosea*.

- El manglar con su especie más representativa *Rhizophora mangle* (mangle rojo) es el colonizador hacia el mar, ocupando las franjas que están en contacto directo con el agua de mar (sobre la ubicación y el estado del manglar se ha hablado en capítulos anteriores, por lo que no se entra en detalle en este punto), seguido por *Acrostichum aureum* (helechal o ranconcha).

- El panganal se presenta en las márgenes del río Atrato con la palma *Raphia taedigera*, la cual va disminuyendo su asociación vegetal a medida que el terreno se vuelve mas firme siendo en estas casos desplazados por *Euterpe olaracea* (naidi), *Prioria copaifera* (cativo) y *Pterocarpus officinalis* (bambudo). El manglar - panganal ocupa las posiciones internas de la costa, influenciadas por las aguas dulces del río Atrato, y conformado por árboles maduros de *Rhizophora mangle* mezclados en la porción acuática con *Eichornia crassipes* (buchón de agua), *Pistia stratiotis* (lechuga de agua) y abundante cantidad de palmas con pocas especies de latifoliadas.

- Los helechales constituidos por el helecho *Acrostichum aureum*, forman franjas densas de dos metros de altura, en sitios más elevados, secos y salinos que no permiten el establecimiento de otras especies. Asociados a estas especies se encuentran las latifoliadas que se distribuyen en 1377.5 ha, las cuales se han estableciendo a medida que las condiciones de inundación disminuyen hacia el interior del continente, encontrando en primeros lugares *Shymphonia globulifera* (tometo), *Cecropia sp* (yarumo), *Pachira aquiatica* (salero), *Guarea aligera* (cedro macho), *Pterocarpus oficinalis* (bambudo), *Tabebuia rosea* (roble), *Triathen ulei* (sangre gallo), mezclados con algunas palma *Euterpe olereacea* (naidi) y *Raphia taedigera* (pangana).

- Las principales especies de pastos naturales son: *Colosuana, Yaribe* y *Gramas*. Entre los pastos manejados se destacan las especies: *Angleton, Climacuna, Brachiaria* y *Guinea* entre otros. (10) Rastrojos altos están conformados por especies como *Ochroma pyramidales* (balso), *Cochlospermun c.f. vitifolium* (algodoncillo) y *Cecropia* spp (guarumos o yarumos), entre otras. La cobertura de rastrojos bajos, es rotada con potreros y cultivos, con el fin de dejar descansar la tierra y permitir el reciclaje de nutrientes.

Los problemas ambientales más representativos y que están afectando los ambientes marinos y costeros presentes son la deforestación, la sabanización, el incremento de conflictos entre el uso que se hace de los ecosistemas y la aptitud real de uso y el deteriorio del recurso hídrico. Dos procesos han influido en la deforestación: la actividad de extracción de maderas y la destrucción de bosque para ampliar la frontera agropecuaria. Un análisis regional muestra pérdidas de cobertura vegetal en promedio de un 30.796 hectáreas anuales para el período 1988-1991, con un incremento a 39.000 hectáreas anuales para el período 1991-1993. Si esta tendencia generalizada de deforestación continúa en la región, no se garantizan en el corto plazo la existencia de bosques en algunos municipios de la jurisdicción viéndose seriamente afectadas las áreas de nacimiento y recarga de acuíferos (Corpourabá, 2002).

El uso intensivo de agroquímicos en las plantaciones de exportación y en las explotaciones ganaderas, constituye otra amenaza a la salud de las comunidades vegetales y animales del golfo de Urabá (tanto las terrestres como las acuáticas). Los asentamientos urbanos crecen aceleradamente, principalmente en la zona centro, produciéndose mayores cargas orgánicas cuyos depositarios son los cuerpos de agua al no contarse con sistemas de tratamiento de aguas residuales. El golfo de Urabá, por su carácter de receptor de aguas, solutos y sedimentos de un territorio que ve transformar progresivamente la dinámica de sus paisajes, presenta un proceso de modificación notable en los aportes hídricos de agua dulce. El principal proceso de modificación corresponde al delta del río Atrato, que avanza aislando significativamente la dinámica local de la bahía Colombia (Corpourabá, 2002). La situación de la línea de costa presenta procesos de erosión de las playas, y asociado a ella destrucción de estructuras e instalaciones ribereñas con perjuicios para el turismo y otras actividades.

12.4.2 Aproximación al estado actual de algunos hábitat de la Reserva de Biosfera Seaflower: Un avance hacia la protección del patrimonio submarino del Gran Caribe

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina esta situado al occidente de la llamada "Región del Gran Caribe", a unos 800 km de la costa colombiana (desde Cartagena de Indias) y 150 km de la costa nicaragüense. Está conformado por tres islas mayores y un grupo de islas menores, atolones y bancos coralinos. Por su extensión de 300.000 km2 aproximadamente, ocupa alrededor del 10% del área total del Caribe colombiano; allí se encuentra, además de la segunda barrera arrecifal más extensa del mar Caribe, uno de los sistemas marino-costeros más productivos del océano Atlántico y del país (Díaz et al., 1996).

El 10 de noviembre de 2000, el Consejo Internacional de Coordinación del Man and Biosphere de UNESCO declaró el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como Reserva de Biosfera Seaflower con un plan de trabajo basado en el Manejo Integrado de Zonas Costeras. Seaflower comprende una de las áreas más alta en biodiversidad y endemismo del Caribe (Roberts, et al. 2002 En: Friedlander, et al. 2003) extensos y variados ecosistemas representativos de la región, entre los que se destacan arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares y bosque tropical de transición. Los hay desde casi prístinos hasta altamente deteriorados (Sierra-Correa y Vides, 2003).

La Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible para el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) actualmente se encuentra desarrollando un sistema regional de áreas marinas protegidas, por su condición predominantemente marina incluyendo zonas que van desde intangibles hasta de múltiples usos. La primera fase de este proceso está centrada en Providencia y Santa Catalina (Friedlander, et al. 2003). El complejo arrecifal de esta área es único dada su posición circundante alrededor de la única isla volcánica emergida en el Caribe (Geister, 1992).

Para tal efecto se llevó a cabo el estudio del estado actual de las características bénticas, la estructura y características del ensamblaje de peces, que condujo a definir tipos de hábitat que incluyan la diversidad de especies, como enfoque para el diseño de reservas marinas. Así mismo, se tuvo en consideración el conocimiento de los usuarios y pobladores locales, quienes con su conocimiento del estado actual de hábitat presentes aportaron información crucial para identificar propiedades biológicas y socioeconómicas (Friedlander, et al. 2003).

Se destacan como resultados sobre el estado actual de los ambientes marinos y costeros la actualización de datos sobre el área total de algunos hábitat presentes y las alternativas de protección planteadas que incluyen como premisa importante que al menos entre el 38 y el 41% (mayor al 60% sería potencialmente más apropiado) del hábitat se encuentre en áreas intangibles para garantizar la efectividad de la red de reservas marinas (Tabla 20) (Friedlander, et al. 2003).

Tabla 20. Área total por tipos de hábitat para Providencia y Santa Catalina, incluyendo las alternativas propuestas por científicos y actores locales para zonas intangibles (adaptado de Friedlander, et al. 2003).

Tipo de Hábitat	**Área total (ha)**	**Alternativa1 (propuesta por los actores locales)**		**Alternativa 2 (propuesta por los actores locales)**		**Alternativa 3 (propuesta por los científicos)**		**Alternativa 4 (propuesta por los científicos)**		**Alternativa 5 (propuesta por los científicos)**	
		ha	**%***	**ha**	**%***	**ha**	**%***	**Ha**	**%***	**Ha**	**%***
Manglares	43,7	43,7	100	43,7	100	38,2	87	36,1	83	43,7	100
Gorgonáceos	396,8	107,1	27	242,1	61	303,3	76	178,4	45	178,6	45
Pastos marinos profundos	474,1	290,8	61	290,8	61	320,3	68	155,1	33	163,6	35
Pastos marinos someros	1128,4	1093,6	97	1093,6	97	824,2	73	681,3	60	886,0	79
Cresta arrecifal	2638,1	1941,7	74	2052,8	78	886,2	34	1110,8	42	1002,8	38
Parches arrecifales	1089,6	281,2	26	323,3	30	437,6	40	390,8	36	337,8	31
Talud de Sotavento	1992,2	447,4	22	470,1	24	1010,7	51	834,9	42	750,3	38
Arrecife frontal ("Forereef")	3792,8	314,1	8	325,3	9	1533,9	40	1400,2	37	1354,6	36
Otros	15860,7	2761,0	17	4047,0	26	5981,0	38	5762,5	36	6131,6	39
Total	27416,4	7280,6	27	8888,7	32	11335,4	41	10550,1	38	10849,0	40

*El porcentaje indica la cantidad de cada hábitat que se incluiría dentro de la propuesta de zonas intangibles dentro de las áreas marinas protegidas para Providencia y Santa Catalina. Sombreados se encuentran los porcentajes iguales o superiores a 38%, establecido como límite mínimo deseable en áreas intangibles.

