

INTRODUCCION

Colombia tiene aproximadamente 1600 y 1300 kms. de costa en el Caribe y Pacífico respectivamente, ejerciendo adicionalmente una soberanía en áreas marinas de casi 988.000 km², esta vasta extensión aumenta el territorio colombiano en un 87% constituyendo para los colombianos un patrimonio (poco conocido) conformado por un variado complejo de recursos naturales y ecosistemas estratégicos, estos últimos denominados así gracias a que los bienes y servicios obtenidos de ellos, depende en buena parte los procesos básicos de la sociedad (Márquez, 1992; Márquez, 1996).

El INVEMAR conforme con lo establecido en el artículo 6 del Decreto 1276 del 21 de junio de 1994, presenta el Informe Anual que hace referencia al estado de los ambientes marinos y costeros de Colombia; relacionando también recomendaciones y alternativas para el logro de un desarrollo en armonía con la naturaleza.

Con la reciente puesta en marcha del Programa Científico “Sistema Nacional Ambiental Marino” (SINAM) que se desarrolla en el INVEMAR se ha comenzado a estructurar el “Sistema de Información Ambiental Marino”(SIAM), el cual tiene como objetivo la integración de fuentes de información primarias (investigaciones) y bibliográficas relacionadas con las zonas marinas y costeras de Colombia mediante archivos magnéticos con datos e imágenes que puedan consultarse a través de la red electrónica.

El informe se ha estructurado con base en cinco temas (Ecosistemas Marinos y Costeros, Biodiversidad, Contaminación, Pesca y Fenómeno El Niño) que tratan de presentar un marco global acerca del estado de los recursos marinos y costeros y no pretende de manera alguna ser un balance exhaustivo sobre el estado de los mismos, ya que como se dijo anteriormente la creación e implementación del SIAM es muy reciente, razón por la cual se presentan vacíos de información en cuanto a cobertura geográfica se refiere, específicamente del área del Pacífico colombiano; también se debe tener en cuenta que muchas de las investigaciones y estudios realizados durante el último año, aún se encuentran en proceso de discusión y análisis, y de igual forma, gran parte de la información que va a alimentar la base de datos del SIAM se encuentra en proceso de identificación, recolección y evaluación.

Es de resaltar que el presente balance se ha realizado con base en documentos producidos por el INVEMAR principalmente y que fueron suministrados por: **1)** Los diferentes Programas Científicos (Biodiversidad y Ecosistemas Marinos, Calidad Ambiental Marina, Valoración y Aprovechamiento de Recursos Vivos Marinos); **2)** La Oficina de Coordinación de Servicios Científicos; **3)** Documentos elaborados por Díaz-Pulido (1997) y Steer et al. (1997) e **4)** Información preliminar, recientemente recolectada por el SINAM.

1. ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

1.1 ARRECIFES CORALINOS

1.1.1 Descripción.

El arrecife es una estructura construida por organismos vivos, que modifica principalmente la topografía del lecho marino y cuya dimensión es tal que influencia las propiedades físicas y ecológicas, del medio circundante; su consistencia es lo suficientemente compacta para resistir las fuerzas del agua y, por lo tanto, está en capacidad de conformar un habitat estable, duradero y característicamente estructurado para albergar organismos especialmente adaptados, siendo los corales pétreos (corales duros o verdaderos), los principales constructores de los mismos (Schumacher, 1982).

Las formaciones coralinas son el resultado de un proceso de transformación del medio marino por parte de los corales (animales coloniales que viven en simbiosis con algas). Constituyen desde simples coberturas discontinuas hasta inmensos complejos arrecifales formadores de islas que requieren de ciertas condiciones ecológicas que tienen los mares tropicales (Márquez, 1996). Los corales hermatípicos (los que tienen algas asociadas) se ven influenciados en sus procesos vitales por factores bióticos y abióticos que van a incidir en la estructura y composición de los arrecifes (Prahl, 1989). También hay otras estructuras de corales (comunidades coralinas) que no construyen estructuras sobre si mismas y están formadas por corales ahermatípicos.

Los arrecifes de coral como las comunidades coralinas requieren para su desarrollo ciertas condiciones como temperaturas que oscilan entre 20 y 29 °C, salinidades entre 33 y 36 ppm y aguas oligotróficas (con pocos nutrientes). De la misma forma la biodiversidad de los arrecifes se ve afectada por una serie de factores ambientales, entre los que se destacan: oleaje, aporte de sedimentos, oferta de luz, nutrientes y recursos tróficos (Prahl, 1989).

1.1.2 Distribución.

Los arrecifes coralinos y las comunidades coralinas se encuentran en ambas costas colombianas, pero dada la presencia de grandes ríos y la dominancia de fondos sedimentarios, son escasos. En el Caribe se presentan las formaciones más extensas y desarrolladas, sin embargo cubren un pequeño porcentaje de la plataforma continental (menos del 4%). Este porcentaje se eleva al doble al incluir el área del Archipiélago de San Andrés y Providencia (incluyendo bancos y cayos aledaños) (Corpes, 1992; Díaz, 1994). De otro lado en el océano Pacífico, los arrecifes son pequeños (unas hectáreas), poco diversos, discontinuos y de poco desarrollo, al parecer causado por la influencia de aguas continentales, bajas temperaturas y Fenómeno del Niño que produce calentamiento del agua (Prahl y Erhardt, 1985).

Tanto en el Caribe como en el Pacífico presencia de arrecifes continentales y arrecifes oceánicos, su distribución y ubicación se puede observar en los mapas 1 y 2 respectivamente.

En el Atlántico (Mapa 1) los arrecifes continentales se extienden a lo largo de la costa, o en inmediaciones de ella, desde la frontera con Panamá hasta la alta Guajira; presentan una distribución discontinua a escala regional, pero pueden formar extensas áreas. En el caribe continental se pueden reconocer dos subregiones, una al noroeste de Santa Marta y otra al sur de Cartagena, está última sin embargo presenta gran afinidad con la de la región insular-occidental, correspondiendo básicamente al Archipiélago de San Andrés y Providencia (Alvarez-León, 1989). Los arrecifes oceánicos están representados por los complejos arrecifales de San Andrés y Providencia, Bancos y Cayos

aledaños, los cuales se encuentran separados de la costa colombiana unos 700 km; comprende dos arrecifes de barrera antepuestos a cada una de las islas mayores, San Andrés y Providencia, cinco atolones verdaderos (Cayos Albuquerque, Cayos Courtown, Banco Serrana, Banco Roncador, Banco Quitasueño) y algunos bancos coralinos (Banco Serranilla, Bajo Nuevo y Bajo Alicia), estos tres últimos compartidos con Jamaica (Díaz et al., 1996).

Las formaciones arrecifales continentales del Pacífico (Mapa 2) se encuentran en dos áreas principales con un desarrollo sustancial de arrecifes y/o comunidades coralinas, siendo en su orden las formaciones más extensas, Isla Gorgona y Ensenada de Utría, (Prahl y Erhardt, 1985; Zapata, 1994). En la Isla de Malpelo no se presentan formaciones de arrecifes coralinos verdaderos, sólo existen algunas comunidades coralinas bien desarrolladas (representantes de los arrecifes oceánicos del Pacífico colombiano) en sectores de suave pendiente, por lo cual se ha sugerido que sus arrecifes se ven limitados por la falta de sustrato horizontal adecuado, sin embargo, tienen un buen desarrollo hasta los 30 m de profundidad, (Birkeland et al., 1975; Prahl, 1990; Zapata, 1994).

1.1.3 Gestión.

Las formaciones coralinas son uno de los ecosistemas más importantes del mundo, por su alta productividad, su elevada biodiversidad, su gran material genético y su gran atractivo escénico para el turismo; además estos ecosistemas son apreciados por la seguridad y subsistencia que ellos proveen a las comunidades costeras en los países en desarrollo (Steer et al., 1997). Durante los últimos 15 años han sufrido un proceso de deterioro, con una mortalidad creciente de corales, incluyendo las costas colombianas (Garzón-Ferreira, 1995).

A continuación se presenta una breve reseña (Díaz-Pulido, 1997) sobre el estado actual de la información de las comunidades coralinas del Caribe y Pacífico colombiano:

Tabla 1. Arrecifes de coral y comunidades coralinas del Atlántico y Pacífico de Colombia, indicando el departamento, número de especies de corales hermatípicos, porcentaje de cobertura de coral vivo, una síntesis del estado de conocimiento de los estudios de información básica (localización, distribución, distribución espacial, zonación), Cartografía (biotopos o ambientes arrecifales) e inventarios de diversidad de especies (listados de fauna y flora, estudios biológicos). *: escasa; **: existente; ***: existe y es buena. a: Zapata 1994; b: UNEP/IUCN 1988; c: Ramírez et al. 1994; d: Vargas-Angel 1996; e: Díaz et al. 1996a; f: Sánchez 1995; g: Perdomo y Pinzón 1997; h: Zea 1994; i: Blanco et al. 1994; j: Zea 1993a; k: Solano 1994; L: Prahl y Erhardt 1985; m: Díaz et al. en prep.; n: Zea et al. en prensa; o: Geister 1992; p: Díaz et al 1996b; q: Werding y Sánchez 1989; r: Galvis 1989; s: Glynn et al. 1982; t: Erhardt y Meinel 1975; u: Sánchez 1989.

Zonas con arrecifes y/o comunidades coralinas	Departamento	Especies de corales	Cobertura coral (%)	Informac. Básica	Cartografía	Inventarios
Atlántico						
Urabá Chocoano	Chocó	32 ^m	17-69 ^m	***	***	**
Isla Fuerte y bajo Bushnell	Bolívar	33 ^e	0-68 ^e	***	***	**
Islas de San Bernardo	Córdoba	42 ^{c,t}	6-49 ^c	**	**	**
Islas del Rosario	Bolívar	53 ^{f,u}	7-81 ^r	***	**	**
Isla Arena	Atlántico	14 ^g	30-90 ^g	***	***	*
Banco de las Animas	Magdalena	1 ⁱ	-	**	no	*
Santa Marta y Parque Tayrona	Magdalena	54 ^{L,q}	0-54 ^{h,j}	***	***	***
Bahía Portete	Guajira	19 ^k	26-35 ^k	***	***	**
Puerto López	Guajira	-	-	*	no	no
Isla de San Andrés	S.A. y Prov.	47 ^L	9-46 ⁿ	***	***	***
Islas de Providencia	S.A. y Prov.	47 ^o	-	***	***	**
Cayos Courtown, Albuquerque	S.A. y Prov.	40 ^p	5-70 ^p	***	***	**
Bancos de Roncador, Serrana, Quitasueño y Serranilla	S.A. y Prov.	-	-	**	**	**

Pacífico						
Isla Gorgona	Cauca	18 ^a	2-85 ^{s,b}	***	**	***
Isla Malpelo	?	10	-	***	*	***
Ensenada de Utría	Chocó	8 ^d	11-90 ^d	***	*	**
Golfo Cupica, Bahías Cueva, Octavia, Solano, Pta. Ardita	Chocó	-	-	No	no	*

Como se había señalado en el Informe Anual de 1997, desde 1993 el INVEMAR viene desarrollando un continuo monitoreo de factores físico-químicos del agua y de características de las comunidades sésiles del arrecife en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), específicamente en la Bahía de Chengue, dentro del Programa Internacional “CARICOMP”, presentándose la siguiente síntesis de los datos obtenidos entre enero de 1996 y abril de 1998:

En cuanto al monitoreo de las variables ambientales que se evalúan se observa que el comportamiento de la temperatura y salinidad del agua muestra un patrón típico de variación estacional anual para la zona de Santa Marta. Registrándose los mínimos valores de temperatura hacia el final (diciembre) y principio del año (enero-abril) y entre junio y octubre los máximos de temperatura (figura 1), con promedios mensuales entre 24.6 - 27.0°C y 26.5 - 29.1°C para cada época (mínimos y máximos) respectivamente. Los valores más bajos para la salinidad se observaron en septiembre y octubre, con promedios de 34.0 y 37.5, y los máximos entre enero y abril con valores entre 36.5 y 38.3 en promedio (figura 2). Los valores registrados para estas variables estuvieron dentro de los rangos registrados en años anteriores y las diferencias interanuales no se consideran importantes. El comportamiento de la transparencia para los años considerados (figura 3) presenta un descenso considerable en el mes de octubre (con relación a los demás meses del año), cuando el aporte de aguas continentales, de un lado, produce un aumento en la producción fitoplanctónica y de otro, trae consigo sedimentos en suspensión, que disminuyen la transparencia.

En cuanto al seguimiento en el arrecife se han obtenido los siguientes datos: el promedio del porcentaje de cobertura de coral vivo en los 10 transectos monitoreados, muestra que no hay diferencias considerables entre 1996 (32.4%) y 1997 (35%). Es importante el relativo aumento en la cobertura, ya que puede ser un indicativo de que las condiciones que permiten el desarrollo saludable del arrecife se han mantenido estables al menos en los dos últimos años.

Los promedios de clorofila *a* encontrados para 1996, 1997 y para lo que va corrido de 1998 (tabla 2), revelan que en 1997 el promedio bajó considerablemente, sin embargo, este promedio está dentro del rango de variación para aguas oligotróficas, propias en ambientes arrecifales. La causa de esta disminución pueden estar relacionada con una disminución en los aportes de los nutrientes que regulan la producción fitoplanctónica marina (nitrógeno y fósforo), los cuales también mostraron una disminución en 1997. Dentro de la determinación de nutrientes los promedios de la concentración de fósforo, nitritos, amonio y silicatos para la estación del arrecife en 1996 y 1997 (tabla 2), están dentro de los rangos normales reportados para aguas marinas, por consiguiente, las variaciones interanuales en los promedios que se presentaron, disminución de fósforo y nitritos y aumento de amonio y silicatos, no son indicativos de ningún evento anormal. Los valores promedio encontrados para seston y tasas de sedimentación en (hasta marzo de 1998) (tabla 2), son muy similares, sugiriendo que los procesos y mecanismos que las influyen (tales como vientos, mares de leva, producción planctónica) han mantenido un comportamiento poco variable en los dos últimos años en la bahía de Chengue.

Tabla 2. Valores promedio de las variables físico-químicas determinadas en la estación CARICOMP del arrecife. DES=desviación estándar; *=información sin procesar a la fecha.

VARIABLE	1996	1997	1998
Clorofila a (µg/l)	0.43	0.24	0.55
DES	0.52	0.22	0.40
Sedimentación (mg/cm ² /día)	2.11	2.03	2.07
DES	2.05	1.43	0.30
Seston (mg/l)	0.46	0.52	*
DES	0.33	0.21	*
Amonio (µM/l NH ₄)	0.46	0.55	*
DES	0.90	0.71	*

Fósforo (µM/l PO4)	0.07	0.03	*
DES	0.05	0.04	*
Nitrito (µM/l NO2)	0.07	0.04	*
DES	0.04	0.01	*
Silicatos (µM/l SiO4)	4.19	6.30	*
DES	6.03	4.51	*

Entre las recomendaciones que se citan como prioridades para la conservación (Díaz-Pulido, 1997) se encuentran los estudios de línea base que incluyan mapeo detallado de los biotopos, descripción de las comunidades arrecifales y estado de conservación, dentro de este marco se viene desarrollando por el INVEMAR estudios tanto en la costa Caribe (San Andrés y Providencia, Guajira, Sucre, Bolívar, Magdalena y Urabá chocono) como en el Pacífico (Isla Gorgona).