Para ampliar la información que se presenta en este punto, se puede consultar el artículo *"Designing effective marine protected areas in Seaflover biosphere reserve, Colombia, based on biological and sociological information*" publicado por Friedlander y colaboradores en la revista Conservation Biology de diciembre de 2003. También se puede visitar la entidad encargada del manejo ambiental (CORALINA) donde se posee información complementaria.

12.4.3 La zonificación ambiental de la Unidad de Manejo Integrado (UMI) Guapi-Iscuandé: Una estrategia para la conservación y mejoramiento del estado actual de los ecosistemas y recursos presentes en el área.

La UMI Guapi-Iscuandé, tiene un área de 2.485 km² y se localiza hacia el sur occidente de Colombia, en la zona costera de los departamentos de Cauca y Nariño, en el Pacífico colombiano, entre los 2°26'36,7" y 3°4'40,08" latitud Norte y los 77°45'45,2" y 78°15'0.72" longitud Oeste (INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO, IIAP, 2003). Está surcada por los ríos Guapi, Iscuandé y Tapaje que nacen en la cordillera Occidental y que en sus desembocaduras crean una amplia red de esteros, fuertemente influenciados por la acción de las mareas, que puede alcanzar los 50 km desde la línea de costa hacia tierra adentro, represando el agua de los ríos (Palacios y Pinto, 1992).

La UMI Guapi-Iscuandé, comprende las tres subzonas, que para la definición de zona costera han sido establecidas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la PNAOCI (MMA, 2001): 1) Subzona marítimo-costera o franja de mar afuera: comprendida entre la línea de marea baja promedio y el margen externo de la plataforma continental, el cual se encuentra localizado a 55 km de distancia mar adentro, justamente detrás del borde más externo de la isla Gorgona; 2) Subzona de bajamar o franja de transición: corresponde a la banda comprendida entre la línea de marea baja promedio y la línea de marea alta promedio. El ancho de esta subzona esta básicamente condicionada por el rango de amplitud mareal que es de 3,7 m en promedio; 3) Subzona terrestre-costera o franja de tierra adentro: corresponde a la banda comprendida desde la línea de marea alta promedio, hasta una línea paralela localizada tierra adentro, la cual fue trazada tomando como puntos de enclave, la quebrada Temuey a 40 km aproximadamente de la cabecera municipal de Guapi y quebrada Baltazar ubicada aproximadamente tres kilómetros desde la cabecera municipal de Santa Bárbara de Iscuandé, incluyendo los bosques de transición.

De acuerdo con el marco metodológico (Alonso et al. 2003), para realizar la zonificación se tuvo en cuenta la problemática actual del área, la definición de criterios, su aplicación y análisis integral; la definición de categorías de manejo y la ubicación de la información en mapas.

Los problemas en orden de prioridad presentes en la UMI-Guapi-Iscuandé son (INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO e IIAP, 2003): 1) Insuficiencia de información básica para establecer el estado actual de los ecosistemas y los recursos presentes en la UMI Guapi-Iscuandé; 2) Baja capacidad de gestión institucional que se refleja en la escasa coordinación entre las instituciones y sus instrumentos de acción sobre el territorio tales como: planes, programas y políticas sectoriales (nacionales, regionales y locales); así como en la baja capacidad para tomar decisiones; 3) Modificación o destrucción del hábitat, por fragmentación y degradación de ecosistemas y desaparición de especies que conlleva a la pérdida de la biodiversidad; 4) Débil participación de la comunidad en los procesos de desarrollo comunitario; 5) Deficiencia en las condiciones de vida reflejada en la pérdida de la seguridad alimentaria, la tasa de mortalidad

infantil, la tasa de analfabetismo, la tasa de inasistencia escolar y la cobertura de servicios públicos y disposición final de desechos; 6) Baja capacidad productiva reflejada en las limitaciones en la infraestructura de transporte, limitado desarrollo del sector secundario y terciario y bajo acceso a créditos; 7) Pérdida de los valores culturales que conlleva a la pérdida del conocimiento tradicional; 8) Desconocimiento de la Ley 70 de 1993, por una deficiente divulgación e implementación de la misma.

Teniendo en cuenta que lo que pretende este documento es dar a conocer el estado de los ambientes marinos y costeros, se presentan a continuación el estado actual de la vegetación, la fauna y los ecosistemas, teniendo en cuenta los criterios diseñados y aplicados para el análisis del área (López, et al. 2003). Cada uno de estos criterios fue aplicado sobre cada una de las unidades ecológicas del paisaje identificadas:

Estado actual de la vegetación costera: Se determinó el estado actual de la vegetación en función de los siguientes parámetros: a) Densidad, entendida como el número de individuos por unidad de superficie; b) Altura como la longitud del promedio de los árboles; y c) Grado de regeneración, medido por la presencia de plántulas en desarrollo y la capacidad del bosque para producirlas. En la Figura 109 se puede observar el estado actual de la vegetación en la UMI-Guapi-Iscuandé.

Estado actual de la fauna: Se estableció teniendo en cuenta la presencia de especies vulnerables, entendidas estas como aquellas en las que se observó reducción poblacional, reducción del área de ocupación, pérdida de la calidad de hábitat o de número de sitios en donde se registra la especie, e intensidad del aprovechamiento del recurso (INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO e IIAP, 2003). En la Figura 110 se puede observar el estado actual de la fauna en la UMI-Guapi-Iscuandé.

Estado Actual de los Ecosistemas: Este criterio se definió de acuerdo con el estado de conservación o alteración en que se encuentran el suelo, el agua y la vegetación como recursos que constituyen los ecosistemas. Se tuvo en cuenta el grado de contaminación de las aguas y el estado de alteración de los suelos y la vegetación. En la Figura 111 se puede observar el estado actual de los ecosistemas en la UMI-Guapi-Iscuandé.

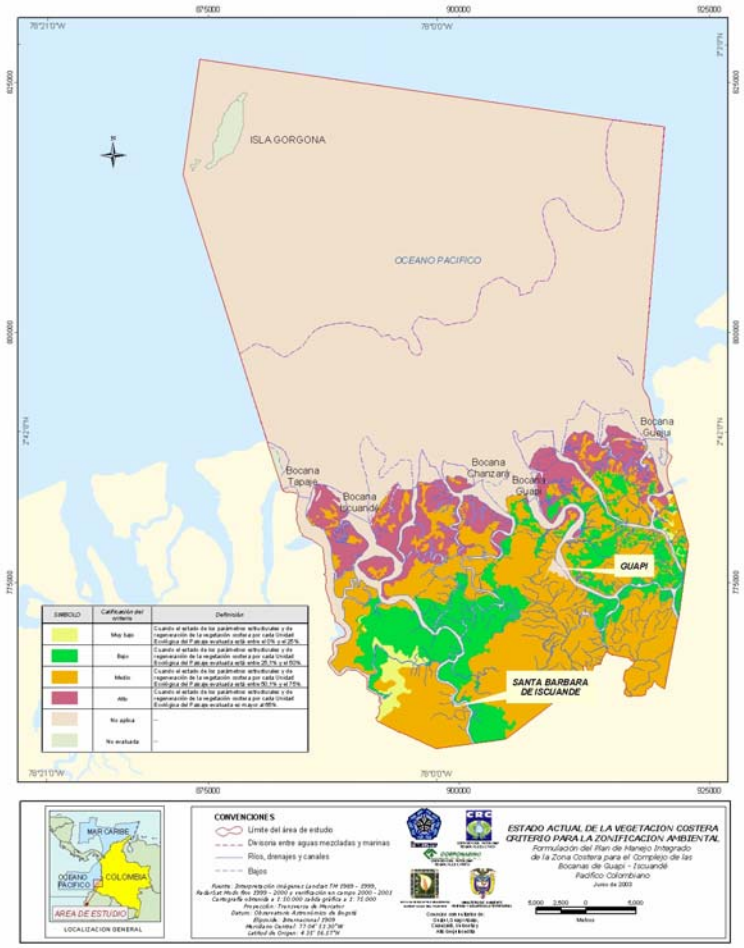

Figura 109. Estado actual de la vegetación en la UMI-Guapi-Iscuandé.

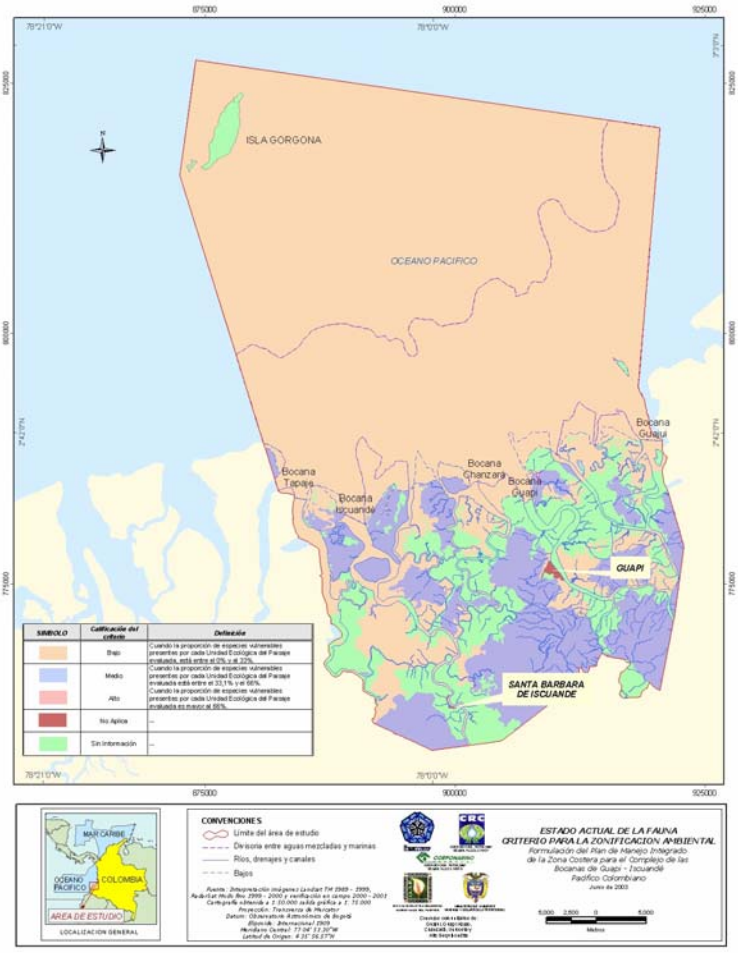

Figura 110. Estado actual de la fauna en la UMI-Guapi-Iscuandé.

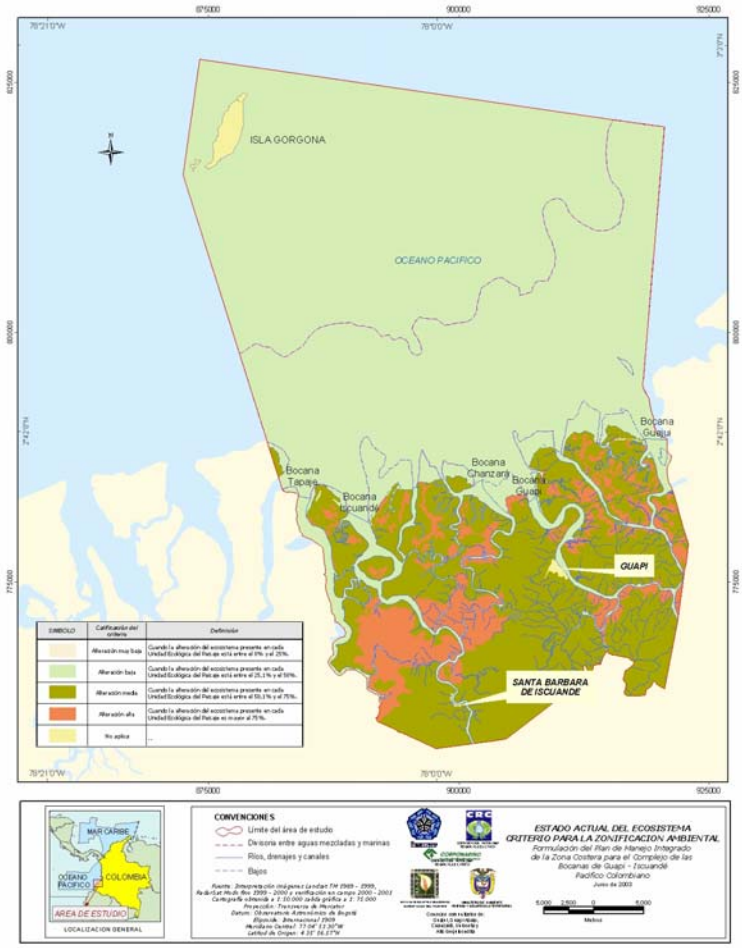

Figura 111. Estado actual de los ecosistemas en la UMI-Guapi-Iscuandé.

Las zonas de manejo que se tuvieron en cuenta en la zonificación fueron:

Zonas de Recuperación: Se consideran para recuperación, debido al alto estado de deterioro en la vegetación o en el ecosistema, presentan por lo general conflictos respecto a su uso actual (presencia de cultivos en áreas no aptas para estos) y ofrecen funciones de alta importancia, requiriendo de esta manera acciones para su mejoramiento. Además de los aspectos

geomorfológicos y de cobertura que caracterizan a las áreas de recuperación, en estas áreas se presentan especies de fauna en riesgo y riesgo crítico como *Lepidochelys olivacea* (tortuga canal), *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey), *Dermochelys coriacea* (tortuga caná); y especies de fauna vulnerable como: los mamíferos *Tayassu pecari* (zaino) y *Tamandua mexicana* (oso hormiguero), aves como *Bradypus varegatus* (perico blanco), moluscos como *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (piangua) y *Anadara grandis* (sangara) (Rodríguez, 1998; Ardila et al., 2002; Castaño-Mora, 2002 En: INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO, IIAP, 2003), alrededor de las cuales se hace necesario establecer medidas para su recuperación.

Zonas Protegidas: En esta categoría se ubican las unidades que actualmente hacen parte del Sistema de Parque Nacionales Naturales (PNN), correspondientes estas a la totalidad del PNN Gorgona (tanto las islas Gorgona y Gorgonilla como la parte marina del parque) y la zona de amortiguamiento del PNN Sanquianga, correspondiente a su límite norte en punta Bazán. Existe allí fauna vulnerable como la piangua y la sangara.

Zonas de Preservación: Después de aplicar los criterios de zonificación, se encontró como resultado que actualmente en la UMI Guapi-Iscuandé no se presentan área aptas para preservar, porque aunque en algunas unidades ecológicas del paisaje el estado del ecosistema o de la vegetación muestra poca alteración o presencia de fauna vulnerable, son áreas donde hay conflictos de uso y, por tanto, es necesario recuperarlas para que en un futuro puedan tener como fin la preservación de un determinado hábitat y/o especies.

Zonas de Uso Sostenible de los Recursos Naturales: La asignación de estas zonas de manejo, correspondió de forma general, a áreas donde actualmente se realiza extracción de recursos naturales y no se presentan conflictos del uso actual respecto a la aptitud de uso. En esta área se encuentran especies de peces y crustáceos de importancia comercial que en general no presentan riesgo. Sin embargo, sobre *Xiphopenaeus kroyeri* (camarón titi) y *Lithopenaeus occidentalis* (camarón blanco del Pacífico) se ha ejercido fuerte presión de pesca (INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO e IIAP, 2003), por lo cual aunque estén ubicadas en áreas donde se puede hacer aprovechamiento, es importante considerar medidas especiales para su manejo. Por otro lado, es importante resaltar que la mayor proporción de estas áreas se ubican en sitios donde no existe adjudicación de tierras a las comunidades locales.

Zonas de Producción Sostenible: Las áreas de producción sostenible, son áreas donde el uso actual es agrícola o agroforestal extractivo y la aptitud de uso de los suelos indica, que son aptos para este tipo de uso. Por esta razón se considera que estos sitios ubicados en terrazas bajas donde hay bosques de transición y/o cultivos, pueden comenzar ó seguir usándose con fines agrícolas, usando técnicas de aprovechamiento adecuadas. En cuanto a la representatividad por áreas de terrenos adjudicados a las comunidades locales, la mayor parte se ubican en terrenos colectivos.

Zonas de Desarrollo Urbano: Se consideraron como áreas de desarrollo urbano a las que en la actualidad son los centros poblados de las cabeceras municipales ubicados en terrazas bajas. Se caracterizan por presentar un alto grado de alteración del estado natural del ecosistema, baja oferta de funciones ambientales, propiedades de tipo privado y demanda social alta.

De acuerdo con los criterios mencionados anteriormente y otros tantos que tienen que ver con: función del ecosistema, propiedad de la tierra y sostenibilidad de las técnicas de aprovechamiento de los recursos naturales, entre otros; y la definición de zonas de recuperación, protección, preservación, producción sostenible y desarrollo urbano, se llevó a cabo la zonificación de la UMI-Guapi-Iscuandé, que pretende contribuir con la conservación y uso sostenible de los ambientes marinos y costeros presentes. En la Figura 112 se puede apreciar la zonificación del área. Para mayor información sobre la metodología, la zonificación y las medidas de manejo planteadas se puede consultar a Alonso et al. (2003) y López, et al. (2003).

12.4.4 El modelo de desarrollo sostenible del área marina protegida Corales del Rosario y San Bernardo: Estrategia de manejo para la conservación del ambiente marino para las generaciones futuras.