También se señala la necesidad de continuar con los monitoreos ya existentes de las comunidades coralinas y establecer nuevas áreas de control; evaluando por ejemplo agentes de deterioro que estén afectando a las formaciones arrecifales como enfermedades epidémicas, las cuales han reducido drásticamente las poblaciones y que al parecer siguen aumentando en variedad e incidencia en Colombia (Garzón-Ferreira, 1997; Garzón-Ferreira et al., 1996), para lo cual en el INVEMAR se esta desarrollando un sistema de monitoreo para los ambientes arrecifales de Colombia y evaluación de agentes de mortalidad coralina, en asociación con el Programa Internacional CARICOMP, donde informaciones recientes indican que la Enfermedad del Lunar Oscuro (ELO) es la que más afecta a comunidades coralinas ubicadas en el PNNT (Gil, com. pers.).

La capacidad de recuperación de una de las poblaciones más reducidas y afectadas por el deterioro, en Colombia y en general en todo el Caribe, de los corales del género *Acropora*, ha sido muy lenta quizá por la poca disponibilidad de larvas. En este sentido, los arrecifes de Isla Arena en el Caribe colombiano presentan poblaciones sanas y vigorosas de corales acropóridos (*A. palmata*, *A. cervicornis*, *A. prolifera*), representando un “banco de semilla”, dada la alta abundancia de los mismos, (Perdomo y Pinzón, 1997).

Se debe analizar la representatividad de las comunidades arrecifales dentro del sistema de áreas protegidas y crear nuevas áreas de manejo especial (como parques), ampliar las ya existentes y elevar de categoría algunas de ellas. Como áreas prioritarias de conservación, además de las existentes en todos los parques naturales, se puede señalar el Banco Roncador, Isla Arena y Costa norte del Pacífico (Díaz-Pulido, 1997).

Es importante señalar que aún se presentan vacíos de información en ciertas áreas, como en comunidades de octocorales que al parecer se desarrollan sobre las paredes rocosas de las estribaciones de la Serranía del Baudó (Díaz-Pulido, 1997).

1.1.4 Estado de conservación.

Se observan casos dramáticos de deterioro prácticamente en todas las áreas arrecifales tanto aquellas localizadas cerca de la costa y centros urbanos, como áreas coralinas alejadas y oceánicas, lo cual indica la ocurrencia de fenómenos de orden regional y macroregional o global (Garzón-Ferreira, 1997); como reflejo de esto es la significativa reducción de cobertura de coral vivo y la pérdida de biodiversidad en sus diferentes escalas de expresión.

La reducción de coral vivo se comenzó a observar de manera drástica a comienzos de la década de los ochenta y se sigue observando en localidades como Islas del rosario, San Bernardo, Santa Marta, San Andrés y en la región del Pacífico (Garzón-Ferreira y Kielman, 1994; Ramírez et al., 1994; Garzón-Ferreira y Cano, 1991; Díaz et al., 1995). Las poblaciones más afectadas y reducidas son las de *Acropora palmata* (Cuerno de alce) y *Acropora cervicornis* (Cuerno de ciervo). En San Andrés se han encontrado niveles de mortalidad coralina cercanos al 100% (Díaz et al., 1995), aunque en términos generales la cobertura parece haber descendido a un nivel promedio de 20-30% de acuerdo a datos registrados en el Archipiélago de San Bernardo (Garzón-Ferreira, 1997).

Según Garzón-Ferreira (1997), en algunas áreas, como las del PNNT, el descenso de coral vivo parece haberse detenido, sin embargo, con el Fenómeno del Niño del presente año, es muy posible que ésta siga descendiendo, pues se ha señalado que el Niño de este año parece ser más fuerte que el del 82-83 (información de la red mundial de corales) y ya en septiembre de 1997 se ha evidenciado blanqueamiento en algunas localidades caribeñas (com. pers. varios investigadores en Díaz-Pulido, 1997).

1.1.5 Prioridades de información e investigación.

Como soporte para planes de manejo regional se requieren estudios taxonómicos y de inventario de otros organismos arrecifales (Alvarado, 1992).

Estudios de la dinámica de corales y organismos asociados, así como también aspectos biológicos básicos (reproducción, competencia, predación, simbiosis, reclutamiento, crecimiento, enfermedades, productividad primaria y secundaria) (Alvarado, 1992).

Implementar sistemas, estudios y planes para la medición precisa y actual de los índices de extracción de los recursos (Díaz-Pulido, 1997).

Desarrollar métodos de diagnóstico del valor económico de los recursos del arrecife.

Realizar mayores estudios para determinar la respuesta individual de los organismos del arrecife y del sistema arrecifal como un todo a la sedimentación: haciéndose énfasis en cambios de abundancia y arreglos espaciales de organismos dominantes del bentos (Rogers, 1990).

Como medida de conservación se hace necesario regular la extracción de recursos pesqueros en áreas de formaciones arrecifales (Garzón-Ferreira, 1997).

1.2 PASTOS MARINOS

1.2.1 Descripción.

La unidad ecológica de praderas marinas son asociaciones vegetales submarinas de los trópicos y subtropicos, conformadas por plantas que generalmente no pasan de algunos centímetros de altura (<30-50 cm) y solo en casos excepcionales, como el que ocurre en las aguas de la Guajira, la longitud de las hojas puede llegar hasta 70 cm (p.e. *Thalassia testudinum*) (INVEMAR, 1988).

Las praderas de pastos marinos se presenta en los primeros metros del infralitoral, bajo determinadas condiciones: alta transparencia, presencia de sustratos adecuados como arena fina o gruesa, baja dinámica del agua, ya que un amplio rango mareal puede limitar el tipo y desarrollo del ecosistema (Corpes, 1992; Phillips, 1992; Laverde-Castillo, 1994; Márquez, 1996).

Los ecosistemas de pastos marinos se encuentran ocupando fondos lodosos o arenosos. La vegetación marina costera cumple con un papel importante en el mantenimiento de especies y otros ecosistemas (INVEMAR, 1995). Son ecosistemas altamente productivos, su producción primaria soporta una rica fauna residente, crustáceos y peces en estadíos juveniles, y sus productos como la biomasa de hojas y detritus son exportados a otras unidades ecológicas pelágicas y costeras, con la ayuda de las corrientes que arrastran la materia orgánica desde la pradera hacia otros lugares, por lo que se han encontrado hojas a grandes profundidades (Márquez, 1990; Corpes, 1992). Además de servir como refugio para la reproducción y crianza de muchas especies animales, las praderas de fanerógamas tienen gran importancia como estabilizadores de sedimentos en la línea de costa (Laverde-Castillo, 1994; Ardila et al., 1997).

En Colombia se encuentran registradas 5 especies de fanerógamas marinas pertenecientes a dos familias (Hydrocharitaceae y Potamogetonaceae) (Phillips y Meñez 1988; Phillips 1992 en Díaz-Pulido, 1997); a

continuación se presentan especies de pastos marinos del Caribe colombiano, (*: posiblemente presentes en el Pacífico colombiano).

Especie	Familia	Nombre vulgar
<i>Thalassia testudinum</i> Banks ex König	Hydrocharitaceae	Pasto Tortuga
* <i>Halophila baillonis</i> Ascherson	Hydrocharitaceae	
* <i>Halophila decipiens</i> Ostenfeld	Hydrocharitaceae	
* <i>Halodule wrightii</i> Ascherson	Potamogetonaceae	
<i>Syringodium filiforme</i> Kützing	Potamogetonaceae	Pasto Manatí

Según Phillips (1992), es posible que el amplio rango mareal esté limitando a los pastos marinos en el Pacífico colombiano; esto limita el tipo y el desarrollo del ecosistema a lo largo de la costa, debido a la alta exposición de las plantas a la luz solar y a la desecación extrema en la zona intermareal; la concentración de nutrientes y materia orgánica presente en los sedimentos determina variaciones en cuanto al tamaño, densidad y biomasa de las hojas (Echeverry 1983; Laverde-Castillo 1992).

1.2.2 Distribución.

Aparentemente las praderas de pastos marinos solo se presentan en la costa Atlántica colombiana y hasta ahora no se conocen registros de estas en el litoral Pacífico colombiano. Vale la pena señalar que *Halodule wrightii*, *Halophila baillonis* y *Halophila decipiens*, se han encontrado en la costa del Golfo de Panamá en el Pacífico, siendo este un posible indicativo de su existencia en fondos del Pacífico colombiano, (Earle, 1972; Phillips, 1992).

Las praderas submarinas se encuentran a lo largo de la costa Atlántica colombiana, presentando una distribución discontinua, desarrollándose de forma diversa sólo en áreas específicas, generalmente al abrigo de fuertes corrientes, como bahías y lagunas arrecifales.

Las principales zonas (Mapa 3) con pastos marinos son: Golfo de Urabá, Isla Fuerte, Archipiélago de San Bernardo, Golfo de Morrosquillo, Bahía de Cartagena, Archipiélago del Rosario, sector comprendido entre desembocadura del río Magdalena y Cartagena, Golfo de Salamanca, Bahía de Santa Marta y el Rodadero, Ensenadas del parque Tayrona y Taganga, sector comprendido entre el cabo de la Vela y el Parque Tayrona, Ensenada del Cabo de la Vela, Bahía Portete, Archipiélago de San Andrés y Providencia.

Las praderas en el sector comprendido entre la desembocadura del río Magdalena y Cartagena parecen ser escasas debido a la alta dinámica, la turbidez de las aguas y la inestabilidad de la línea de costa (Corpes, 1992) sin embargo Perdomo y Pinzón (1997) registran praderas con una extensión de 2.7 ha.

En el Archipiélago de San Andrés y Providencia los pastos marinos se desarrollan en las áreas cercanas a las formaciones coralinas alrededor de la Isla de San Andrés y Providencia (Márquez, 1992; Geister, 1992; Díaz et al., 1995; Díaz et al., 1996) y se presentan como pequeños parches en algunas zonas alrededor de los cayos de los atolones Albuquerque y Courtown; aparentemente en los cayos de Serrana y Roncador no se encuentran presentes (Díaz et al., 1996).

1.2.3 Gestión.

Se presenta la síntesis de los datos obtenidos entre enero de 1996 y abril de 1998 evaluados en el ecosistema de pastos marinos del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), específicamente en la Bahía de Chengue, dentro del Programa Internacional CARICOMP - INVEMAR:

En la Bahía de Chengue se encuentran los lechos más desarrollados de *Thalassia*, tanto por su extensión como por su densidad que alcanza valores de hasta 2500 hojas/m² (Laverde-Castillo, 1992). Según Garzón-Ferreira y Cano (1991) *Halophila decipiens* forma grandes praderas monoespecíficas en aguas más profundas (hasta 27 m) y

son las praderas más ampliamente distribuidas en el PNNT, a pesar de lo cual no han sido estudiadas. Los datos que a continuación se presentan, hacen referencia solo a praderas de *Thalassia testudinum*.

En cuanto al monitoreo de las variables ambientales que se evalúan se observa que el comportamiento de la temperatura y salinidad del agua muestra un patrón típico de variación estacional anual para la zona de Santa Marta. Registrándose los mínimos valores de temperatura hacia el final (diciembre) y principio del año (enero-abril) y entre junio y octubre los máximos de temperatura (figura 4), con promedios mensuales entre 25.2 - 27.6°C y 27.8 - 29.6°C para cada época (mínimos y máximos) respectivamente. Los valores más bajos para la salinidad se observaron en septiembre y octubre, con promedios de 36.3 y 37.8, y los máximos entre enero y abril con valores entre 36.0 y 38.5 en promedio (figura 5). Los valores registrados para estas variables estuvieron dentro de los rangos registrados en años anteriores y las diferencias interanuales no se consideran importantes. El comportamiento de la transparencia para los años considerados (figura 6); presenta un aumento de la misma en el mes de septiembre, cuando la ausencia de los vientos alisios disminuye la resuspensión de sedimentos (dada la poca profundidad en este sector de la bahía), favoreciendo la visibilidad del disco Secchi. Los promedios mensuales para la estación del arrecife variaron entre 9.8 y 18 m y para la pradera fluctuaron entre 1.2 y 7.3 m, los cuales están dentro de los rangos registrados en años anteriores. Las variaciones interanuales no se consideran anormales.

En cuanto al seguimiento a la pradera conformada por *T. testudinum* se ha obtenido que tanto la biomasa (g/m²), como la productividad (g/m²/día) presentaron una ligera disminución en los valores promedios (tabla 3) en 1997 con relación a 1996, sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los valores registrados como normales para el Caribe y son valores comparativamente más altos que los reportados en otras estaciones CARICOMP.

Tabla 3. Valores promedio de biomasa y productividad de *T. testudinum* en la estación CARICOMP en Chengue.

VARIABLE	1996	1997
Biomasa (g/m ²)	1141	932.5
Productividad (g/m ² /día)	2.75	2.08

Se destaca el trabajo que CORALINA viene desarrollando en este ecosistema sobre la caracterización de las praderas de pastos marinos de las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

1.2.4 Estado de conservación.

Las praderas de fanerógamas marinas son el ambiente sedimentario somero más productivo, presentan reconocida importancia como estabilizadores de la línea de costa, habitat y refugio a innumerables especies marinas, alimento y origen de cadenas alimenticias (Steer et al., 1997).

En Colombia no existen procesos de deterioro extensivo asociados a unidades ecológicas de pastos marinos, aunque se tienen datos de daños puntuales ocasionados por actividades antrópicas entre los que se pueden citar: **1)** El de mayor evidencia son los dragados y rellenos observados en lugares como el balneario del Rodadero (Departamento del Magdalena) (Laverde-Castillo, 1994) y en varios sectores en la isla de San Andrés para construcción de puertos y adecuación de viviendas costeras, donde el efecto aún no se ha evaluado (Zea et al., en prensa); **2)** Paso de lanchas sobre las praderas causando daños en las partes más someras, observados especialmente en el sector norte de la Isla de San Andrés (Díaz et al., 1995; Zea et al., en prensa); **3)** El incremento en los nutrientes en las aguas que bañan las praderas ocasionan el incremento de algas epífitas, ocasionando empobrecimiento a las hojas y produciendo la muerte (Hatcher et al., 1989). Se sospecha que este proceso pueda estar ocurriendo en algunas áreas del país como San Andrés (Zea et al., en prensa).

1.2.5 Prioridades de información e investigación.

Estudios en la costa Pacífica con el fin de concretar la ausencia o no de esta unidad ecológica en el área.

Conocer la infraestructura de la población de cada especie a lo largo de la costa para definir claramente los problemas de manejo de la región caribe (Díaz-Pulido, 1997).

Continuidad y establecimiento de nuevos monitoreos en áreas que permitan evaluar el estado del ecosistema y los posibles impactos de actividades humanas.

Realizar estudios biológicos básicos como reproducción, predación, pastoreo, crecimiento, productividad y determinar la dinámica de las poblaciones (Díaz-Pulido, 1997).

Estudios experimentales sobre el efecto de los contaminantes y perturbaciones sobre el ecosistema.

1.3 MANGLARES

1.3.1 Descripción.

A escala mundial existen alrededor de 60 especies de arboles de manglar que cubren 24 millones de hectáreas de áreas intermareales, lagunas, esteros y estuarios del mundo. Estas áreas se concentran en particular al cinturón tropical (Ogden, 1983).