En abril de 2003 se inicio un proceso de planificación integral de una de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) de mayor trascendencia en el Caribe continental colombiano. Incluye los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo, el Parque Nacional Natural submarino adyacente Corales del Rosario y de San Bernardo, y su área de amortiguamiento. Esta actividad surge de la resolución 0456 que emitió el Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial. La resolución ordena la elaboración de un Modelo de Desarrollo Sostenible para los Archipiélagos, donde se adopten medidas que permitan la restauración, conservación, manejo y uso sostenible de los ecosistemas presentes en el área (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

De acuerdo con la resolución esta actividad se ha venido llevando a cabo entre la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales del MAVDT; la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique –CARDIQUE-; el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR-; El Distrito Turístico, Histórico y Cultural de Cartagena de Indias y el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena de Indias -EPAC-; todas bajo la coordinación de la Dirección de Ecosistemas del MAVDT. Esta actividad ha sido orientada a través de un proceso participativo y flexible en el marco del MIZC, como herramienta metodológica para la elaboración del Modelo de Desarrollo Sostenible para el AMP (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

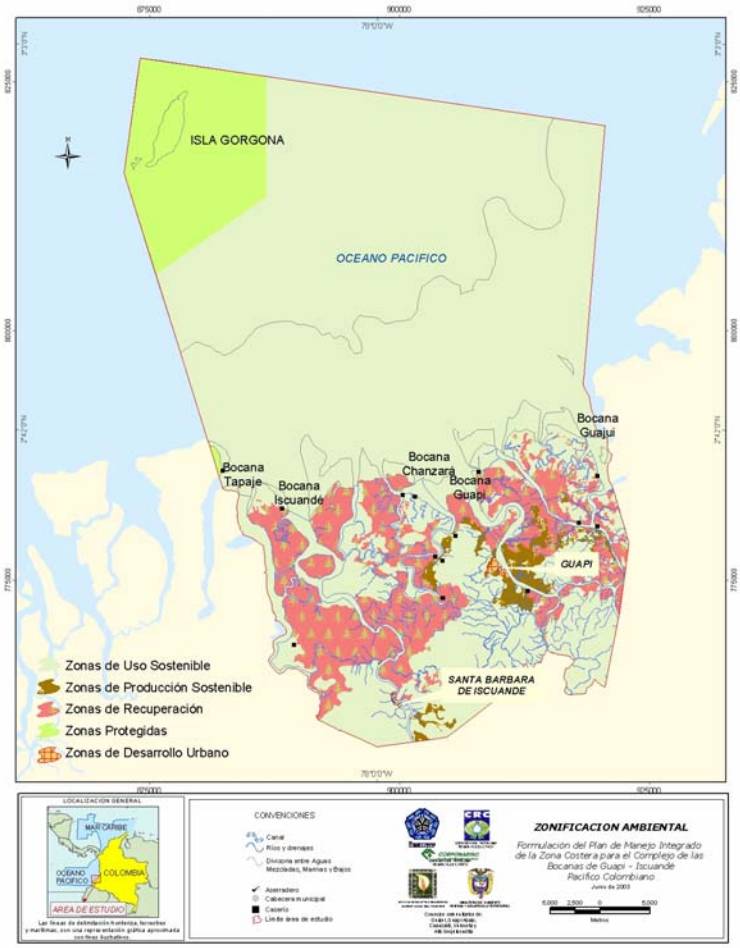

Figura 112. Zonificación de la UMI-Guapi-Iscuandé

A partir de un ejercicio de categorización se seleccionaron 17 criterios (siete bióticos, cuatro sociales, tres económicos y tres político administrativos) para orientar la delimitación del AMP. De acuerdo con estos criterios el AMP incluye los archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo, el parque submarino adyacente Corales del Rosario y de San Bernardo, la zona continental hasta el límite de los 2 Km (MMA, 2001); **al Norte**: Desde el punto 1 (75°45'36" longitud W y 10°28'18.8" latitud N), hasta el punto 2 (75°30'22" longitud W y 10°18'25.2" latitud N); **al Este**: el Área continental: El límite de los 2 km de distancia tierra adentro, cumpliendo siempre con los cuatro criterios que se mencionan en la PNAOCI. Se propone el límite desde la desembocadura del canal del Dique hacia el sur, dada la influencia de este sobre la parte marina. Área marina: El límite parte desde el punto 3, desembocadura de arroyo el Medio (75°37'12" longitud W y 9°41'56.4" latitud N), y continua al punto 4 (75°51'00" longitud W y 9°39'00" latitud N), hasta el punto 5 (76°09'04" longitud W y 9°20'13.2" latitud N), Se incluye toda la Isla Barú por el uso de sus playas como atractivo turístico y anidamiento de tortugas al igual que algunas ciénagas. Es importante incluir el Santuario de Fauna y Flora Mono Hernández y en general el ecosistema de manglar presente en el borde litoral por sus interconexiones con los arrecifes; **al Sur**: El límite parte desde el punto 5 hasta el punto 6 (76°22'30" longitud W y 9°33'7.2" latitud N) isobata de los 200m, incluyendo el complejo arrecifal isla Fuerte, bajo Bushnell y bajo Burbujas (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

El AMP constituye una vasta extensión marino – costera e insular en la que confluyen una variedad de ecosistemas representativos del Caribe y una gama de interacciones determinadas por la intervención antrópica, para el uso y aprovechamiento de los bienes y servicios provistos por los ecosistemas. Desde la ocupación precolombina del territorio de la actual AMP, la amplia oferta ambiental generada por los ecosistemas existentes (manglares, corales y praderas, entre otros), ha sido intervenida por la demanda social. Desde la recolección de moluscos y pesca como fuentes de alimentación local, hasta el abastecimiento de mercados externos de pesquerías e inserción en la economía de los servicios recreativos y turísticos a partir de los años 70 (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

De los ecosistemas del área las estructuras coralinas reciben gran valor por su papel funcional y estratégico que cumplen no solo en el área, sino en el ámbito nacional y del Gran Caribe. Así mismo se identificaron áreas valiosas debido a la presencia de interrelaciones entre ecosistemas dada su cercanía y posibles relaciones necesarias para mantener la conservación, recuperación y preservación del área. Entre ellas se destacan las áreas de manglar en los archipiélagos, que se encuentran contiguas a las estructuras coralinas y a su vez asociadas con praderas de fanerógamas, fondos blandos y en algunos casos litorales rocosos y playas. También se pudo identificar áreas críticas, debido al deterioro de sus ecosistemas y la disminución de los recursos.

En esta categoría se encuentran los bajos de pesca en ambos archipiélagos, algunas áreas de manglar y bajos coralinos, y hábitat críticos para la sobrevivencia de especies de importancia comercial, como el *Strombus gigas* (caracol pala) que prefiere las praderas de fanerógamas para pasar sus etapas tempranas.

Paralelo a esto se identificaron, los principales impactos sobre los ecosistemas y sus causas. Entre estos se desataca el deterioro de los ecosistemas y la disminución de sus recursos, y como causas inmediatas se encontró que las actividades de mayor impacto son: la construcción de edificaciones, obras civiles en la línea de costa y dragado y adecuación de canales, y la adecuación y construcción de senderos las cuales afectan todos los recursos ya sea por extracción, modificación de la línea de costa, alteración del hábitat, perdida de la cobertura ó cambio en los usos del suelo.

El grado de complejidad de las interacciones presentes entre componentes biótico y abiótico en el AMP, se agudiza al considerar su proximidad al complejo industrial, portuario, turístico y urbano de Cartagena. Se establecen fuertes relaciones funcionales que si bien han contribuido al crecimiento económico regional y nacional, también han causado impactos severos sobre los ecosistemas presentes en el área (sedimentación, pérdida de cobertura, reducción poblacional de especies por pérdida del hábitat y disminución en la calidad del agua, entre otras). Los impactos del complejo industrial, portuario, turístico y urbano de Cartagena, constituyen en sí mismos factores de riesgo para continuar generando bienes y servicios por parte de los ecosistemas adyacentes (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

Las modificaciones del medio ambiente costero por el hombre resultan de un proceso largo que empezó desde que el hombre se instaló en la franja costera. El fenómeno se aceleró en las últimas décadas por el aumento importante de asentamientos humanos en dicha zona. Estas acciones han tenido efectos muy significativos en los cambios de la morfología de la línea de costa, las actividades como construcción de puertos que alteran las condiciones batimétricas de la zona y afectan los ecosistemas que las protegen; la construcción de cabañas y otras obras de infraestructura propician la destrucción de zonas de pantanos de manglar, los cuales ya no pueden proteger la costa de la erosión.