Colombia presenta ocho especies de manglares que forman extensos bosques en las costas del Atlántico y Pacífico, alcanzando en este último su máximo desarrollo de biomasa y productividad (Sánchez-Páez y Alvarez-León, 1997a y b).

Tabla 4. Especies de manglar reportadas en Colombia (Prah et al., 1990).

Nombre Científico	Familia	Nombre Vulgar
<i>Avicennia germinans</i> (L.) Stearn (=A. <i>tonduzii</i>)	Avicenniaceae	Mangle negro
<i>Avicennia bicolor</i> Standley	Avicenniaceae	Mangle negro
<i>Conocarpus erecta</i> L.	Combretaceae	Mangle Botón
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn	Combretaceae	Mangle Blanco
<i>Mora oleifera</i> (Triana) Ducke (= <i>M. Megistosperma</i> (Pittier) Britt. y Rose		Nato
<i>Pelliciera rhizophorae</i> Triana y Planchon	Theaceae	Mangle Piñuelo
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	Mangle Rojo
<i>Rhizophora racemosa</i> G.F.W. Meyer (= <i>R. Harrisonii</i> Leechmann. = <i>R. Brevistyla</i> Salvoza)	Rhizophoraceae	Mangle Rojo

Las condiciones biofísicas que presentan los manglares son de asociaciones vegetales costeras de trópicos y subtropicos. Esta formación vegetal permanece la mayor parte del tiempo anegada. Los arboles de mangle a pesar de pertenecer a grupos taxonómicos diferentes, comparten características morfológicas para tolerar aguas salobres, poseen glándulas especializadas para arrojar el exceso de sal al medio y adaptaciones para ocupar substratos inestables y anaerobios (raíces adventicias, zancudas), su reproducción es por medio de embriones capaces de dispersarse por el agua (Prah et al., 1990). El ambiente adecuado para el desarrollo del manglar esta dentro de los 15-20°C, en un terreno aluvial de grano fino, riberas libres de la fuerte acción de olas y vientos, lugares como estuarios y lagunas costeras.

1.3.2 Distribución.

En el Caribe colombiano (Mapa 4) las áreas de manglar están distribuidas a lo largo del litoral continental e insular, pero se encuentran restringidas a franjas angostas en zonas calmadas como lagunas costeras, y en comparación con el Pacífico ocupan pequeñas superficies discontinuas. Esta unidad ecológica comienzan a aparecer en el Golfo de Urabá, especialmente en el delta del río Atrato (Corpes, 1992); en el delta del río Sinú vuelven a aparecer formaciones de diferentes tipos de manglar, especialmente en la Bahía de Cispatá y Ciénaga de la

Caimanera (Golfo de Morrosquillo). Otra serie de manglares se encuentran en Barú, Tierra bomba, Bahía de Cartagena, Ciénagas de la Virgen y Mallorquín. Las áreas más extensas del Caribe se encuentran en el delta exterior del río Magdalena (Ciénaga Grande de santa Marta e Isla de Salamanca); pequeñas formaciones aparecen en las ensenadas del parque Tayrona (Garzón-Ferreira y Cano, 1991) y en las desembocaduras de varios ríos sobre las costas de la Guajira (Bahías Portete, Honda y Hondita, Turkakas y Cosinetas) (INVEMAR, 1988; Prah, 1989; Sánchez-Paéz y Alvarez-León, 1997a). Algunos bosques de manglar sobreviven aún en las islas de San Andrés y Providencia, Archipiélago de las Islas del Rosario y San Bernardo e Isla Fuerte.

Las formaciones de manglar del Pacífico (Mapa 5) ocupan una faja continua y de ancho variable la cual comprende desde el río Mataje en la frontera con Ecuador, hasta Cabo corrientes; de este lugar hasta Punta Arditá, la faja es discontinua, debido a la presencia de acantilados rocosos, limitando así la presencia de estos bosques a algunos enclaves hasta la frontera con Panamá. Las formaciones importantes en el sector norte se presenta en Juradó, Ensenada de Utría, Nuquí y Coquí en el Golfo de Tribugá. Desde Cabo Corrientes hacia el sur se presenta una faja de manglares casi continua que penetra unos 20 – 30 km tierra adentro (Cantera, 1994). A partir del río Iscuandé hasta el río Patía (Dpto. Nariño), se extienden las formaciones más amplias de manglares en Colombia (Parque Nacional Natural Sanquianga) (Sánchez-Paéz y Alvarez-León, 1997a).

La siguiente tabla presenta en forma resumida la ubicación y extensión de las formaciones de manglar para ambas costas colombianas.

Tabla 5. Distribución y extensión de los bosques de manglar en el Caribe y Pacífico Colombiano (Zambrano y Rubiano, 1996; 1997).

Costa	Departamento	Area (ha)	Porcentaje en la región	Porcentaje a nivel nacional
Atlántica	Antioquia	6084.7	7.05	1.61
	Atlántico	336.9	0.39	0.09
	Bolívar	5704.9	6.61	1.51
	Chocó	41.6	0.05	0.01
	Córdoba	8862.2	10.27	2.34
	Guajira	3131.2	3.63	0.83
	Magdalena	52477.7	60.80	13.85
	Sucre	9574.3	11.09	2.53
	San Andrés/Prov.	97.0	0.11	0.03
Subtotal		86.310.5	100.00	100.00
Pacífico	Cauca	36276.8	12.39	9.57
	Chocó	64750.5	22.12	17.08
	Nariño	149735.8	51.15	39.50
	Valle del Cauca	41961.4	14.33	11.07
Subtotal		292724.5	100.00	100.00
TOTAL		379.035.0		

1.3.3 Gestión.

Durante el año de 1997 se llevo acabo por parte del Ministerio del Medio Ambiente y Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), el desarrollo de la Coordinación Nacional de un proyecto orientado a la conservación y manejo para el uso múltiple y el desarrollo de los manglares en Colombia. Este proyecto se desarrollo en las costas colombianas através de las Corporaciones Autónomas Regionales de cada departamento entre 1995-1997; el estudio busco concertar con las comunidades ribereñas de cada región la importancia de los manglares y de la flora y fauna asociada y la gran cantidad de actores que, día a día, se benefician en forma directa o indirecta de las bondades de ecosistemas de alta productividad que han sido sometidos a grandes presiones antrópicas (Sánchez-Páez y Alvarez-León, 1997a).

A continuación se presenta la síntesis de los datos obtenidos entre enero de 1996 y abril de 1998 evaluados en el ecosistema de manglar del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), específicamente en la Bahía de Chengue, dentro del Programa Internacional CARICOMP - INVEMAR:

En cuanto al monitoreo de las variables ambientales que se evalúan se observa que el comportamiento de la temperatura y salinidad del agua muestra un patrón típico de variación estacional anual para la zona de Santa Marta. Registrándose los mínimos valores de temperatura hacia el final (diciembre) y principio del año (enero-abril) y entre junio y octubre los máximos de temperatura (figura 7), con promedios mensuales entre 25.5 – 29°C y 27.9 – 30.7°C para cada época (mínimos y máximos) respectivamente. Los valores más bajos para la salinidad se observaron en septiembre y octubre, con promedios de 34.0 y 37.8, y los máximos entre enero y abril con valores entre 37.7 y 40. en promedio (figura 8). Los valores registrados para estas variables estuvieron dentro de los rangos registrados en años anteriores y las diferencias interanuales no se consideran importantes.

Los promedios de los atributos estructurales (altura y DAP) del bosque de *Rhizophora mangle* observado para 1996 y 1997 (tabla 6) se conservaron invariables. Lo anterior no significa que estructuralmente el bosque no ha crecido, sino más bien que no hay evidencia de deterioro del bosque. Es probable que las metodología para la determinación de estas características no sea lo suficientemente sensible a pequeños cambios, como los que se suceden en Chengue, por ser un manglar de borde, con desarrollo limitado. En términos de la productividad (caída mensual de hojarasca), los promedios hallados para 1996 y 1997, no difieren sensiblemente (tabla 6); la relativa disminución del promedio para 1997 se debió a una disminución en los componentes de hojas y frutos (propágulos) de la hojarasca, sin embargo, los valores registrados son normales y comparativamente mayores a otras estaciones CARICOMP. Así mismos, los promedios de salinidad intersticial (tabla 6), son semejantes y están dentro de los rangos de variación observados para el Caribe.

Tabla 6. Valores promedio de las variables en la estación CARICOMP de *R. mangle* en Bahía de Chengue.

VARIABLE	1996	1997
Altura (m)	7.5	7.4
DAP (cm)	11.8	11.8
Productividad (g/m ²)	137	118
Salinidad intersticial	42.5	45.2

INVEMAR realizó un monitoreo de la fauna asociada a las raíces del mangle rojo en el área de influencia de la línea submarina en el Golfo de Morrosquillo, en el cual se abarco todo el margen costero desde Bahía de Cispatá hacia el sur hasta punta San Bernardo al norte (40 km aprox.). La investigación caracterizó espacialmente las comunidades macrozoobénticas del área de influencia del proyecto, con base en parámetros biológicos selectos tales como abundancia, diversidad y dominancia (INVEMAR, 1997c).

Adicionalmente el Programa de Calidad Ambiental Marina del INVEMAR, tiene un componente de estudio basado en la ecología del manglar del delta exterior del Río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), en el cual se realizan estudios sobre: **1)** Variables físico-químicas en sedimentos del manglar, **2)** Fenología reproductiva de *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle* y **3)** Regeneración natural del bosque; básicamente se desea determinar cambios de condiciones físico-químicas de los suelos causados por la reapertura de caños, de tal forma que se puedan dar pautas acerca de sectores de la CGSM aptos para diseñar programas de reforestación con las especies de manglar existentes en la zona.

En cuanto a gestiones desarrolladas en estas unidades ecológicas por Corporaciones Autónomas Regionales, se destaca CORPOURABA y CORPAMAG con las siguientes actividades:

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá “CORPOURABA”, desarrollo un proyecto sobre la descripción y zonificación del manglar del Golfo, dentro del cual se realizaron actividades para la recuperación de áreas sometidas a procesos de erosión litoral en las zonas urbanas y se mejoraron las condiciones de infraestructura urbana y paisajísticas de la línea costera.

Dentro del marco del proyecto Pro-Ciénaga, la Corporación Autónoma Regional del Magdalena viene desarrollando con el apoyo financiero de la GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), la evaluación de la recuperación de la vegetación de la CGSM; dentro de las actividades que se destacan en 1997, está la asesoría prestada por la Dr. Marie Luise Schmetter, quien evaluó la regeneración de la vegetación y el mejoramiento de las condiciones de crecimiento de la vegetación ribereña, que se ha venido presentando con la

apertura de los diferentes caños (Clarín, El torno y los Almendros), anteriormente cerrados, y la construcción de box-couverts en diferentes sitios de la carretera Ciénaga-Barranquilla; comparando finalmente el estado actual del bosque de manglar con el que existía antes de la muerte del mismo.

Entre los resultados obtenidos, resalta que el ingreso de agua dulce a través del Caño Clarín a la CGSM ha mejorado notablemente en los alrededores del canal las condiciones para el crecimiento de la vegetación. En la mayoría de las lagunas vecinas al caño la salinidad bajo, acercándose a valores determinados antes de la muerte del manglar (tabla 7), contrariamente los suelos de terrenos elevados, que se inundan solamente durante el período de lluvias, la salinidad tiene todavía un valor alto (tabla 8).

En áreas que se inundan ocasionalmente, se observa una regeneración baja del manglar (*Avicennia*), a diferencia de las áreas que se inundan casi constantemente son repobladas rápidamente; en los dos últimos años en ciertos sitios el crecimiento de las plantas fue tan notable que se formo un bosque joven, no obstante existen áreas en que la regeneración todavía no ha comenzado.

Schetter (en prensa), señala que todos los trabajos de ingeniería que se han llevado a cabo tienen como objetivo reducir las elevadas concentraciones de sal hasta niveles tolerables para las plantas, esperando así una recuperación del ecosistema original de manglar; adicionalmente indica que para acelerar la regeneración en las áreas siempre inundadas a las que no llegan propágulos, se recomienda tomar en consideración la reforestación. Siguiendo la misma línea en cuanto a la regeneración del manglar, Perdomo (en prensa) ha evaluado la influencia de los cambios ambientales por la entrada de agua dulce estimando la capacidad del bosque para recuperarse por sí solo e identificando aquellos sitios en los cuales se hace necesario adoptar técnicas de repoblación artificial tales como dispersión y siembra de propágulos, siembra de estacas y acodos naturales.

Tabla 7. Salinidad (‰) del agua de lagunas laterales de la carretera Ciénaga-Barranquilla.

	Sector Sur 1965/66	Sector Sur 1988	Sector Sur 1997	Sector Norte 1965/66	Sector Norte 1988	Sector Norte 1997
Km 15						
Nov	0.4			0.2		
Feb	0.3			4.6		
Jun	9.3					
Ago		55.0			51.6	
Sep	0.3		6.9			4.1
Km 20						
Nov	0.6			2.2		
Feb	0.8			4.5		
Jun	6.9			13.3		
Ago		43.6			64	
Sep	0.4		4.9	1.1		30.8

Tabla 7. Continuación.

	Sector Sur 1965/66	Sector Sur 1988	Sector Sur 1997	Sector Norte 1965/66	Sector Norte 1988	Sector Norte 1997
Km 25						
Nov	5.8			9.9		
Feb	12.0			19.8		
Jun	37.5			42.7		
Ago		60.6			35.4	
Sep	5.3		4.3	14.5		13.9

Tabla 8. Salinidad de cuerpos de agua abiertos en comparación con la salinidad del agua freática en la orilla vecina.

Fecha	Cuerpo de agua abierto	Agua freática	Profundidad de agua freática
Ciénaga Grande Marzo 1996	24.2	57.7	50

Octubre 1996	9.0	30.7	14
Caño Clarín Km 17 N			
Mayo 1995	18.7	120.4	62
Septiembre 1995	5.4	96.7	17
Abril 1997	1.5	95	85
Junio 1997	0.5	95	10

1.3.4 Estado de conservación.

En Colombia durante los últimos 40 años se han talado 57.276 hectáreas de manglares, registrándose actualmente solo 292.724 hectáreas, de las cuales el 73% corresponde a áreas de manglar poco intervenido, al 24% a áreas medianamente intervenidas y el 3% a áreas altamente críticas (Díaz-Pulido, 1997).

En la costa Pacífica colombiana existe alrededor de 8400 hectáreas destruidas (tabla 9); En la costa Atlántica se han destruido alrededor de 67000 hectáreas en los últimos 16 años siendo esta última un área en la cual existe mayor número de Parques Nacionales Naturales que presentan este ecosistema (tabla 10) (Díaz-Pulido, 1997).

Tabla 9. Hectáreas de manglar desaparecido entre 1969 y 1996 en los departamentos de la costa Pacífica colombiana. (Zambrano y Rubiano, 1996).

AÑO	CAUCA	NARIÑO	VALLE	CHOCO
1969	44 660.48	154 617.52	42 306.45	64 852.18
1996	36 276.78	149.735.75	41 961.41	64 750.45
Diferencia	8383.7	4881.77	345.04	101.73

Tabla 10. Parques Nacionales Naturales del área de la costa Atlántica y Pacífica donde existe ecosistema de manglar.

Parques Nacionales Naturales del área de la costa Atlántica

CPNN Isla de Salamanca	Magdalena
PNN Tayrona	Magdalena
PNN Submarino Corales (Islas) del Rosario y San Bernardo	Bolívar
PNN Old Providence y Mc Bean Lagoon	San Andrés, Providencia
PNN Manglares de San Andrés y Providencia	San Andrés y Santa Catalina

Tabla 10. Continuación.

Parques Nacionales Naturales del área de la costa Pacífica

PNN Sanquianga	Nariño
PPN Utría	Chocó

1.3.5 Prioridades de información e investigación.

Unificación de procedimientos cartográficos y medición de coberturas de los bosques de manglar, debido a las diversas metodologías empleadas por diferentes investigadores para la evaluación.

Dada la escasa información que se tiene de los bosques del delta del Río Atrato y la Península de la Guajira se requiere de estudios estructurales de línea de base (Díaz-Pulido, 1997).

Determinación de áreas alteradas y zonas en buenas condiciones.

Se hace necesario la implementación de sistemas, estudios y planes que generen información precisa y actual de los índices de extracción de los recursos.

Aumentar el conocimiento en cuanto a la dinámica espacial y temporal de los bosques de manglar y su relación con los procesos climáticos, hidrológicos, sedimentológicos y biológicos (Cantera, 1994).

1.4 FONDOS SEDIMENTARIOS

1.4.1 Descripción.

Los fondos sedimentarios pueden diferenciarse espacial y estructuralmente: los fondos submarinos cubiertos por sedimentos de diversa textura y composición se extienden desde la zona infralitoral hasta las mayores profundidades; los fondos de la plataforma continental son aquellos ubicados por debajo de los 5 m de profundidad, hasta el punto de quiebre de la plataforma, sin incluir la zona intermareal de playas ni los fondos vegetados (Corpes, 1992).

Los fondos de la plataforma continental marina colombiana ocupan un área aproximada de 6600 millones de ha., con una extensión de 22 km desde la línea de costa (Arias, 1994). Es un ecosistema de gran importancia como productor de alimentos, fuente de materia prima, reciclaje de nutrientes y por lo tanto estabilizador del ciclo de vida de muchos organismos y particularmente de especies comerciales, que constituyen una base económica para los países costeros (Alongi, 1989; Corpes, 1992).

La plataforma continental tiene una parte maciza en el litoral que puede estar mezclada con piedras de tamaño diverso o con arena y restos calcáreos de seres vivos. Conforme aumenta la profundidad, el sustrato se hace cada vez más blando y fino, llegando a ser fango o arcilla (Lorin et al., 1973; García y Sandoval, 1983; Blanco, 1993).

Existen amplias extensiones de la plataforma continental, desde la costa hasta mayores profundidades, compuestas por fondos arenosos, areno-fangosos o lodosos, que presentan comunidades biológicas que poseen elementos faunísticos aparentemente poco variados en comparación con otros ecosistemas. El tipo de sedimento va a marcar la diferencia en la composición de los organismos asociados a los fondos, sin embargo, los organismos asociados a los fondos sedimentarios presentan adaptaciones estructurales y fisiológicas de gran complejidad, como el desarrollo de mecanismos de desplazamiento y excavación en el sustrato que les permite construir galerías y túneles para escapar de la acción mecánica del oleaje y de los depredadores y presentan estructuras para la ingestión y la respiración bajo el sedimento. Otras adaptaciones que también son determinantes en la estructura de las comunidades y estabilidad espacio-temporal son: el tipo de grano, profundidad, contenido de material orgánico, capacidad del sedimento para intercambio de gases y las surgencias (Alongi, 1989; Corpes, 1992; Guzmán-Alvis y Díaz, 1993; Arango, 1996).

La fauna bentónica que se encuentra en los fondos de la plataforma continental tiene dos componentes la infauna y la epifauna. Infauna son los organismos que se encuentran enterrados en el sedimento, y la epifauna aquellos que se encuentran por encima de él. A diferencia de otros ecosistemas marinos, la producción primaria de los fondos sedimentarios es muy baja y tanto la infauna como la epifauna dependen de la "lluvia" de materia orgánica proveniente de los estratos superiores de la columna de agua o por transporte horizontal de elementos de otros ecosistemas más productivos (Vegas, 1980; Levinton, 1995).

1.4.2 Distribución.

Los Fondos Sedimentarios cubren cerca del 95% de la plataforma continental de Colombia (Corpes, 1992), sin embargo, hasta el momento, no se conoce la extensión y ubicación precisa de los fondos sedimentarios de la plataforma continental colombiana, y se considera que este es uno de los ecosistemas que requiere mayor investigación a todo nivel.

La plataforma continental en el Caribe termina entre 130 y 150 metros de profundidad y a partir de allí el talud se precipita abruptamente sobre la cuenca de Colombia. A la altura del golfo de Morrosquillo y frente a la península de la Guajira la plataforma es ancha (40 m) y presenta una franja extremadamente estrecha frente a Bocas de Ceniza y en el área de Santa Marta (Mapa 6), para el área de Santa Marta no se habla de plataforma propiamente dicha, dado que el fuerte relieve de la Sierra Nevada de Santa Marta continúa directamente en forma de un pronunciado talud (Corpes 1992; Molina 1990). Con base en las características generales de los sedimentos de las áreas marinas del Caribe colombiano, se presentan fondos lodosos desde el golfo de Urabá hasta la región de Santa Marta, mezclándose con fondos predominantemente arenosos en los sectores de Isla Fuerte-Cartagena y Cartagena-Río Magdalena (Corpes 1992; Díaz 1995). Entre tanto, la plataforma de la Guajira está dominada casi en su totalidad por arenas y sedimentos de grano grueso con restos de material calcáreo y "nódulos" o agregaciones de ostras y otros invertebrados (Borrero et al. 1996).

Para el Pacífico colombiano, se han realizado mapas batimétricos que muestran la existencia de una plataforma continental estrecha en la región norte, donde la isóbata de 200 m está muy cerca de la costa, aproximadamente a 15 km, mientras que al sur se extiende hasta la isla Gorgona, situada a 55 km (Mapa 7). En esta franja las profundidades no superan los 200 m (Cantera y Contreras 1993). Los fondos sedimentarios que bordean la costa Pacífica colombiana están constituidos principalmente por lodos terrígenos al norte de Cabo Corrientes y por lodos arenosos terrígenos al sur. Esta región presenta una plataforma más ancha debido al aporte de sedimentos de los numerosos ríos que desembocan en la costa (Cantera y Contreras 1993).

1.4.3 Gestión.

En el Caribe colombiano se realizaron trabajos sobre infauna y epifauna en el área del Golfo de Salamanca (Magdalena), determinándose comunidades, no influenciadas por agentes antrópicos o externos; la profundidad es considerada como el principal factor que determina la distribución espacial y la estructura de la(s) comunidad(es) (Córdoba, 1997; López, 1997; Trujillo, 1997). Sin embargo, en estos ecosistemas se hace necesario estudios o monitoreos más continuos que permitan determinar si estas comunidades están influenciadas por variaciones cíclicas multianuales (INVEMAR, 1997a).

Persiste escasez de información cuantitativa de comunidades de fondos sedimentarios, principalmente de la epifauna, hecho válido para ambas costas colombianas, dado que en el Pacífico esta información es más escasa aún a nivel cualitativo; teniendo en cuenta este vacío de información el INVEMAR viene desarrollando un proyecto orientado al diagnóstico y estudio ecológico pesquero para la construcción de un modelo trófico de los recursos hidrobiológicos marinos del Pacífico colombiano, siendo el bentos marino, uno de sus componentes.

1.4.4 Estado de conservación.

Actualmente no se tienen bases suficientes sobre el conocimiento general descriptivo de las comunidades, por lo cual es difícil evaluar el estado de conservación de los ecosistemas de fondos sedimentarios, no existiendo aún estudios de referencia que permitan estimar impactos y perturbaciones de los mismos. Sin embargo el ecosistema no parece estar en peligro.

1.4.5 Prioridades de información e investigación.

Motivación e interés por parte de la comunidad científica hacia los sistemas de fondos sedimentarios sobre la plataforma continental del Caribe y Pacífico colombiano.

Estudios piloto que permitan estandarizar técnicas y métodos de muestreo de las comunidades bentónicas que posibiliten la comparación de estos ambientes en áreas tropicales con los estudios realizados en zonas subtropicales y templadas (Díaz- Pulido, 1997).

Determinar niveles de contaminación existente en áreas de intensa actividad antropogénica, industrial, urbana, de descargas continentales, etc.

Desarrollar programas de monitoreo y control de contaminación de los fondos, a nivel sedimentológico y biológico.

Estudios de caracterización de comunidades bentónicas tanto de la infauna como de la epifauna, cubriendo áreas extensas para explorar los patrones de distribución de las especies (Díaz-Pulido, 1997).

1.5 LITORALES ROCOSOS

1.5.1 Descripción.

Es una unidad ecológica constituida por una comunidad biológica asentada sobre el material geológico parental que aflora del litoral formando acantilados rocosos o sobre sustratos duros secundarios, como plataformas calcáreas emergidas por movimientos de la corteza terrestre y glaciaciones. Las formaciones rocosas compactas presentan generalmente una pendiente muy marcada, razón por la cual caen directamente al mar, formando costas altas. Se desarrolla principalmente en la zona de marea, en la interfase mar – tierra, delimitado en su parte superior por la vegetación terrestre y en su parte inferior por la desaparición del sustrato rocoso (Vegas, 1980; Barnes y Hughes, 1986; Corpes, 1992; Cantera y Contreras, 1993).

Los litorales rocosos se encuentran en ambientes que reciben un fuerte impacto del oleaje y sus organismos están sometidos a condiciones intermitentes de exposición al aire y al agua, recibiendo una alta radiación solar, factores que determinan que las especies que habitan allí presentan cierto tipo de adaptaciones morfológicas y fisiológicas para resistir tales condiciones extremas; entre algunas adaptaciones encontramos la morfología más bien aplanada, sistemas de agarre bien desarrollados y cuerpos generalmente flexibles o calcáreos (Seoane-Camba, 1969; Vegas, 1980; Barnes y Hughes, 1986). Estos factores de tensión natural favorecen una biocenosis muy diversificada, basada en la productividad de algas bénticas y de algunos aportes exógenos (Márquez, 1996).

Existen diversas terminologías empleadas en la zonación de los litorales (Lewis, 1960 ;Stephenson y Stephenson, 1949 y Brattström, 1980), pero todas ellas se han basado en términos biológicos lo cual es necesario porque aunque éstas zonaciones estén relacionadas con niveles de marea, hay muchos otros factores que influyen sobre la misma como, topografía y estabilidad del sustrato, factores climáticos, geología natural del litoral, grado de exposición al oleaje, desecación y cambios de temperatura, (Lewis, 1964 y Little y Kitching, 1996).

La zonación que se presenta en este ecosistema está definida con base en organismos indicadores y las condiciones físicas ya mencionadas. Para las regiones tropicales el esquema más utilizado es el Stephenson y Stephenson (1949), que identifica claramente tres zonas: **1)** Supralitoral: zona de transición entre la tierra y el mar, **2)** Mesolitoral: zona media, caracterizada por una mayor actividad de las mareas y por consiguiente las continuas inmersiones y emersiones, **3)** Infralitoral: es el área de inmersión continua, (Vegas, 1980). La mayor diversidad biológica se presenta en el mesolitoral e infralitoral, lo que es de esperarse dada la mayor adaptabilidad que requieren los organismos del supralitoral, los cuales se encuentran sujetos a continuas emersiones.

1.5.2 Distribución.

El ecosistema litoral rocoso es relativamente reducido en el área del Caribe colombiano, la presencia de algunas de éstas unidades ecológicas se pueden observar en el Mapa 8, destacándose áreas como Santa Marta y el

Parque Nacional Natural Tayrona, donde la composición, estructura y zonación de las comunidades rocosas ha sido relativamente bien estudiada (Guillot y Márquez, 1978; Brattström, 1980; Márquez y Guillot, 1983).

La costa Pacífico colombiana puede ser dividida en dos grandes áreas geográficas diferenciales a partir de Cabo Corrientes (Mapa 9). En la parte norte, dominada por las estribaciones de la Serranía del Baudó, se presentan acantilados rocosos con una longitud aproximada de 287 km formados por basaltos (Martínez, 1993), presentándose en regiones como Punta Marzo, Bahía Humboldt, Punta Cruces, Punta Solano, Ensenada de Utría y Cabo Corrientes. En las áreas de Bahía Cupica, Bahía Solano y Ensenada Tribugá, el borde marino está constituido por rocas de diferente tipo, pero poco se sabe de éstas comunidades y de sus esquemas de zonación y distribución (Díaz-Pulido, 1997).

Hacia el sur de cabo corrientes los acantilados aparecen como formaciones discontinuas al sur de la desembocadura del río San Juan, Bahía Málaga, Bahía de Buenaventura, Golfo de Tortugas y en Isla del Gallo en Tumaco (Díaz-Pulido, 1997). En el área oceánica del Pacífico colombiano se destaca el litoral rocoso de la Isla Malpelo, la cual es un promontorio rocoso de unos 376 msnm y una extensión aproximada de 35 ha., con acantilados rocosos que bajan casi verticalmente hasta los 90 m de profundidad (Birkeland et al., 1975; Prah, 1990).

1.5.3 Gestión.

Blanco y Nuñez (1997) describieron en el Caribe la estructura, zonación y distribución de la comunidad de los litorales rocosos de Boca Chica (Isla de Tierra Bomba), indicando que las diferencias en la composición de especies y géneros encontrados en el área, refuerza la opinión de varios autores en el sentido de la presencia de provincias biogeográficas limitadas por la desembocadura del río Magdalena.; también señalan que en su conjunto la comunidad litoral sigue una pulsación temporal, evidenciada por las diferencias estructurales encontradas en cada muestreo, que parece corresponder a un ciclo de más de un año.

1.5.4 Estado de conservación.

Aparentemente el resultado de actividades antrópicas en esta unidad ecológica es bajo, no se conoce con certeza el estado de conservación de los litorales rocosos y acantilados colombianos (Cantera, 1994). Aunque existen áreas protegidas tanto en el Atlántico como en el Pacífico (**1**) Parque Nacional Natural Tayrona, **2**) Area de reserva para pesca artesanal del Golfo de Urabá, **3**) Parque Corales del Rosario **4**) Ensenada de Utría, **4**) Isla Gorgona, **5**) Sanquianga y **6**) Isla Malpelo), en estas zonas protegidas no se cumple estrictamente con las reglamentaciones en cuanto a protección de fauna y flora.

1.5.5 Prioridades de información e investigación.

Estudios taxonómicos e inventarios de diversos grupos de organismos. (Cantera, 1994).
Realizar estudios básicos cuantitativos acerca de las abundancias de los organismos, y de la variación en el tiempo, al igual que estudios de tipo biogeográfico (Cantera, 1994).

Determinación de áreas alteradas y de aquellas en buenas condiciones.

Estudios experimentales y de campo sobre los efectos de la contaminación en estos ecosistemas.

Desarrollar estudios sobre perturbaciones naturales que ocurren en los litorales rocosos y acantilados, como el Fenómeno El Niño, tsunamis y bioerosión, entre otros (Díaz-Pulido, 1997).