La extracción de materiales para construcción, alteran el suministro de sedimentos a las playas y por lo tanto ocasionan el retroceso de éstas; la construcción de espolones sin estudios previos de la dinámica marina, que no hacen otra cosa que trasladar en forma consecutiva los procesos de erosión a lo largo de la costa y destruyen, además, el paisaje. La ubicación de viviendas en zonas muy cercanas al mar altera la dinámica de las playas pues actúan como un obstáculo en el transporte de sedimentos. Casos típicos de las situaciones mencionadas anteriormente se observan en Isla Barú, en inmediaciones de Punta San Bernardo y en algunas islas de los archipiélagos como Isla Grande, Isla Rosario e Isla Tintipán (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

La pesca con dinamita y el proceso de ganarle terreno al mar construyendo isla con cabezas de coral, (aterramiento), son prácticas que se dan actualmente en los archipiélagos del Rosario y San Bernardo. Gracias a esto se han deteriorado los arrecifes coralinos. La tala de manglar en las islas es más delicada porque tienen una extensión muy pequeña y se encuentran muy expuestas. El ejemplo más significativo se da en la isla Ceycén, donde la tala de manglar para usos domésticos, ha causado la apertura de otra boca de una de las lagunas internas, dividiendo la isla en dos (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

La Isla Boquerón antiguamente estaba cubierta por manglares, suelos poco compactados ricos en agua y materia orgánica y fueron rellenados con arena de playas de los alrededores para construir casas de recreo. Un mal afirmado del terreno, mala cimentación o una estructura demasiado pesada para su capacidad de carga, han provocado en este caso un basculamiento de la Isla (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

El diagnóstico general del área y en especial el estado actual de los ambientes marinos y costeros, puede deducirse del análisis de las tablas 20, 21, 22 y 23; y la Figura 113 que se presentan a continuación (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003).

Tabla 21. Valoración de los impactos identificados por cada uno de los sectores que comprende el AMP (fuente: INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003)

IMPACTOS / SECTORES DEL AMP		Bocachica-Punta Gigante	B.Barbacoas-SFF El Corchal Punta Comisario-Punta San Bernardo	I. Tesoro	I. Grande	Complejo Pajarales	Isla Rosario	I. Arena - Bajos	I. Tintipán y bajos del	I. Múcura	I. Maravilla - bajos	I. Panda, I. Mangle	I. Palma	I. Fuerte	I. Boquerón	Islote de la Santa Cruz	I. Ceycén
Asociados al aporte del río Magdalena	Alta depositación de sedimentos en los fondos	3	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Colmatación de Canales	3	3	0	1	0		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Alto caudal en invierno, baja capacidad de navegación en verano	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asociadas a la intervención antrópica	Retroceso de playas										NA					NA	
	Desaparición del pantano de manglar	1	1	1	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1
	Pérdida de playas	1	1	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1		1	1	3
	Alteración del paisaje	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Pérdida o ganancia de material en zonas de playa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Asociadas a fenómenos naturales	Erosión	3	NA	3	3	3	3	2	3	3	NA	2	3	3	3	1	3
	Interrupción de intercambio hídrico	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Salinización de lagunas	3	NA	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Debilitamiento y fracturamiento de terrazas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

1: impacto Bajo, 2: impacto Medio, 3: impacto Alto, 0: No hay impacto (Ausencia), NI: No información, NA: No aplica

Tabla 22. Valoración de los impactos en los ecosistemas terrestres y de transición en los sectores que comprende el AMP (fuente: INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003)

SECTORES DEL AMP / TENSORES	Bocachica	Punta Gigante	Bahía de Barbacoas	Santuario de Flora y Fauna	P Comisario P San Bernardo	Isla Tesoro	Isla Grande	Islas Pajarales	Isla Rosario	B Isla Arena	I. Tintipán	Isla Múcura	Isla Maravilla	I. Panda, Mangle	I. Ceycen	Isla Palma	Isla Fuerte
Establecimiento de cultivos	2	2	2	1	1		2				3	3			2		2
Construcción infraestructuras	2	2			2		3	3			3	3				1	
Interrupción flujos hídricos	NI		3	1	2		2	2							2	3	
Vertimiento de residuos sólidos	NI					1	2	2			2	2				2	2
Sedimentación	NI		2	2	2												
IMPACTOS																	
Reducción de cobertura de manglar	1	2	2	1	2	0	2	2		1	3	3	3	1	2	1	2
Reducción de cobertura de bosque seco	2	2	2	1	2		3	2		1	2	3			1	1	2
Disminución en la calidad del bosque	1	1	1	1	2	0	3	3	0	1	2	2	3	0	2	1	1
Deterioro lagunas y pantanos de manglar	NI	NI	1	0	1	0	2	0	0	0	1	1	0	0	2	3	1
Erosión costera	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	3	0	2	1	2

1: impacto Bajo, 2: impacto Medio, 3: impacto Alto, 0: No hay impacto (Ausencia), NI: No información, NA: No aplica

Tabla 23. Especies amenazadas presentes en los ecosistemas marinos y costeros de los Archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario y de San Bernardo (fuente: INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR, 2003)

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
Corales				
Gorgona ventalina (abanico de mar)	Islas del Rosario, isla Fuerte, bajo Bushnell, bajo Burbujas, bajo Tortuga	Arrecifes coralinos, sobre sustrato rocoso con aguas claras y poco turbulencia	Vulnerable. se ha observado una rápida reducción poblacional, debido al efecto de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	Mortandad por aumento en las tasas de sedimentación, presencia de contaminantes, presencia de hongos.
Acropora palmata (coral cuernos de alce)	Islas de Rosario, islas de San Bernardo e isla Arena	Aguas someras expuestas al oleaje, generalmente entre los 0.1 y 17 m de profundidad	En peligro. Reducción poblacional evidente en la disminución de la extensión de cobertura por efectos de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	- Causas naturales como el calentamiento global, y huracanes. - Incidencia de la enfermedad de banda blanca. - Aumento del turismo, buceo, pesca con dinamita, descarga de aguas residuales y extracción directa
Acropora cervicornis (coral cuerno de ciervo)	Islas del Rosario, bajo Tortugas, Archipiélago de San Bernardo (islas Mucura, Maravilla y Ceycen), isla Arena	Habita aguas protegidas de 0.2 a 50 m de profundidad. Se ubica en las vertientes de las terrazas arrecifales o en parches al interior de lagunas de los complejos oceánicos	En peligro crítico. Se observa reducción rápida de las poblaciones evidente en la disminución de la extensión de cobertura por efectos de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	- Eventos de blanqueamiento. - Causas naturales como el calentamiento global, y huracanes. - Incidencia de la enfermedad de banda blanca. - Aumento en las tasas de sedimentación ocasionado por la deforestación. - Aumento del turismo, buceo, pesca con dinamita, descarga de aguas residuales y extracción directa.
Mussa angulosa	Archipiélago de San Bernardo, islas del Rosario, isla Fuerte, bajo Bushnell, bajo Burbujas y bajo Tortugas	Se encuentra entre 1.5 a 60 m de profundidad. Puede ser indicador del estado de salud del arrecife, ya que se encuentra regularmente en áreas de amplia extensión de coral vivo	Vulnerable. se ha observado una rápida reducción poblacional, evidente en la disminución en extensión y/o calidad del hábitat.	- Causas naturales como el calentamiento global, y huracanes. - Aumento en las tasas de sedimentación ocasionado por la deforestación. - Aumento del turismo, buceo, pesca con dinamita, descarga de aguas residuales y extracción directa.
Acropora prolifera	Islas del Rosario, archipiélago de San Bernardo, isla Arena.	Se encuentra comúnmente entre 0.5 y 2 m de profundidad	Vulnerable. Área de ocupación muy pequeña	
Stephanocoenia intercepta	Archipiélago de San Bernardo, islas del Rosario, isla Fuerte y bajo Tortugas	Presente en casi todas las zonas de arrecife y más comúnmente en las áreas protegidas entre 1 y 95 m de profundidad.	Vulnerable. se ha observado una rápida reducción poblacional, debido al efecto de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	- Incidencia de la enfermedad. - Cambios ambientales

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
Eusmilia fastigiata	Archipiélago de San Bernardo, islas del Rosario, isla Fuerte, y bajo Tortugas	Habita en la mayoría de ambientes arrecifales, normalmente en aguas protegidas entre 5 y 65 m de profundidad	Vulnerable. se ha observado una rápida reducción poblacional, evidente en la disminución en extensión y/o calidad del hábitat.	- Sedimentación, contaminación, aumento de temperatura, blanqueamiento y extracción directa para comercialización
Moluscos				
Cypraea surinamensis	Archipiélagos de islas del Rosario y San Bernardo (Múcura)	Fondos de arena y cascajo coralino (30-45 m)	Vulnerable. Se ha observado obvia reducción en los últimos 10 años.	Especie rara y su concha tiene alto valor comercial.
Cassia flamea (casco flameante*)*	Archipiélagos de islas del Rosario y San Bernardo y área del golfo de Morrosquillo	Fondos de arena hasta 20 m de profundidad	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales.	Sobreexplotación. Es capturada a mano y se consume localmente. La concha se vende como objeto ornamental
Cassia madagascarensis (casco imperial)	Archipiélagos de islas del Rosario y San Bernardo y área del golfo de Morrosquillo	Fondos de arena y praderas de pastos marinos entre 6 y30 m de profundidad	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales.	Sobreexplotación. Es capturada a mano y se consume localmente. La concha se vende como objeto ornamental
Cassia tuberosa (casco real)	Archipiélagos de islas del Rosario y San Bernardo y área del golfo de Morrosquillo	Sobre fondos de arena (a veces semienterrada), cerca de praderas de Thalassia	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales.	Sobreexplotación. Es capturada a mano y se consume localmente. La concha se vende como objeto ornamental.
Charonia variegata (tritón atlántico)	Archipiélagos de islas del Rosario y San Bernardo	En aguas someras, generalmente en praderas de pastos marinos y cerca de arrecifes de coral.	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales.	Sobreexplotación. Son capturadas manualmente, con nasas y ocasionalmente con redes playeras.
Polymesoda arctata (guacuco de marjal esbelto, almeja)	Áreas cercanas al golfo de Morrosquillo	Sobre fango en zonas pantanosas de aguas salobres	Vulnerable. Reducción poblacional evidente por la reducción de extensión que ocupa y/o deterioro del hábitat. La causa son los altos niveles de explotación actuales.	Sobreexplotación y pérdida de hábitat. Es una de las especies de moluscos comerciales más importantes en la costa Caribe colombiana

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
Ancilla glabrata	Islas de San Bernardo	Sobre fondos de arena gruesa a profundidades entre 3 y 50 m	Datos insuficientes	Distribución restringida
Strombus gigas	Islas del Rosario y de san Bernardo (Tintipán, Palma)	Ubicada entre los 2 y 30 m de profundidad en fondos de arena coralina, algas calcáreas y praderas de Thalassia	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales.	Sobreexplotación y pérdida de hábitat. Es una especie que tiene importancia comercial y es colectada a mano en zonas someras donde se encuentran la mayor parte de juveniles y pre-adultos.
Crustáceos				
Cardisoma guanhumi (cangrejo azul de tierra, cangrejo bandolero)	Isla Ceycén, islas del Rosario.	Fondos de arena, hace agujeros de casi 1.5 m de profundidad en áreas cercanas a canales, lagunas o diques	Vulnerable. Reducción del tamaño poblacional, observada en 10 años y que debe ser proyectada a futuro. Las causas pueden estar operando y pueden ser por los altos niveles de explotación, efecto de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	Deterioro del hábitat y sobreexplotación.
Carpilius corallinus (cangrejo de coral, cangrejo reina, cangrejo moro)	Islas del Rosario, archipiélago de San Bernardo	Fondos de coral en aguas someras.	Vulnerable. Reducción del tamaño poblacional, evidente en la disminución en la extensión de presencia y causado por los altos niveles de explotación.	Sobreexplotación. Es capturada con redes y trampas, conjuntamente con las langostas
Litopenaeus schimitti (camarón blanco, langostino)	Todo el Caribe colombiano	Fondos fangosos suaves y algunas veces arenosos, desde 2 hasta 50 m de profundidad.	Vulnerable. Reducción del tamaño poblacional, observada en 10 años y que debe ser proyectada a futuro. Las causas pueden estar operando y pueden ser por los altos niveles de explotación, efecto de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	Especie de importancia comercial y una de las más importante en la captura de pesca camaronera en el Caribe colombiano. Falta mejorar el conocimiento sobre el estado de las poblaciones de esta especie
Mithrax spinosissimus (cangrejo rey del Caribe)	Islas del Rosario, archipiélago de San Bernardo	Se puede encontrar desde aguas someras, hasta los 179 m de profundidad.	Vulnerable. Reducción del tamaño poblacional, evidente en la disminución en la extensión de presencia y causado por los altos niveles de explotación.	Presión de pesca, debido a que es capturada junto con la langosta, a través de trampas, redes manuales o arpones.
Panulirus Argus (langosta espinosa)	Islas de San Bernardo (Mucura) , islas del Rosario	Habita aguas quietas de poco drenaje de corrientes fluviales, en sustrato duro que los proteja como fondos rocosos, arrecifales o ricos en algas coralinas.	Vulnerable. Reducción del tamaño poblacional, evidente en la disminución en la extensión de presencia y causado por los altos niveles de explotación.	Sobrepesca

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
Equinodermos				
Oeraster reticulatus (estrella cojín)	Islas de San Bernardo (Cabruna), islas del Rosario	Aguas quietas y someras en los planos arrecifales, lagunas y canales de los manglares. Generalmente sobre fondos de Thalassia testudinum, Halodule wrightii, Syringodium filiforme	Preocupación menor.	Extracción directa para venta como objeto ornamental
Diadema antillarum (erizo negro)	Islas de San Bernardo (Cabruna), islas del Rosario	Generalmente se encuentra sobre arrecifes de coral, praderas de Thalassia, arena o roca y manglares.	Datos insuficientes	Presencia de agentes patógenos.
Reptiles				
Eretmochelys imbricata (carey, tortuga carey)	Islas del Rosario, islas San Bernardo (Ceycén, Múcura)	Los adultos y juveniles se observan con frecuencia en los bajos y arrecifes coralinos y las crías van a la deriva en las masas flotantes de Sargassum. Anidan exclusivamente en playas	En peligro crítico. Rápida reducción poblacional evidente en la disminución de la extensión de distribución, a causa de los altos niveles de explotación.	Captura para venta como objeto artesanal y carne para consumo. Pérdida de hábitat por destrucción de las playas donde anidan y de los arrecifes de coral por el desarrollo turístico.
Chelonia mydas (tortuga verde, tortuga blanca, moro)	Archipiélago de San Bernardo (Múcura), islas del Rosario	Se encuentra durante el anidamiento en playas arenosas, en bajos y pastos marinos durante la época de reproducción, y en ambientes oceánicos para el crecimiento de las crías y juveniles. Los subadultos y adultos habitan aguas someras donde existen pastos marinos.	En peligro crítico. Población pequeña y en disminución	Explotación comercial de huevos y adultos. Capturada para comercializar como artículo de adorno.
Lepidochelys olivacea (golfina)	Región Caribe, entre punta Comisario y punta San Bernardo (es rara en el Caribe).	Busca para anidar playas continentales y realiza sus movimientos migratorios en rutas cercanas a la costa y a lo largo de frentes marinos. Se alimenta en bahías y estuarios de alta productividad biológica	En peligro crítico. Rápida reducción poblacional evidente en la disminución de la extensión de distribución, a causa de los altos niveles de explotación.	Sobreexplotación de los adultos que son capturados en las playas y áreas de alimentación.

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
Peces				
Ginglymostomata cirratum (pejebobo, nodriza, tiburón gato)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Especie demersal, que vive sobre la plataforma continental sobre parches arenosas y a veces sobre arrecifes coralinos o rocosos	Vulnerable. se ha observado una rápida reducción poblacional, debido al efecto de biota introducida, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos	.. Pesca. Se captura con anzuelo líneas, redes de enmalle, redes de fondo fijas, redes de fondo de arrastre, arpones y palangres. - Pérdida de hábitat, por deterioro de las áreas coralinas
Carcharhinus limbatus (Toyo aletinegro, tiburón macuira)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario	Tiene hábitos pelágicos, encontrándose principalmente en aguas costeras continentales e insulares	Vulnerable. Reducción poblacional, por disminución en la extensión de la presencia, área de ocupación y/ó calidad del hábitat.	- Pesca. Captura con palangres, anzuelos o redes de enmalle o arrastre, para uso comercial (extracción de aceite y de la piel para curtiembre)
Hippocampus erectus (caballito de mar)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Habita en fondos someros en bahías, lagunas litorales o lugares protegidos entre la vegetación de Thalassia o entre las raíces de mangle	Vulnerable. Se proyecta reducción poblacional a futuro (10 años) por los niveles de explotación	- Captura para usarlos como peces ornamentales. - Insuficiencia de información sobre sus poblaciones
Hippocampus reidi (caballito de mar hocico largo)	Archipiélagos coralinos de isla Fuerte, islas del Rosario e islas de San Bernardo	Especie costera, habita en fondos someros, generalmente de aguas claras y limpias	Vulnerable. Reducción poblacional observada directamente, por biota introducida, presencia de patógenos, y contaminantes	- Captura para usarlos como peces ornamentales y preparación de medicinas
Centropomus undecimalis (róbalo blanco, róbalo carita larga, róbalo)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Especie eurihalina desde altas salinidades sedimentos arenosos y transparencia media, hasta baja salinidad, fondos fangosos y agua usualmente turbia	Vulnerable. Reducción poblacional evidente por biota introducida, presencia de patógenos, y contaminan. Se preveen reducciones poblacionales a futuro (10 años) debido a los actuales niveles de explotación	- Captura con artes de pesca inadecuados (redes con ojo de malla muy pequeño que captura a los juveniles, pesca con dinamita).Pérdida de hábitat.
Epinephelus itajara (mero guasa)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Habita a menos de 30 m de profundidad. Los juveniles se encuentran principalmente en áreas estuarinas de sustrato fangoso. Los adultos en fondos someros en ambientes de agua salobre o en fondos rocosos o coralinos donde viven en cuevas o gritas	En peligro crítico. Se observa reducción rápida de las poblaciones debido a los altos niveles de explotación actuales	- Sobrepesca. - Pérdida de hábitat, reflejado en el deterioro de estuarios y zonas de manglar, amenazando de esta manera a los juveniles de esta especie.
Epinephelus striatus (cherna, mero criollo)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Se presenta en lugares de aguas claras y en fondos arenosos, rocosos ó coralinos	En peligro. Reducción poblacional debido a los altos niveles de explotación actual y se proyecta seguir con la tendencia a un futuro (10 años)	- Sobrepesca, debido a que es una de las especies más apetecida en el mercado. - Pérdida de hábitat por deterioro de arrecifes coralinos. - La presencia de esta especie ha disminuido en las áreas de islas del