1.6 PLAYAS ARENOSAS

1.6.1 Descripción.

Es un ecosistema formado por el depósito de sedimentos no consolidados, transportados a las costas y moldeados en formas características mediante la acción del movimiento del agua generado por las olas, las corrientes y otros factores físicos como el viento (Rodríguez, 1982; Snedaker y Getter, 1985). Aunque las playas parezcan estériles, existe un número insólitamente grande de especies de plantas y animales que dependen de las interacciones entre varios factores, incluyendo sus procesos dinámicos (acumulación y erosión) (Snedaker y Getter, 1985); su productividad es relativamente baja, pero de estos sustratos de tipo arenoso y/o fangoso depende gran parte de la pesca marina, ya que existe una estrecha relación con la riqueza de la columna de agua y los aportes de materia orgánica (Steer et al., 1997). Algunos de los factores determinantes en la diversidad biológica de las playas son la granulometría, porosidad y naturaleza del sustrato, acción del oleaje, contenido de gases disueltos (especialmente el oxígeno), temperatura y salinidad (Márquez, 1990).

De acuerdo con la intensidad del oleaje los ecosistemas de playas arenosas se clasifican en playas de alta o baja energía; en Colombia y en general en los mares tropicales predomina el primer tipo, es decir, de fuerte oleaje (Dexter, 1974).

A lo largo del litoral Caribe se presentan playas areno-fangosas caracterizadas por la gran diversidad de comunidades biológicas, pero la estrecha amplitud de las mareas hace que la zona intermareal sea bastante limitada así como la zonación. Sin embargo existen franjas definidas en la zona litoral caracterizables ecológicamente, entre el mesolitoral e infralitoral superior (Corpes, 1992). En algunas regiones del Pacífico, el material arenoso no se acumula en el borde costero sino que lo hace a poca distancia frente a la playa, este proceso forma inicialmente los llamados “bajos” y posteriormente las “barras” que actúan como rompeolas y juegan un papel importante en el mantenimiento de la alta productividad de los estuarios, actuando como trampa de nutrientes (bajamar) y retornando este material en descomposición hacia la zona costera y el manglar(marea alta) (Cantera y Contreras, 1993).

1.6.2 Distribución.

Las Playas del Caribe se localizan (Mapa 10) en áreas de mayor dinámica eólica y en mayor grado de exposición al oleaje, siendo frecuentes y dominantes en zonas comprendidas entre Cartagena - Río Magdalena, Bocas de Ceniza - Punta Gloria, Río Piedras - Guajira (Corpes, 1992; Díaz y Puyana, 1994). Las playas arenosas blancas formadas generalmente por restos de esqueletos carbonatados de organismos marinos, como corales, algas calcáreas y moluscos, y representan un atractivo turístico, se localizan en zonas como Isla Fuerte – Cartagena, Punta Gloria – Río Piedras y áreas insulares como San Andrés, Providencia y los Cayos.

En la parte norte del litoral Pacífico (Mapa 11) se encuentran playas resguardadas donde la energía de las olas es relativamente baja, como Bahía Solano, Humboldt, Aguacate, Coredó Nabugá y Guaca. En la costa sur las playas se caracterizan por estar formadas principalmente de sedimentos areno-fangosos debido a los aportes de ríos importantes como el Baudó, San Juan, Dagua, Anchicayá, Naya, Patía y Mira (Cantera y Contreras, 1993; Martínez, 1993). En esta zona son bien importantes las formaciones Isla – Barrera (Martínez y González, 1997), que son cuerpos de arena que se hallan separados por bocanas o estuarios asociados a la desembocadura de los principales ríos que desaguan al mar; alcanzan longitudes de arena que varían entre 3 y 10 km y un ancho promedio de 1 km; son de escasa elevación y no superan 1.50 m por encima del nivel promedio de marea alta; siendo uno de los rasgos característicos de estas formaciones la presencia de crestas de playas similares a las encontradas en la parte norte (Martínez, 1993).

1.6.3 Gestión.

INVEMAR (1997b), realizó en el área de Pozos Colorados (Santa Marta) un estudio sobre la concentración de carbón en aproximadamente 8 km de playas ubicadas a ambos lados del puerto carbonífero de PRODECO, llegándose a determinar que no se presenta acumulación de carbón importante en las fracciones de 100 a 250 micras o en la inferior a

63 micras. Las actuales concentraciones de carbón no afectan para nada la estructura y distribución de la fauna meso e infralitoral de las playas ubicadas en inmediaciones del puerto.

1.6.4 Estado de conservación.

Aunque existen áreas de playas protegidas en departamentos como: **Magdalena** (Parque Nacional Natural Tayrona), **Antioquia y Chocó** (zona de reserva para la pesca artesanal del Golfo de Urabá ; Ensenada de Utría), **Bolívar** (Parque nacional Natural Corales del Rosario), **Cauca** (Isla Gorogona) y **Nariño** (Sanquianga), el control que ejercen las autoridades ambientales en estas áreas es mínimo y muchas de ellas se ven seriamente afectadas.

En Colombia la mayoría de las playas son de tipo arenoso, siendo para el hombre el mayor atractivo turístico como lugares de habitación y acceso al mar, (Steer et al., 1997). Es clara la gran influencia de actividades antrópicas en muchas de las playas del país causada por actividades como turismo, contaminación por aguas residuales e hidrocarburos, carbón, basuras y erosión. Sin embargo, no se conoce con certeza su estado actual de conservación dada la ausencia de estudios previos sobre fauna y estructura de sus comunidades.

1.6.5 Prioridades de información e investigación.

Caracterizar e inventariar taxonómicamente la fauna de ambientes de playa, dado el poco conocimiento existente y teniendo en cuenta que la información con que se cuenta es muy parcial y preliminar (Restrepo y Correa, 1994).

Investigaciones sobre efectos de perturbaciones naturales o antropogénicas en estos ecosistemas , como el Fenómeno del Niño, terremotos, huracanes, erosión, turismo y contaminación.

Implementar programas de monitoreos que permitan llevar o establecer un control sobre las perturbaciones ejercidas al ecosistema.

Realizar limpiezas de playas y promover la vigilancia en las mismas, no solo para evitar extracción de recursos, sino también para controlar la contaminación por parte de los visitantes (turistas).

1.7 LAGUNAS COSTERAS Y ESTUARIOS

1.7.1 Descripción.

Las lagunas costeras son depresiones formadas en las ensenadas o en las partes terminales de los planos de inundación de los ríos; algunas son de origen tectónico y otras se forman por la acumulación de sedimentos arrastrados por las corrientes marinas; estas unidades ecológicas se diferencian de los estuarios por sus rasgos geomorfológicos, sin embargo sus características biológicas, físicas y químicas son similares (Lankford, 1977).

La principal diferencia de los estuarios consiste que el cuerpo de agua es semicerrado y tiene una conexión libre con el mar la cual se diluye con el agua proveniente del drenaje terrestre ya sea por un río o flujos de agua estacional. Mientras que la laguna costera es una depresión que permanece por debajo del nivel promedio más bajo de la marea más baja, teniendo una comunicación con el mar permanente y una barrera de protección al oleaje del mar (Alvarez-León y Polanía, 1994; Corpes, 1992; Hernández, 1994), la importancia de las lagunas costeras y estuarios es que permiten el reciclaje de nutrientes, protegen la costa contra tormentas y sirven de hábitat y refugio de muchas especies de importancia comercial y de subsistencia para las poblaciones de pescadores que habitan las áreas aledañas (INVEMAR, 1998a).

1.7.2 Distribución.

Los estuarios y lagunas costeras en el Caribe colombiano (Mapa 12) se encuentran localizados en las desembocaduras de los ríos Magdalena, Sinú, Atrato y Canal del Dique; con una extensión 155.472 hectáreas (Alvarez-León y Polanía, 1994) (tabla 11). En el Pacífico colombiano (Mapa 13) el ecosistema de Estuarios y Lagunas Costeras presenta unas características interesantes ya que este se encuentra ligado al sistema fluvio-deltaico de la región; observándose dos grandes abanicos fluviales presentes entre los ríos Tapaje y Patía y el delta del río San Juan. Estos sistemas fluvio-deltaicos presentan características geomorfológicas como depósitos aluviales, valles fluviales, alta precipitación y zonas de mezcla de aguas, al igual que mareas semidiurnas con períodos de 12:15 horas, estas características hacen que la región del Pacífico sea muy particular (Prahl et al., 1990).

Tabla 11. Distribución de estuarios y lagunas costeras por desembocaduras de ríos en el Caribe y Pacífico colombiano.(INVEMAR,1998a; Restrepo y Cadavid, 1995).

Desembocadura	Estuarios	Lagunas costeras
<u>COSTA CARIBE</u>		
Río Sinú (Antioquia)	Bahía Morririo	Mestizos, La Muerte, Pepino y Honda.
Río Atrato (Antioquia)	Mulatos,Guadualito, San Juan, León,Turbo, Murindo,Caimán Nuevo, Jodega, Necoclí,Chajeado, Corrulado,Chigorodo, Murri, Sucio.	
Canal del Dique (Bolívar)	*Bahía de Cartagena	Ciénaga de la Caimanera Ciénaga de la Virgen Cholón,Portonaito,Pelao,Baru, Vázquez, Mohán,Ciénaga Honda Ciénaga Coquitos,Ciénaga Cocón, Ciénaga Cocoliso.
Río Magdalena (Atlántico)		Ciénaga de Mallorquín Ciénaga Grande de Santa Marta Complejo de Pajarales
PNNT (Magdalena)	Chengue, Cinto	
<u>COSTA PACIFICA</u>		
Abanicos fluviales		
Río San Juan (Valle-Choco)	Boca San Juan, Boca Chavica.	
Ríos Tapaje y Patía (Nariño)		

*La Bahía Cartagena se comporta como un estuario positivo.

1.7.3 Gestión.

Uno de los pocos estudios realizados en lagunas costeras fue llevado a cabo por INVEMAR bajo el Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Vivos Marinos que hizo una evaluación de los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), cuyos resultados sirvieron para la formulación de pautas técnico-científicas que permitan elaborar un plan de ordenamiento pesquero para la CGSM.

Adicionalmente se produjo un Sistema de Información Pesquera de INVEMAR - CGSM (SIPEIN - CGSM), en el cual se encuentra almacenada información de tres años (noviembre 1993- octubre 1996) y desarrolla reportes mensuales de captura, esfuerzo, tallas por especie, sitio de pesca, arte y/o método de pesca y valor de la captura; esta base de datos estará coordinada y administrada por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA).

También se han desarrollado estudios sobre la vegetación de la CGSM, los cuales ya se han mencionado en el numeral referente a ecosistemas de manglar.

1.7.4 Estado de conservación.

Los Estuarios y Lagunas Costeras en Colombia son ampliamente reconocidos y en su gran mayoría son explotados por la población ribereña de las costas colombianas, esta unidad ecológica es la base para el desarrollo de ecosistemas tan complejos como el de manglar y reducto de bosques costeros, pero el desconocimiento por parte de las autoridades ambientales hace que se desconozca el estado actual y por ende el estado de conservación del mismo.

1.7.5 Prioridades de información e investigación.

La producción de información geomorfológica del Pacífico es fundamental para llevar a cabo estudios de las zonas costeras de la región, como también sería de gran interés para otras disciplinas de carácter científico y tecnológico.

Establecer niveles de contaminación existente en áreas de intensa actividad industrial, urbana, de descargas continentales.

Determinación de áreas alteradas y de aquellas en buenas condiciones.

Desarrollar estudios sobre perturbaciones naturales o antropogénicas en estos ecosistemas, como tsunamis, movimientos tectónicos, bioerosión. Fenómeno El Niño, entre otros.

El desconocimiento del aporte que proporcionan estas unidades ecológicas a otros ecosistemas (manglares, pastos marinos, entre otros), hace ver la falta de estudios de carácter básico y tecnológico que permitan conocer no sólo los organismos que hacen parte de ellos y la explotación que de los mismos se pueda generar, sino también determinar cuál será a través del tiempo el desarrollo geomorfológico del área donde se ubican estos ecosistemas.

2. BIODIVERSIDAD

2.1 Descripción.

La Biodiversidad es la multiplicidad de expresiones de organismos vivos de cualquier fuente, que no incluye solamente las numerosas especies de plantas, animales y microorganismos, sino también los ecosistemas y poblaciones de los cuales forman parte. La biodiversidad comprende, la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Instituto Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente, 1996; Márquez, 1996).

La diversidad biológica es el fundamento de la vida cotidiana y es esencial para el desarrollo de países como Colombia. En términos generales existen usos directos como alimentación, medicina, construcción, etc., y también indirectos, como turismo, productividad, caudales de agua, combustibles fósiles, etc. (Instituto Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente - Departamento Nacional de Planeación, sin fecha). La importancia de la biodiversidad radica no sólo en las funciones que cumplen las especies y de su eventual utilidad directa para la humanidad, sino de las funciones de soporte de las condiciones de vida que cumplen los ecosistemas, al igual que su potencial genético y bioquímico (Márquez, 1996).

Colombia tiene una extensión continental de 114.174.800 hectáreas, que representan aproximadamente 0.7% de la superficie continental mundial. En esta área se encuentra 10% de la biodiversidad mundial, haciendo de Colombia un país “megadiverso” (Instituto Humboldt - Ministerio del Medio Ambiente - Departamento Nacional de Planeación, sin fecha). Una medida de la importancia de la biodiversidad marina está en el hecho de que, excluyendo a los insectos, el 65% de las especies del planeta sean marinas. Dado el gran número de filos y taxa superiores mayormente representados en el mar, es probable que su diversidad al nivel genético y bioquímico sea aún mayor. (Márquez, 1996).

El Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos del INVEMAR ha realizado una sectorización espacial de las áreas marinas y costeras de Colombia (Atlántico y Pacífico) y ha establecido algunas variables e indicadores que permiten conceptuar sobre el estado actual de la biodiversidad marina en Colombia (INVEMAR, 1998b).

2.2 Sectorización espacial de áreas marinas y costeras de Colombia.

Con el fin de establecer y estandarizar un sistema basado en las características naturales de los espacios marinos y costeros del país que permita visualizar, consignar, analizar y priorizar la información relativa al medio ambiente marino y costero, su biodiversidad, recursos pesqueros y problemática ambiental general, las áreas marinas y costeras han sido divididas en un total de 13 sectores definidos participativamente con base en una serie de criterios que abarcan diversos aspectos del medio natural (geomorfología, hidrografía, sedimentología, ecosistemas), que se conjugan de diversas formas en cada uno de los sectores para imprimirle, dentro de ciertos rangos, una identidad particular que lo diferencia de los demás.

Las variables consideradas (V), su medida (M) y su(s) implicación(es), forma de expresión o factor(es) que se ven afectados en el medio natural (R) se describen en la tabla a continuación:

Tabla 1. Variables (V), medidas e implicaciones (M) y efectos en el medio natural (R) de los sectores marinos y costeros colombianos.

V	M	R
Grado de influencia continental	Cantidad, caudal y carga de	Turbidez y salinidad del agua marina,

	sedimentos de ríos que desembocan en el sector	tasa de sedimentación, productividad de las aguas, paisaje costero
Extensión de la plataforma continental o insular	Plataforma ancha, media, estrecha	Grado de influencia de aguas oceánicas, tipo y relieve del fondo, características de la surgencia (en caso de existir)
Características del fondo marino	Predominantemente arenoso, lodoso, duro	Tipo de comunidades bióticas asociadas, turbidez de las aguas costeras
Morfología del litoral	Costa acantilada, costa aluvial baja	Tipo de comunidades bióticas litorales, tipo de playa, paisaje costero
Grado de exposición al oleaje	Costas de alta, media, baja energía	Tipo de sedimentación, tipo de fondo, tipo de comunidad biótica, morfología del litoral, intensidad de la corriente de deriva litoral
Surgencia de aguas profundas	Presencia o ausencia	Temperatura y productividad de las aguas, estacionalidad térmica, tipo de comunidad biótica
Ecosistemas particulares	Presencia/ausencia de manglares, arrecifes de coral, praderas de pastos marinos, estuarios, playones salinos, etc.	Tipo de comunidad biótica, productividad de las aguas, paisaje costero

La ubicación espacial de cada sector o subsector y sus límites se representa en los mapas 14 y 15. El límite externo (hacia mar adentro) de los sectores costeros se localiza sobre la isóbata de los 200 m, que corresponde generalmente al límite convencional de la plataforma continental y que separa los ámbitos nerítico (o costero) y pelágico (u oceánico). No obstante, el límite geomorfológico de la plataforma continental en el Caribe colombiano se encuentra usualmente entre los 110 y 150 m de profundidad. A continuación se hace una relación sucinta de los sectores con base en las características más sobresalientes que los definen:

Sector 1 : Guajira (GUA): Este sector es el más septentrional a lo largo de la costa continental colombiana. Se extiende entre los límites fronterizos con Venezuela (Castilletes) y la ciudad de Riohacha y entre la línea de costa y los 200 m de profundidad.

Sector 2 : Palomino (PAL): Este sector, denominado de acuerdo a lo que se considera una localidad tipo, el área aledaña a la desembocadura del río Palomino (límite entre los departamentos de La Guajira y Magdalena), se extiende desde la ciudad de Riohacha hacia el W hasta la desembocadura del río Piedras y entre la línea de costa y la isóbata de 200 m.

Sector 3 : Tayrona (TAY): Este sector, de dimensiones reducidas, abarca la costa cuyas características geomorfológica y ecológicas generales son debidas al hecho de que los ramales noroccidentales de la Sierra Nevada de Santa Marta se proyectan hacia el mar configurando un litoral de tipo indentado en el que se alternan cabos rocosos y ensenadas con playas de bolsillo. Asimismo, la plataforma continental es prácticamente ausente en este sector, y profundidades de más de 200 m se hallan a escasa distancia del litoral. El sector se extiende desde la desembocadura del río Piedras hacia el W hasta el Cabo de La Aguja y de ahí hacia el S hasta Punta Gloria, en inmediaciones del balneario de El Rodadero.

Sector 4 : Magdalena (MAG): El sector, comprendido entre Punta Gloria (Magdalena) y la Bocagrande de la Bahía de Cartagena, y entre la costa y el límite exterior de la plataforma continental, se caracteriza básicamente por la marcada influencia que ejercen las descargas continentales provenientes del río Magdalena (de ahí el nombre) a través de su desembocadura principal o a través del sistema de ciénagas y caños asociados. Dos subsectores se reconocen en este sector: **1)** Magdalena propiamente dicho (mag) y **2)** Ciénaga Grande de Santa Marta (cgsm).

Sector 5 : Central (CENT): Este amplio sector abarca la costa desde la isla de Tierrabomba (incluyendo la Bahía de Cartagena) hasta la desembocadura actual del río Sinú (Tinajones) y hacia mar adentro hasta la isóbata de 200 m e

incluye las islas, archipiélagos y bajos de la plataforma continental. Debido a las características contrastantes entre la zona más costera y la parte exterior o de mar adentro, en este sector se presentan dos subsectores: **1) Central propiamente dicho (cent), que** abarca la franja litoral que se extiende desde Punta Barú hasta la desembocadura actual del río Sinú (Tinajones), pero incluye también la Bahía de Cartagena, y hacia mar adentro aproximadamente hasta la primera isóbata de 40 m que se encuentra frente a la costa; **2) Archipiélagos coralinos (arco), incluye** gran parte del área exterior del sector, aproximadamente a partir de la primera isóbata de 40 m que se encuentra frente a la costa hasta el límite externo de la plataforma continental. No obstante, incluye también las áreas de costa continental de naturaleza rocosa (parte exterior de Tierrabomba, costa norte de Barú), además de las islas, archipiélagos y bajos de la plataforma continental hasta la isóbata de 200 m.

Sector 6 : Caribe sur (CAS): Este amplio sector abarca desde la desembocadura del río Sinú, hacia el SW hasta Cabo Tiburón, que demarca el límite entre Colombia y Panamá, e incluye el Golfo de Urabá. Por sus características contrastantes, este sector comprende tres subsectores: **1) Arboletes (arb),** es el subsector comprendido entre la desembocadura del río Sinú y Punta Arenas y entre la costa y el límite de la plataforma continental; **2) Atrato (atr),** como su nombre indica, este subsector es fuertemente influenciado por las descargas del río Atrato. Comprende toda la parte interna del Golfo de Urabá, desde Punta Arenas hasta la población de Acandí, al otro lado del golfo; **3) Capurganá (cap),** subsector poco extenso, restringido a la costa NW del Golfo de Urabá, entre Acandí y Cabo Tiburón, caracterizado por un litoral rocoso de acantilados formados por las estribaciones de la Serranía del Darién que alterna con algunas playas.

Sector 7 : Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN): Las islas, cayos, bancos coralinos y atolones del Caribe occidental que hacen parte del archipiélago de San Andrés y Providencia representan un sector con características muy particulares. Se trata de elevaciones de origen volcánico recubiertas ulteriormente por material carbonático producido por la biota arrecifal coralina, que alcanzan incluso a emerger y forman islas y cayos rodeados por extensiones considerables con formaciones coralinas, llanuras sedimentarias (a veces vegetadas por algas o pastos marinos) que forman una plataforma insular o un banco de escasa profundidad (hasta 40 m), rodeado por fondos de profundidades considerables de más de 600 m.

Sector 8 : Caribe oceánico (CAO): Este sector está representado por todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia en el mar Caribe a partir de la isóbata de 200 m, límite convencional de la plataforma continental o insular.

Sector 9 : Pacífico norte (PAN): Abarca toda la zona costera más septentrional del Pacífico colombiano comprendida entre el límite fronterizo con Panamá y Cabo Corrientes.

Sector 10 : Pacífico sur (PAS): A partir de Cabo Corrientes hacia el sur, hasta el límite fronterizo con Ecuador, la morfología de la costa contrasta abruptamente con la del sector anterior. Dos pequeñas áreas dentro de este sector, en los que el litoral está conformado por rocas sedimentarias poco consolidadas (limolitas y areniscas del Terciario y Cuaternario), y por consiguiente sometidas a continua erosión, alojan comunidades biológicas muy particulares, por lo que se las considera como dos subsectores aparte (área de Ladrilleros-Juanchaco, Bahía Málaga y costa norte de la bahía de Buenaventura : **jua**, costa norte de la Bahía de Tumaco : **tum**).

Sector 11 : Gorgona (GOR): La Isla Gorgona, localizada cerca del borde externo de la plataforma continental, y áreas adyacentes son de naturaleza geológica y geomorfológica muy similar a la de la costa del sector PAN.

Sector 12 : Malpelo (MAL): La isla oceánica de Malpelo se levanta abruptamente desde los fondos abisales a más de 4000 m de profundidad formando un promontorio rocoso de pocas dimensiones que se eleva varias decenas de metros sobre el nivel del mar.

Sector 13 : Pacífico oceánico (PAO): Este sector está representado por todas las áreas marinas jurisdiccionales de Colombia en el océano Pacífico a partir de la isóbata de 200 m, límite convencional de la plataforma continental o insular.

Los sectores descritos anteriormente, sus características mas sobresalientes, ejemplos tipo de cada sector y características secundarias relevantes se sintetizan en la tabla 2.

2.3 Variables e indicadores sobre el estado actual de la biodiversidad marina.

Las variables indicadoras seleccionadas para conceptuar sobre el estado actual de la biodiversidad marina y costera del país sintetizan en forma general los atributos bióticos, el grado de protección legal existente para su conservación, su vulnerabilidad al deterioro o grado de amenaza de extinción y estado actual de su conocimiento científico en términos de inventarios de fauna y flora y cartografía de biotopos o unidades de paisaje marino.

Para cada una de las variables se ha determinado un valor indicador del estado actual en una escala arbitraria de 1 a 5. Las variables indicadoras se explican a continuación, así como la interpretación de los valores en la escala; de igual forma la tabla 3, muestra la relación de estas variables con los diferentes sectores previamente identificados.

Diversidad de ambientes (Div.Amb) : Se refiere al grado de heterogeneidad ambiental del sector, a la cantidad de hábitats diferentes presentes. 1= muy baja, 2=escasa, 3=media, 4=alta, 5=muy alta.

Diversidad especies : Se refiere a la cantidad de especies de fauna y flora existentes en el sector o subsector. En caso de no existir información completa o que sirva al menos para calificar esta variable, se infiere y deduce a partir de la información fragmentaria o de la diversidad de ambientes. 1= muy baja, 2=escasa, 3=media, 4=alta, 5=muy alta.

Endemismo : Se refiere al número o a la cantidad relativa de especies de fauna y flora cuya distribución geográfica general o en Colombia conocida está limitada a este sector o subsector. En caso de no existir información completa o que sirva al menos para calificar esta variable, se coloca un signo de interrogación (?). 1= nulo, muy poco, 2= poco, 3=medio, 4=elevado, 5=muy alto.

Áreas protegidas : Se refiere al grado de representatividad de los ambientes marinos y costeros de ese sector o subsector dentro del sistema de áreas protegidas en ese sector. 1= nulo, 2=muy poco, 3=bajo-medio, 4=medio-alto, 5=muy alto.

Grado de amenaza : es la susceptibilidad actual y/o potencial al deterioro de los hábitats naturales o a la desaparición/extinción de especies. 1= muy baja, 2=escasa, 3=media, 4=alta, 5=muy alta.

Estado actual : Se refiere al grado de conservación de los ambientes marinos y costeros de ese sector. 1= nulo, 2=muy poco, 3=bajo-medio, 4=medio-alto, 5=muy alto.

Estado Conocimiento : Se refiere al grado de información primaria y secundaria (otras fuentes) copiada sobre ese sector. 1= muy baja, 2=escasa, 3=media, 4=alta, 5=muy alta

Tabla 2. Características, indicadores y ejemplos tipo de los sectores marinos y costeros colombianos.

Sector*	IC	AP	TF	ML	AS	Localidad Tipo	Otras Características
Guajira	Baja	Ancha	Arenoso	Bajo	+	Carrizal	Fanerógamas, alta influencia eólica, Clima desértico, playones salinos.
Río Piedras - Río Hacha	Media	Media	Variable	Bajo	-	Dibulla	Playas amplias grano grueso a medio, costa de alta energía.
Tayrona	Baja	Estrecha	Variable	Acantilados	+	Bahía de Chengue	Mosaicos de fanerógamas, corales, playas de bolsillo, pendientes abruptas, costa indentada
Cartagena - Punta Gloria	Alta	Variable	Arenoso	Bajo	-	Tasajera Galerazamba	Aguas turbias, costa expuesta
CGSM	Alta	N/A	Lodoso	Bajo	-	Trojas de Cataca	Estuario, manglares
Bahía de Cartagena - Río Sinú	Alta	Ancha	Lodoso	Bajo	-	Tolú	Aguas predominantemente calmas y cálidas, fanerógamas
Tierra Bomba - Bajo Bushnell	Baja	N/A	Variable	N/A	-	Isla Rosario	Mosaicos coralinos
Río Sinu- Cabo Tiburón	Media	Ancha	Lodoso	Variable	-	Arboletes	Costa erosiva, playas amplias grano medio a fino, aguas turbias
Punta Arenas - Acandí	Alta	Ancha	Lodoso	Bajo	-	Turbo	Aguas turbias, esturinas, manglares.
Acandí – Sapzurro	Media	Ancha	Variable	Variable	-	Capurgana	Costa indentada, Algunos mosaicos coralinos
San Andrés	Baja	Estrecha	Variable	Variable	-	Isla Providencia Cayo Albuquerque	mosaicos coralinos, aguas oceánicas,
Mar Abierto	Nula	N/A	Lodoso	N/A	-	N/A	
Pacífico Norte ***	Media	Estrecha	Variable	Acantilados	+	Cabo Marzo	Aguas mas o menos claras, playas de bolsillo, ríos cortos de aguas claras, algunas formaciones coralinas
Pacífico Sur ***	Alta	Media	Lodoso	Bajo	-	Desembocadura del Sanquianga	Manglares, estuarios, barras litorales, aguas turbias
Bahía Málaga – Buenaventura	Media	Media	Lodoso	Acantilados	-	Juanchaco	Acantilados de limolitas terciarias
Pizarro	Alta	Media	Lodoso	Acantilados	-	?	Acantilados de limolitas terciarias
Isla Gorgona	Baja	Estrecha	Variable	Acantilados	+ ?	Gorgona	Aguas claras, algunos mosaicos coralinos,
Isla Malpelo	Nula	N/A	Duro	Acantilados	-	Malpelo	Aguas oceánicas
Mar Abierto	Nula	N/A	Lodoso	N/A	-	N/A	

*El límite externo de los sectores corresponde al límite nerítico/oceánico: 200 m de profundidad.

***Pacífico Norte: Frontera con Panamá – Cabo Corrientes

Pacífico Sur: Cabo Corrientes – Frontera con Ecuador

N/A: no aplicable

¿ no se conoce

Características

Influencia Continental (IC)

Ancho de la Plataforma (AP)

Fondos (TF)

Morfología del Litoral (ML)

Aguas de Surgencia (AS)

Indicadores

:Alta, media, baja

:Ancha, media y estrecha

:Predominantemente arenosos, lodosos, duros

:Bajo, acantilados

:Presencia (+) o ausencia (-)

Tabla 3. Variable y valor indicador, identificado para cada sector del litoral Caribe y Pacífico colombiano.

Sector	Sub-Sector	Diversidad ambientes	Diversidad especies	Endemismo	Areas Protegidas	Grado amenaza	Estado Actual	Estado Conocimiento
GUA		3	3	4	1	2	4	2
PAL		1	2	2	1	3	4	1
TAY		5	5	3	4	4	3	4
MAG	cgs	2	2	1	5	3	1	4
	mag	3	3	1	1	2	3	2
CENT	cent	3	4	2	1	3	3	3
	arco	5	4	2	5	3	2	4
	arb	3	2	1	1	1	4	1
CAS	atr	2	2	1	1	3	3	2
	cap	3	3	2	1	2	4	3
SAN		4	4	2	2	2	3	4
CAO		1	2	1	1	1	4	1
PAN		3	4	3	2	1	4	2
PAS	jua	3	3	2	1	2	3	3
	pas	3	3	2	2	3	3	2
	tum		2	1	1	2	3	2
GOR		3	4	3	5	1	5	3
MAL		2	4	3	5	2	5	2
PAO		1	3	1	1	1	5	1

3. CONTAMINACIÓN

3.1 Descripción.

Colombia como único país de suramérica con costas en los dos océanos, el Atlántico y el Pacífico, se ha visto obligado a asumir una mayor responsabilidad sobre la conservación y defensa de sus áreas marinas y costeras. En el país la magnitud de la problemática ambiental marina es amplia y variada, se vislumbra la necesidad de establecer una coordinación interinstitucional precisa y eficiente, a diferentes niveles de acción, para identificar, priorizar, diseñar e implementar proyectos de investigación, en aquellos ecosistemas estratégicos que se encuentran deteriorados, en vía de deterioro o potencialmente amenazados por actividades humanas. De esta manera serán más eficientes los procesos de prevención, mitigación y rehabilitación ambiental.