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
				Rosario y de San Bernardo, hasta el punto de la casi extinción
Eugerres plumieri (mojarra rayada)	Archipiélagos coralinos de islas de San Bernardo	Especie demersal que habita las aguas someras de fondos fangosos o fango-arenosos. Es muy común en las lagunas litorales y estuarios con vegetación de manglares. Tolera un amplio rango de salinidad	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales	- Sobrepesca. - Disminución de la talla mínima de captura. - Pérdida de hábitat, reflejado en el deterioro de las ciénagas y lagunas costeras debido a la contaminación.
Balistes vetula (pejepuerco, cachuo, cachua)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Especie demersal con preferencia de fondos someros de aguas claras en arrecifes coralinos, corales blandos y también en zonas arenosas y fondos blandos de la plataforma continental	En peligro. Por niveles de explotación actuales que, además hacen prever disminuciones a futuro	- Sobrepesca. - Pérdida de hábitat por deterioro de los arrecifes. - Se captura viva para acuarios
Lachnolaimus maximus (pargo pluma, doncella de pluma)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo (casi desaparecida en éstas áreas)	Fondos coralinos o rocosos y a veces rocoso-arenoso en áreas de aguas claras, a profundidades someras y medias.	En peligro. Por niveles de explotación actuales que, además hacen prever disminuciones a futuro	- Sobrepesca. Captura artesanal con anzuelos, nasas y redes playeras. - También es capturada en pesca deportiva y para acuarios.
Lutjanus cyanopterus (pargo dientón, pargo cubera, pargo tarbadillo)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Individuos grandes sobre fondos someros rocosos alrededor de arrecifes a profundidades no mayores a 40 m. Los pequeños se ubican cerca de la costa en áreas de manglar.	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales	- Pesca artesanal e industrial principalmente con anzuelo, arpón y redes. Falta de información sobre el estado de las poblaciones. - Pérdida de hábitat por deterioro de áreas de crianza como los manglares, ciénagas y lagunas costeras
Lutjanus analis (pargo cebao, pargo criollo, pargo palmero)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Especie asociada a zonas arenosas con vegetación alrededor de arrecifes coralinos, bahías, estuarios y áreas de manglar.	Casi amenazada. Puede aparecer como vulnerable en un futuro cercano	- Sobrepesca. - Pérdida de hábitat por deterioro de los arrecifes coralinos.
Epinephelus niveatus (mero gallina, cherna pintada)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Especie bentónica de la plataforma y el talud continental. Los ejemplares jóvenes se encuentran en fondos someros entre los 46 y 100 m de profundidad, sobre sustratos arenosos y vegetación de algas o *Thalassia*. Los adultos	Datos insuficientes	- Sobrepesca

Nombre	Distribución	Hábitat	Categoría de amenaza	Amenaza
		habitan al final de la plataforma sobre fondos rocosos		
Scarus guacamaia (lora, loro guacamayo)	Archipiélagos coralinos de islas de Rosario y San Bernardo	Especie que habita sobre fondos someros con arrecifes coralinos o rocosos. Los juveniles se encuentran en las praderas de fanerógamas	Vulnerable. Reducción poblacional por los altos niveles de explotación actuales	- Pesca comercial, actividad en la cual se captura con nasas y redes de enmalle. - Pérdida de hábitat por deterioro de los arrecifes coralinos.
Tarpon atlanticus (sábalo, tarpón)	Archipiélago coralinos de islas de San Bernardo	Especie eurihalina que puede vivir desde lagunas costeras litorales hasta aguas oceánicas. Tiene predilección por las aguas estuarinas asociados a vegetación de manglar	En peligro. Por reducción poblacional, debida a efectos de biota introducida , patógenos, contaminación, y niveles de explotación que hacen prever disminuciones a futuro	

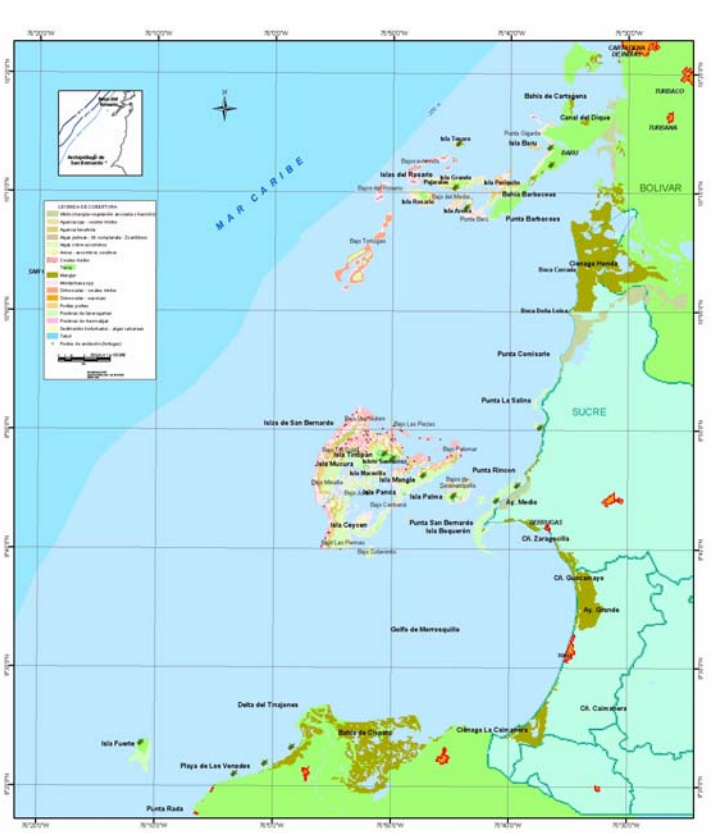

Figura 113. Área Marina Protegida Corales del Rosario y San Bernardo

Del estudio llevado a cabo para la generación de un modelo de desarrollo sostenible, para el AMP propuesta, se dedujeron áreas valiosas y áreas críticas como parte de la planificación del uso del paisaje. Áreas valiosas entendidas como aquellos ecosistemas que son sobresalientes, ya sean ecosistemas naturales (arrecifes coralinos, bosques primarios, áreas naturales únicas) ó culturales (lugares de valor arqueológico, de valor arquitectónico, de potencial turístico, etc.). Áreas críticas entendidas como ecosistemas naturales intervenidos y degradados en términos de sostenibilidad (Becerra, et al. 1998).

Así, como áreas valiosas se destacan: El complejo de lagunas de isla Grande e isla Tintipán junto a las formaciones coralinas y praderas de pastos que los rodean; isla Rosario e isla Tesoro y sus bajos coralinos, áreas boscosas y playas poco intervenidas que cumplen papeles ecológicos importantes como refugio y áreas de anidamiento de especies amenazadas y en peligro; bajos coralinos, praderas de fanerógamas, playas y terrazas coralinas desde punta Gigante hasta Bocachica (se registran como ambientes representativos de zonas arrecifales someras que existieron en el pasado en archipiélago del Rosario, se encuentran dominadas por *Agaricia sp*, octocorales y corales masivos en buen estado de salud y adicionalmente se tiene reporte de desove de la tortuga *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey); islas Panda y Mangle y las praderas de fanerógamas que las rodean junto con parches arrecifales y la interacción existente entre manglares, praderas y corales; parche de *Acropora palmata*, ubicado al sur, cerca de Isla Ceycén, esta especie de coral, está catalogada en peligro, y su presencia constituye un valor relictual de las comunidades arrecifales que dominaron los arrecifes del Gran Caribe hasta la década de los años 90; formaciones coralinas de isla Fuerte; el sistema estuarino al norte de la zona costera y el Santuario de Flora y Fauna Mono Hernández, por su proximidad a los archipiélagos y funcionalidad en el contexto del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARIDQUE-DIMAR, 2003).

Como áreas críticas se destacan: Ambos archipiélagos (Rosario y San Bernardo) se consideran como sistemas naturales intervenidos y degradados en cuanto a sostenibilidad, por lo tanto se consideran en general como áreas críticas; exceptuando las porciones terrestres de isla Rosario, isla Tesoro e isla Mangle. Los arrecifes son el elemento crítico del sistema insular, por la función ecosistémica que cumplen y su alto grado de transformación; tanto los arrecifes, como la cobertura vegetal de las terrazas coralinas, son ecosistemas críticos, por el alto riesgo que corren debido a las amenazas permanentes a que están expuestos y su alta vulnerabilidad. El manglar es área crítica al igual que las terrazas porque además de sustentar la cobertura vegetal aún presente, soportan todos los asentamientos humanos con las presiones que estos ejercen; las praderas de fanerógamas del archipiélago de San Bernardo por ser probablemente los hábitat idóneos para el reclutamiento del caracol pala y las cuales están siendo degradadas por el impacto del turismo, pesca y desarrollo de asentamientos costeros (Becerra et al., 1998).