Se han identificado de forma general, los principales tipos de contaminantes que están siendo descargados a los ecosistemas costeros, destacándose los residuos líquidos domésticos, los industriales, los de actividades agropecuarias y los de la explotación y manejo de minerales. El río Magdalena es la principal fuente de descarga de contaminantes al caribe colombiano; este río recorre prácticamente todo el país de sur a norte y se constituye en el sistema recolector de alrededor del 70% de los desechos de origen tanto industrial como doméstico del país. Las principales ciudades industriales y donde se concentra la mayor parte de la población colombiana descarga sus desechos y a través de diferentes sistemas fluviales son transportados al río Magdalena (INVEMAR – Ministerio del Medio Ambiente, 1996).

La costa Caribe, esta siendo afectada por descargas de todo tipo, también se presenta impacto local antropogénico (Cartagena y Barranquilla) e impacto por actividades de explotación, transporte y comercialización de los recursos naturales (petróleo, carbón, ferroniquel, etc.). El litoral Pacífico presenta también numerosas fuentes de contaminación, la mayoría de éstas como producto de recursos naturales, como minería, explotación maderera y desechos agroindustriales; las descargas industriales se identifican básicamente en Buenaventura y Tumaco (INVEMAR – Ministerio del Medio Ambiente, 1996).

3.2 Gestión.

El Programa de Calidad Ambiental Marina del INVEMAR, tiene un componente de estudio que evalúa la calidad de las aguas de los sistemas lagunares de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), así como en la zona costera del departamento del Magdalena, realizando análisis de contaminantes químicos tales como plaguicidas, organoclorados e hidrocarburos del petróleo y microbiológicos determinando su variación estacional y espacial,

cuantificando los niveles de riesgo mediante índices de contaminación fijados en la legislación ambiental del Brasil para aguas cálidas tropicales.

Algunos resultados obtenidos por los estudios fueron de concentraciones menores de 1 µg/L, presentándose un valor máximo absoluto para o,p'- DDT en la desembocadura del Río Gaira (0.76 µg/L) y para heptacloro en el sector de la Policía Portuaria sobre la playa de la ciudad de Santa Marta (0.67 µg/L), para resultados en sedimentos, las concentraciones son menores que las mencionadas previamente en la Ciénaga Grande de Santa Marta (0.1-45 ng/g) (Ramírez, 1988), son del mismo orden a las mencionadas en lagunas costeras de México (0.1-3 ng/g) (Rosales y Alvarez, 1979), y son entre 5 y 5000 veces menores que los registrados en Bahía Bengala (India), que es una zona costera reconocida a escala mundial como la mayor receptora de residuos agroquímicos (Sarkar y Sen Gupta, 1988).

Los resultados obtenidos en el tramo del Caño Clarín comprendido entre el Río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta en el Kilómetro 13 indican que los niveles de organoclorados se mantuvieron bajos antes y después de la reapertura del mismo. Los rangos de concentración obtenidos en el Caño Clarín son del mismo orden que los correspondientes al complejo Pajarales dentro de la CGSM y al sector considerado como estuarino de la CGSM.

Los resultados microbianos de la CGSM presentaron que el 65% de las estaciones muestreadas, superan los límites permisibles para coliformes totales, mientras que para coliformes fecales el 90% de las estaciones se encuentran por debajo de los niveles exigidos por la Legislación Nacional.

En el océano Pacífico, la Armada Nacional bajo la Dirección General Marítima y la coordinación del Centro de Control de Contaminación del Pacífico (CCCP), se encuentran desarrollando un modelo de calidad de aguas para la Ensenada de Tumaco y un plan de vigilancia y seguimiento de la contaminación marina del Pacífico colombiano. Así mismo la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca realiza monitoreos de las condiciones físico-químicas del agua en la Bahía de Buenaventura, Juanchaco y Ladrilleros.

Durante el primer Taller sobre monitoreo de la contaminación en la costa Caribe y el Océano Pacífico de Colombia celebrado en Santa Marta (INVEMAR) en agosto de 1996, se definió que el INVEMAR y las Corporaciones Autónomas Regionales con injerencia en la franja costera, impulsarán el liderazgo de las investigaciones básicas y aplicadas en el campo marino realizando un programa global en el cual se incluya el monitoreo, evaluación y mitigación de las principales fuentes de contaminación (orgánica, química y microbiología) de la franja costera del Caribe y Pacífico colombiano (INVEMAR – Ministerio del Medio Ambiente, 1996).

En el taller se evaluó la problemática de la contaminación (tabla 1 y 2) en cada uno de los departamentos, como también el estado actual de la misma, planteándose posibles soluciones para aquellas áreas que presentan deterioro ambiental, teniendo en cuenta sus posibilidades logísticas, capacitación académica y humana. La tabla 1 identifica las principales fuentes de contaminación que se presentan directamente en los municipios costeros de cada departamento, con base en la evaluación realizada por cada corporación y en la tabla 2 se presenta una información general acerca de las fuentes de contaminación en cada departamento, asignándose a cada una un valor en una escala arbitraria de 1 a 4, que permite conceputar sobre la contaminación en cada uno de los mismos.

Tabla 1. Identificación de las principales fuentes de contaminación de las aguas marinas colombianas.

CORPORACIONES	FUENTES	RECEPTOR DE LA FUENTE
CORPOGUAJIRA (Guajira)	A, B, E, J.	Río Ranchería
CORPAMAG (Magdalena)	A, B, D, E, I	Zona Costera
CAR (Atlántico)	A, B, C, D, I	Río Magdalena
CARDIQUE (Bolívar)	A, B, C, E, F, G, I	Bahía de Cartagena Ciénaga de la Virgen
CARSUCRE (Sucre)	A, B, C, E, H	Corredor turístico sur
CORPOURABA (Antioquía)	A, B, D, E, G, I	Golfo de Urabá

Tabla 1. Continuación.

CORPORACIONES	FUENTES	RECEPTOR DE LA FUENTE
CORALINA (San Andrés y Prov.)	A, B, C, E,H	Area del Archipiélago
CODECHOCO (Choco)	A, B, E, J	Zona Costera
CVC (Valle del Cauca)	A, B, C, E, F, I	Zona Costera
CRC (Cauca)	A, C, E,	Zona Costera
CORPONARIÑO (Nariño)	A, B, C, E, I, J	Zona Costera

A) Residuos domésticos, B) Ausencia de servicios básicos en los municipios costeros (alcantarillado, acueducto), C) Derrame de hidrocarburos, D) Contaminación química, E) Basuras sólidas, F) Derrame de agua de sentinas, G) Contaminación por metales pesados, H) Contaminación de aguas subterráneas, I) Efecto de sedimentación, J) Actividad minera.

Tabla 2. Valoración de las fuentes de contaminación de la franja costera del Mar Caribe y el océano Pacífico colombiano.

Corporaciones	Desechos Domésticos	Residuos Industriales	Térmica	Petróleo y Derivados	Minería	Residuos Agro-industriales	Desechos sólidos	Emisiones Atmosféricas	Residuos Hospitalarios
Choco	4	2	N.R.	N.R.	3	N.R.	4	N.R.	2
Valle	4	4	N.R.	3	N.R.	N.R.	4	N.R.	3
Cauca	4	3	N.C.	2	3	3	3	N.C.	3
Nariño	4	4	N.R.	4	4	3	3	3	3
San Andrés	4	2	3	3	3	1	3	3	3
Guajira	4	3	3	3	4	N.C.	3	3	N.C.
Magdalena	4	3	2	3	2	3	3	2	3
Atlántico	4	4	N.C.	3	4	3	3	3	4
Bolívar	4	4	3	4	3	3	3	3	N.C.
Sucre	4	3	1	3	3	2	3	3	N.C.
Córdoba	4	3	N.C.	3	3	N.R.	4	2	N.C.
Antioquia	3	2	N.C.	2	2	4	4	2	N.C.

- 1 : Nulo
- 2 : Escaso
- 3 : Moderado
- 4 : Abundante
- NC : No se conoce
- NR : No reportado

4. PESCA

4.1 Descripción.

El país cuenta con una gran diversidad de recursos pesqueros, llegándose a aprovechar hasta 400 especies de peces para consumo humano y como peces ornamentales (Valderrama, 1997).

Las pesquerías se realizan a lo largo de las costas colombianas y en el territorio continental. La costa Pacífica (frontera con Panamá hasta la frontera con Ecuador) es la de mayor promedio de producción (52%), la costa Atlántica (Punta Castilletes hasta Cabo Tiburón) produce apenas un 14% del promedio de la producción pesquera y el 14% proviene de la pesca continental (Valderrama, 1997; INPA, 1997).

Se pueden detectar en Colombia tres grandes centros de producción pesquera, la región pacífica, la región atlántica y la producción de cultivo continental (acuicultura). La región Pacífica, se caracteriza por tener un alto desarrollo en captura de recurso pesquero de atún aleta amarilla, barrilete, cherna, camarón blanco, pargo, pargo rojo y camarón tití. En la región del Caribe se realizan capturas de tiburón, sierra, pargo, pargo rojo, mero, cojinúa y ronco. En el ámbito de pesquería continental la producción se caracteriza en cultivos de cachama, tilapia, trucha; siendo el cultivo de mayor desarrollo a escala continental el de camarón blanco, el cual se desarrolla como tipo exportación en las dos costas colombianas (INPA, 1997).

4.2 Gestión.

El Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) en coordinación con el programa de pesca de la Unión Europea INPA-VECEP desarrollo una serie de cruceros sobre evaluación de peces pelágicos pequeños del Caribe colombiano (1995-1996) y como actividad complementaria realizó monitoreos en los lugares de desembarco de pesca, para obtener información biogeográfica de especies de importancia comercial como *Lutjanus synagris*, *Lutjanus analis*, *Caranx crysos* y *Opistonema oglinum*, los resultados de estos cruceros y monitoreos se encuentran en análisis. Para el siguiente año (1998-1999) el INPA desarrollará un proyecto sobre evaluación de peces pelágicos en el Caribe colombiano (Manjarres, com. pers.).

El Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos Vivos Marinos del INVEMAR viene desarrollando una serie de proyectos sobre ecología básica pesquera y que son complementarios entre sí: 1) Estudio sobre la ictiofauna demersal del Golfo de Salamanca, el cual culminó hace poco y consistió básicamente en el monitoreo de la plataforma continental a una profundidad entre 12 a 155 m; como producto de esta investigación se obtuvo una muy buena aproximación a la composición y distribución cuantitativa de los peces demersales del Golfo; identificándose 126 especies de peces demersales, correspondientes a 54 familias, obtenidas de la captura de 6.680 peces que alcanzaron un

total de 1.873,4 kg de peso. Las especies más comunes en los muestreos fueron el pargo cebal, *Lutjanus analis*, capturado en 19 de las 25 estaciones de pesca científica, el pargo rayado, *Lutjanus synagris*, con 16 ocurrencias, la cachúa, *Balistes capriscus*, y el cachi-cachi, *Calamus penna*, con 15 ocurrencias cada uno. **2)** Patrones de reclutamiento y mecanismos de transporte costero de estadíos tempranos de desarrollo de peces y crustáceos decápodos en el área de Santa Marta, el cual busca identificar dentro de estos estadíos existentes en el área, aquellos que son de interés comercial; **3)** Actualización del estudio ambiental integral del Golfo de Salamanca y la Bahía de Cispatá con énfasis en la evaluación de recursos pesqueros, el proyecto se encuentra en ejecución y no se conocen resultados preliminares.

Con el propósito de ampliar la cobertura geográfica y llenar vacíos de información, en el Pacífico colombiano se esta realizando por parte del mismo programa del INVEMAR un diagnóstico y estudio pesquero para la construcción de un modelo trófico de los recursos hidrobiológicos marinos del Pacífico colombiano, el cual busca contribuir al conocimiento y comprensión de la estructura y funcionamiento del sistema nerítico de la zona; dado su reciente inicio (noviembre de 1997), aún no se conocen resultados del mismo.

Recientemente (marzo de 1998), finalizó el proyecto que evaluó los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), cuyos resultados sirvieron para la formulación de pautas técnico-científicas que permitirán elaborar un plan de ordenamiento pesquero para el área. Entre los resultados importantes que se obtuvieron esta la producción del Sistema de Información Pesquera de INVEMAR – CGSM (SIPEIN - CGSM), en el cual se encuentra almacenada información de tres años (noviembre 1993 – octubre 1996) y presenta reportes mensuales de captura, esfuerzo, tallas por especie, sitio de pesca, arte y/o método de pesca y valor de la captura; esta base de datos estará coordinada y administrada por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA).

5. FENOMENO EL NIÑO

5.1 Descripción.

El Fenómeno del Niño es la aparición de aguas superficiales relativamente más cálidas que lo normal en el Pacífico Tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia. Este calentamiento cubre grandes extensiones y por su magnitud afecta el clima en diferentes regiones del planeta, tiene un promedio de duración de doce meses y su intensidad se refleja tanto en el océano como en la atmósfera en el área del Pacífico Tropical, su impacto socioeconómico esta más relacionado con la vulnerabilidad de las diferentes regiones del país y de las zonas de la actividad nacional (IDEAM, 1997a).

Este fenómeno se desarrolla desde marzo de 1997 y desde entonces afecta el clima en diferentes regiones del planeta y el territorio colombiano. En nuestro país se ha manifestado con déficit acumulado de lluvia, principalmente, en las regiones Andina y Caribe. Así mismo, gran parte del país se ha visto afectado por altas temperaturas, que unidas al déficit de lluvias ha reducido la humedad en el sistema suelo – vegetación y la oferta hídrica (IDEAM, 1997b).

La intensidad del Fenómeno depende de la magnitud de las anomalías y del área cubierta por las mismas. Esta intensidad, aunque influye, es diferente de la magnitud del efecto climático y del impacto producido por el fenómeno en las actividades humanas. El efecto climático depende de la época del año en que se presenta el fenómeno y el impacto socioeconómico está más relacionado con la vulnerabilidad de las diferentes regiones del país y de los sectores de la actividad nacional (IDEAM, 1997b).

Este fenómeno se manifiesta en la costa Pacífica colombiana con incrementos de la temperatura superficial del mar (puede alcanzar entre 2 y 3 °C por encima de la temperatura registrada para el área). Otro efecto directo es el incremento temporal del nivel medio del mar en la costa Pacífica; durante la ocurrencia de este fenómeno se han registrado para Colombia incrementos en el nivel del mar de 20 a 40 cm en Tumaco y Buenaventura (IDEAM, 1997a).