12.5 Recomendaciones

A la luz de los resultados presentados y teniendo en cuenta las prioridades de la PNAOCI, se recomienda:

- Continuar con la caracterización, diagnóstico y zonificación de las Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas, mediante la aplicación de la metodología COLMIZC, con el propósito de constituir la línea base ambiental marina y costera del país. Esto permitirá fomentar un análisis interdisciplinario de los principales aspectos

ecológicos, sociales, institucionales y de las opciones de política que pueden afecten un área determinada. Este análisis deberá tener en cuenta las interacciones e interdependencias entre los recursos naturales y los diferentes sectores económicos, y deberá considerar todas las prácticas relevantes en el contexto de las necesidades y aspiraciones de las comunidades directamente involucradas.

- Pasar de las estrategias a la implementación y seguimiento de los programas de MIZC: Programa Nacional para el ordenamiento ambiental territorial de los espacios oceánicos y zonas costeras y Programas regionales para el ordenamiento ambiental territorial de los espacios oceánicos y zonas costeras; Programa de sostenibilidad ambiental sectorial; Programa de recuperación, rehabilitación y restauración de ecosistemas marinos y costeros estratégicos; Programa de Conservación de áreas marinas y costeras protegidas y Programas de conservación de especies marinas amenazadas y/o en vías de extinción; Programa nacional de prevención, reducción, control y evaluación de fuentes terrestres y marinas de contaminación; y Programa de articulación de la política nacional ambiental con la de prevención y atención a desastres.

- Iniciar un proceso dinámico de implementación de la PNAOCI y otras políticas ambientales relevantes (léase por ejemplo: política de humedales, política de biodiversidad, etc.), propendiendo por la elaboración e implementación de planes de manejo integrado flexibles que evolución a partir de la experiencia en cada unidad de manejo. Esto requerirá como lo sugiere la IOC-UNESCO-NOS-NOAA-World Bank-UNEP (2003) de una mejoría constante de información de base, evaluaciones de políticas en curso, arreglos administrativos y opciones de resolución de problemas, y un sistema administrativo fuerte. Este tipo de aprendizaje y adaptación requiere el monitoreo sostenible y la evaluación de tendencias de las condiciones y usos de los ecosistemas en cuestión, así como respuestas efectivas de gobernabilidad que permitan refinar periódicamente el diseño y la operación del programa.

- Proveer una estructura formalizada de gobernabilidad y una continuidad de los procesos de manejo que permitan mantener la confianza en dichos procesos. Fortalecer la capacidad legal y administrativa para elaborar y llevar a cabo planes de manejo costero, para regular el desarrollo en zonas vulnerables, y para designar áreas de interés particular; la capacidad financiera adecuada para llevar a cabo planeación e implementación de esfuerzos de manejo costero; la capacidad técnica para la consecución de información, establecimiento de sistemas de información y monitoreo de ecosistemas y procesos costeros y marinos, patrones de uso humano, y la efectividad de planes gubernamentales de manejo costero; la capacidad en recurso humano preparado en diferentes áreas del conocimiento incluyendo ciencias físicas, naturales, sociales, políticas e ingeniería. Igualmente, conciencia pública y

entendimiento del ambiente marino costero y de los problemas y oportunidades que ofrece (Cicin-Sain and Knecht, 1998).

- Comenzar análisis integrado de la zona costera y de las cuencas hidrográficas que las afectan con el propósito de armonizar el manejo y ser consecuentes con el mismo.

- Diseñar sistemas de evaluación ambiental de las unidades de manejo costero propuestas, basados en el desarrollo de indicadores ecológicos, socioeconómicos y de gestión para el monitoreo permanente del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros.

12.6 Literatura Citada

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

Becerra J., Garay J. A., Mendoza, A., Pedraza, R. y Velez, M.T. 1998. Propuesta metodológica para el diagnóstico ambiental de áreas insulares como base para su ordenamiento territorial. Estudio de caso: Archipiélago Isla del Rosario. Pontificia Universidad Javeriana. Instituto de Estudios Ambientales para el desarrollo -IDEADE. Tesis de Maestría en Gestión ambiental para el desarrollo sostenible con énfasis en zonas costeras. Cartagena de Indias D.T.C. 165 p.

Chua, T. E. 1993. Essencial elements of integrated coastal zone management. Ocean and Coastal Management, 28: 1-4.

Cisin-Sain, B and R.W. Knecht. 1998. Integrated coastal and ocean management. Concepts and practices. Washington, D. C. Island Press. U.S.A. 517p

Chirstensen, N. L. Bartuska, A.M.; Brown, J.H.; Carpenter, S.; D'Antonio, C.;Francis, R.; Franklin, J.F.; MacMahon, J.A.; Noss, R.F.; Parsons, D.J.; Peterson, C.H., Turner, M.G. and R.G. Woodmansee. 1996. The Report of the Ecological Society of America Committee on the Scientific Basis for Ecosystem Management. Ecological Applications. 6 (3): 665-691 pp.

CORPOURABÁ, 2002. Planes de ordenamiento territorial de la zona norte.

Díaz, J.M., G. Díaz, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, J.A. Sánchez and S. Zea. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. Serie de Publicaciones Especiales 2. INVEMAR, Santa Marta, Colombia.

Friedlander, A., J. Sladek Nowlis, J.A. Sánchez, R. Appeldoorn, P. Usseglio, C. McCormick, S. Bejarano and A. Mitchell-Chui. 2003. Designing effective marine protected areas in Seaflover biosphere reserve, Colombia, based on biological and sociological information. Conservation Biology, Volume 17, No. 6, December 2003. Pages 1769-1784.

Geister, J. 1992. Modern ref. development and Cenozoic evolution of an oceanic island/ref. Complex: Isla de providencia (western Caribbean Sea, Colombia). Facies, Volume 27, pages 1-70.

INVEMAR, 2001. Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: 2000. Santa Marta, Colombia. Serie documentos generales No. 3. 138 p.

INVEMAR-CNRS-GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA-CORPOURABÁ-DIMAR. 2003. Diagnóstico, zonificación y definición de la estructura administrativa de manejo de la Unidad Ambiental Costera del Darién, Caribe colombiano. CD. Informe de avance editado por INVEMAR. Santa Marta, Colombia.

INVEMAR, CRC, CORPONARIÑO e IIAP. 2003 Formulación del plan de manejo integrado de la zona costera del complejo de las bocanas Guapi-Iscuandé Pacífico colombiano. FASE I Caracterización y Diagnóstico. 621 páginas + anexos. Este proyecto se realizó con la cofinanciación del Ministerios del Medio Ambiente – Programa Ambiental – Crédito BID 774 oc/co.

INVEMAR-UAESPNN-MAVDT-EPA-CARDIQUE-DIMAR. 2003. Elaboración de un modelo de desarrollo sostenible para los archipiélagos de nuestra señora del Rosario y San Bernardo. Informe de avance resolución número 0456-2003 editado por INVEMAR. Santa Marta, Colombia. 256p.

IOC, Intergovernmental Oceanographic Commission; UNESCO; NOS National Ocean Service; NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration; the Center for the Study of Marine Policy (University of Delaware); the World Bank; and the UNEP Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities. 2003. Integrated Coastal Management, An International Priority. Disponible en internet: http://icm.noaa.gov/welcome.html. Fecha de consulta: Febrero 16 de 2003.

Knecht, R.W. and J. Archer, 1993. "'Integration' in the US Coastal Zone Management Programme." *Ocean and Coastal Management*, 21(1993):183-199.

MMA. 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 Fe de Bogotá, D.C. 81 p.

Olsen , S., K. Lowry, and J. Tobey. 1999. The common methodology for learning: A manual for assessing progress in coastal management. Coastal management report #2211. University of Rhode Island, Coastal Resources Center, Graduate School of Oceanography, Narragansett, RI 02882 USA

Shariffi, A. 1999. Remote sensing and Decision Support System. En Stein A., Meer, F. Van der, Gorte, B. Spatial Statistics for Remote Sensing. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Sierra-Correa, P. C. 2001. Coastal landscape analysis using advanced remote sensing techniques for ICZM: Case study in Guapi – Iscuandé, Pacific coast Colombia. Tesis de Maestría. ITC. 101 p.

Sobreville, C. and P. Bath. 1992. Evaluación ecológica rápida. Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe. Programa de Ciencias para América Latina, 203p.

Steer. R., F. Arias, A. Ramos, P. Sierra, D. Alonso, P. Ocampo. 1997. Documento base para la elaboración de la "Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras colombianas. Documento de consultoría para el MMA. Serie de publicaciones especiales No. 6. 390 p.

Vides M.P. y P.C. Sierra-Correa (Eds). 2003. Atlas de Paisajes Costeros de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR - y Corporación Autónoma y de Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina - CORALINA -. Santa Marta, Colombia. 132 p. (Serie de Documentos Generales de INVEMAR No. 16).

Zonneveld I. S. 1979. Land evaluation and landscape science. ITC Textbook VII-4.

Inicio