El Niño que se ha presentado en 1997, se ha caracterizado por varias condiciones anómalas (VECEP, 1998) las cuales se pueden resumir así: **1)** Anomalías positivas de la temperatura superficial y subsuperficial del mar (sobrecalentamiento, profundización de la termoclina), **2)** Índice de oscilación del sur negativo, **3)** Nivel del mar superior a lo normal, **4)** Reducción de la productividad primaria y secundaria en el mar, **5)** Debilitamiento de los vientos alisios.

Tal como se había pronosticado el niño de 1997 ha presentado una muy fuerte intensidad, la que se considera, ocasionará mayores impactos negativos que los registrados entre 1982 – 1983, evento que fue calificado hasta 1997, como el más fuerte del siglo.

5.2 Impactos ecológicos.

El cambio de temperatura repercute no solo en la distribución de las especies planctónicas y bentónicas, sino también en las especies de peces, tortugas marinas, ballenas y delfines que presentan largas rutas de migración. Cruceros adelantados por la Armada Nacional durante los primeros ocho meses (Marzo – Noviembre 1997) reportaron cambios en el medio ambiente marino en el Pacífico, los cuales se manifestaron en variaciones considerables de las poblaciones de fitoplancton y zooplancton; estos cambios influyeron en la base de la red alimentaria de las especies que mantienen la pesca artesanal e industrial del Pacífico (IDEAM, 1997b).

Debido al aumento de la temperatura los corales expulsan algas endosimbiontes, fenómeno conocido como blanqueamiento de coral, si la variación térmica es intensa o de larga duración los corales mueren causando la

pérdida de biodiversidad y productividad en el ambiente marino costero. Para el Pacífico aún no se tienen reportes de efectos negativos sobre los ecosistemas de arrecifes coralinos, pero es muy posible que con la intensificación del fenómeno El Niño durante los últimos meses, podrían haber sido afectados (IDEAM, 1997b); en cuanto al Caribe para el mes de septiembre de 1997 se evidenció blanqueamiento en algunas localidades (com. pers. varios investigadores en Díaz-Pulido, 1997).

En el caso de productores primarios, se muestra un cambio de las especies costeras que son reemplazados por especies oceánicas de aguas más cálidas. En aves, las épocas de migración se afectan y los individuos se ven obligados a buscar refugio u oasis de agua. El sistema radicular e hídrico puede ser afectado cuando los suelos tienen tendencia al resquebrajamiento en condiciones de pérdida de humedad.

Los bosques de mangle tampoco han mostrado alteraciones significativas, tal vez debido a que éstos árboles están adaptados a cambios extremos en el nivel del mar y de salinidad; indicando que aparentemente el incremento de la temperatura no es lo suficientemente grande ni prolongado para incidir sobre esta formación vegetal (IDEAM, 1997b).

La acumulación de cambios bruscos y sucesivos en las condiciones climáticas causan modificaciones que al sumarse con la intervención humana representan en general una afección negativa y en particular pérdida de especies. Al disminuir el caudal de los ríos se pierde transporte de semillas, huevos, larvas y adultos, retardando o evitando la presencia de organismos aguas abajo y por ende modificando la composición biótica de ciertos ecosistemas (Steer et al., 1997).

5.3 Estado actual.

Información reciente de la NOAA, del ERFEN y estudios de un crucero realizado durante el mes de febrero de 1998 por el INPA con el auspicio del Programa VECEP, indican una situación actual del Fenómeno con las siguientes características (VECEP, 1998): **1)** Continuación de anomalías positivas de la temperatura superficial y subsuperficial del mar, **2)** Retorno del nivel del mar a sus niveles normales (persistiendo anomalías de poca amplitud), **3)** Índice de oscilación del Sur se ha abocado recientemente en valores negativos.

Los parámetros anteriormente citados, son algunos de los indicadores que manifiestan que tanto a nivel regional como global se está iniciando un proceso de debilitamiento del Fenómeno El Niño 1997-1998 que ha sido caracterizado por ser intenso y atípico; alcanzando su plena madurez a comienzos del mes de enero del presente año, se espera que las condiciones atmosféricas y oceánicas normales se vuelvan a obtener hacia el segundo semestre del presente año (IDEAM, 1997b; VECEP, 1998).

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es de gran importancia seguir realizando los monitoreos ya establecidos como los de sistemas arrecifales y pastos marinos (INVEMAR – Programa CARICOMP), ampliando su cobertura geográfica, e implementar monitoreos continuos para todos los demás ecosistemas, que permitan realmente identificar y evaluar el estado de conservación o deterioro de los mismos, pudiendo establecer así un control más eficaz y certero sobre los diferentes ambientes marinos y costeros de Colombia. El establecimiento de estos planes de monitoreo permitirán igualmente desarrollar programas de protección efectiva y/o de recuperación de los sistemas que lo requieran.

Se ha tratado de intensificar estudios y monitoreos orientados a evaluar la magnitud y el impacto de la contaminación, tal como se evidencia por las gestiones adelantadas en este campo por el INVEMAR, quien también se interesa por una labor interinstitucional y convoco a las diferentes Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible con jurisdicción costera tanto en el Caribe como en el Pacífico, con el objetivo de plantear y desarrollar programas de monitoreo, que les permita conservar el medio y ejercer control sobre la contaminación en cuanto a su evaluación y normatividad.

Tanto en la franja costera del Atlántico como la del Pacífico, se han identificado como principales fuentes de descarga de contaminantes los desechos domésticos, residuos sólidos, residuos industriales, residuos mineros y residuos derivados del petróleo. Es necesario apoyar y desarrollar programas de control de calidad ambiental que permitan desarrollar evaluaciones de contaminación, pudiendo así identificar zonas estratégicas de alto riesgo e igualmente catalogar áreas de baja contaminación o ausencia de la misma.

Se siguen manifestando los resultados positivos de recuperación de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), gracias a la apertura de los caños (Clarín, El torno y los Almendros) y a la construcción de box-couverts en diferentes sitios de la carretera Ciénaga-Barranquilla, evidenciándose con registros bajos de salinidad, mejoramiento de las condiciones de crecimiento de la vegetación ribereña y resultados positivos en cuanto a la recuperación del ecosistema original del manglar en algunas áreas de la Ciénaga. Igualmente debido a la reconstrucción de los canales, en toda la región de la CGSM, las condiciones ecológicas cambian continuamente y un monitoreo permanente de los factores más importantes es indispensable.

Muchas veces la regeneración natural no es suficiente para recuperar el bosque degradado, caso en el cual se debe recurrir a recuperar la vegetación en forma artificial. En las áreas de la CGSM, que se cataloguen como zonas de bajo potencial de regeneración natural se deben considerar las condiciones especiales que estén obstaculizando la revegetación, con el fin de adoptar técnicas artificiales (plantar propágulos, transplantar plántulas, entre otras) para promover el desarrollo del manglar.

El Fenómeno del Niño 1997-1998 se ha caracterizado por ser intenso y atípico, llegándose a considerar que podrá ocasionar mayores impactos negativos que los registrados entre 1982-1983. Por esta razón se ve la necesidad de implementar y desarrollar estudios en los diferentes ecosistemas que permitan determinar con certeza sus efectos. Dada la naturaleza cíclica de este fenómeno el conocimiento derivado de estas investigaciones se constituirá en una herramienta básica para trazar planes de contingencia que sirvan para amortiguar sus consecuencias negativas cuando se presente nuevamente.

Al parecer el conocimiento científico de nuestra diversidad biológica sigue siendo deficiente a causa del reto que presenta la megabiodiversidad colombiana. Con base en la sectorización realizada por el INVEMAR de los ambientes marinos y costeros y algunas de las variables indicadoras seleccionadas para conceptuar sobre el estado actual de la biodiversidad marina y costera del país, se puede definir: **1)** Que la heterogeneidad ambiental en estos ecosistemas es media, **2)** El endemismo que se presenta en ellos es nulo o muy poco; **3)** El grado de representatividad de los ambientes marinos y costeros dentro de los sistemas de áreas protegidas es prácticamente nulo, **4)** El grado de información primaria y secundaria acopiada para cada sector en su mayoría es escasa, con excepciones puntuales como el Tayrona, la CGSM y Archipiélago de San Andrés y Providencia.

Es de gran importancia impulsar proyectos y programas de investigación que nos permitan identificar aquellas causas directas e indirectas que ocasionan la pérdida de la biodiversidad e incentiven su conservación, conocimiento y uso sostenible.

Colombia cuenta con un potencial pesquero enorme pero con una infraestructura pesquera muy reducida y tecnológicamente inapropiada. La pesca artesanal sobreexplota especies con ciclos de vida largos, por ejemplo crustáceos y moluscos diezmando considerablemente sus poblaciones. El desarrollo del potencial pesquero debe inscribirse como prioritario dentro de los programas nacionales de seguridad alimentaria y en los planes de desarrollo de comercio exterior para ello es indispensable incentivar y apoyar decididamente la investigación básica y aplicada para una mejor comprensión de los ciclos de vida de las especies de interés económico, la identificación de alternativas para el aprovechamiento de los recursos marinos vivos, la conservación de sus habitats y la tecnificación y desarrollo de la maricultura, todas estrategias tendientes a consolidar una industria pesquera representativa.

Uno de los puntos críticos en el estudio e implementación de políticas de administración de los ambientes marinos y costeros, radica en la carencia de un concepto global de los ecosistemas lo que lleva a tomarlos como unidades aisladas y no como parte de un sistema complejo de interacción: población, comunidad, ecosistema, biosfera. Por esto es importante el desarrollo de políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas, basadas en el concepto de manejo integrado de las mismas, que promueva una utilización sostenible de los recursos y un desarrollo económico racional.

Dentro de las múltiples políticas y estrategias que se formulan para el manejo de las zonas costeras se señala una base científica de conocimiento e información, resaltando que es evidente que el manejo de ecosistemas complejos sujetos a presiones humanas significativas no puede darse en ausencia de la ciencia, indicando así como técnicas y procedimientos útiles para el Manejo Integrado de Zonas Costeras los siguientes puntos: inventario de recursos, evaluación de riesgos, modelación, evaluación económica, análisis de disposiciones legales e institucionales, apoyo científico en la selección de medidas de control y administración y en la preparación de material para información y educación pública.

Con su reciente puesta en marcha el SINAM requiere de un apoyo decidido que le permita establecer una estructura sólida de funcionamiento, pasando así de su fase inicial (acopio, evaluación y sistematización de información), a una etapa de producción del sistema como herramienta que permita a instancias científicas, industriales y gubernamentales aunar esfuerzos de investigación y tomar decisiones acerca del manejo del ambiente y los recursos marinos y costeros.

7. BIBLIOGRAFIA

- Alongi, D. 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Rev. Biol. Trop.*, 37(1): 85-100.
- Alvarado, E. (ed). 1992. *Sistemas Arrecifales en Colombia: Investigación y Manejo*. Bol. Ecotrópica, Supl.1: 1-85
- Alvarez-León, R. 1989. Los ecosistemas costeros del Caribe colombiano. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux*, 45:131-143.
- Alvarez-León, R y J. Polanía. 1994. Manglares, lagunas costeras y estuarios del caribe colombiano. *Memorias del taller de expertos sobre el estado de conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los ecosistemas marinos y costeros*, Minca-Magdalena. CCO/ENB/COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá: 92-111 p.
- Arango, C. 1996. Comunidades de la epifauna (Crustacea-Mollusca) asociadas a fondos blandos en la ensenada de Pozos Colorados, Caribe colombiano. *Tesis Biol. Universidad Javeriana, Bogotá, Santa Marta*, 125 p.
- Ardila, N., D. von Schiller, S. Moreno-Forero, D. Alonso y G. Ospina-Salazar. 1997. Peces epibentónicos asociados a *Thalassia testudinum*, en la Bahía de Taganga, Magdalena – Caribe colombiano. *Resúmenes del IV Simposio colombiano de ictiología*, Santa Marta.
- Arias, F. 1994. Contribución para definir el estado del conocimiento de los sistemas oceánicos colombianos con énfasis en la parte biológica. *Memorias del taller de expertos sobre el estado de conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los ecosistemas marinos y costeros*, Minca-Magdalena. CCO/ENB/COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá: 261-268 pp.
- Barnes, R.S. y R. Hughes. 1986. *An introduction to marine ecology*. Blackwell Scientific Publications, London, 339 p.
- Birkeland, C., D.L. Meyer, J.P. Stames y C.L. Buford. 1975. Subtidal communities of Malpelo Island. En: J.B. Graham (Ed). *The biological investigations of Malpelo Island, Colombia*. Smithsonian Contributions to Zoology, 176: 55-68.
- Blanco, J.A. 1993. Reconocimiento piloto de fondos, ambiente, fauna asociada y recursos en aguas costeras del departamento del Magdalena. *Informe final, Proy. Invemar. Santa Marta*.
- Blanco, N. y S. Nuñez. 1997. Evolución bimensual de las comunidades sésiles y hemisésiles del litoral rocoso de Bocachica, Isla de Tierra Bomba, Caribe colombiano. *Tesis de Grado Biología Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta*, 59 p.
- Borrero, F.J., J.M. Díaz y A. Seczón. 1996. Las ostras perlíferas (Bivalvia - Pteriidae) en el Caribe colombiano. *Historia de su explotación, Ecología y Perspectivas para su aprovechamiento*. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales, 1: 1-56.
- Brattström, H. 1980. Rocky shore zonation in the Santa Marta area, Colombia. *Sarsia*, 65: 163-226.
- Cantera, J.R. 1994. Biodiversidad de acantilados rocosos en el Pacífico colombiano: estado de su conocimiento. *Memorias del Taller de Expertos Sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Ecosistemas Marinos y Costeros*, Minca-Magdalena. CCO/ENB/Colciencias, Santafé de Bogotá: 142-149 pp.

- Cantera, J y R. Contreras. 1993. Ecosistemas costeros. I:64-79 pp. En: P. Leyva (ed.). Colombia Pacífico. Fondo FEN Colombia, Santafé de Bogotá.
- Córdoba, M. 1997. Macrofauna bentónica asociada a fondos blandos de la plataforma continental de Pozos Colorados y el Rodadero, Caribe colombiano. Tesis de Grado Biología Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santafe de Bogotá, 107 p.
- Corpes. 1992. El Caribe colombiano, realidad ambiental y desarrollo. CORPES Costa Atlántica, Santa Marta, 275 p.
- Dexter, D. 1974. Sandy-beach fauna of the Pacific and Atlantic coasts of Costa Rica and Colombia. Rev. Biol. Trop., 22(1): 51-66.
- Díaz, J.M. 1994. Areas arrecifales de Colombia. Memorias del Taller de Expertos Sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Sistemas Marinos y Costeros, Minca-Magdalená. CCO/ENB/Colciencias, Santafé de Bogotá: 84-91.
- Díaz, J.M. 1995. Zoogeography of marine gastropods in the Southern Caribbean: A new Look at Provinciality. Caribbean Journal of Science, 31(1/2):104-121.
- 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, 7: 1-150.
- Díaz, J.M., G. Díaz-Pulido, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, J.A. Sánchez y S. Zea. 1996. Atlas de los arrecifes coralinos del Caribe colombiano: I. Complejos arrecifales oceánicos. Invemar, Serie de Publicaciones Especiales, 2: 1-83.
- Díaz, J.M. y M. Puyana. 1994. Moluscos del Caribe colombiano un catálogo ilustrado. Colciencias/ Fundación Natura/ Invemar, Editorial Presencia, Santafé de Bogotá, 291 p.
- Díaz-Pulido, G. 1997. Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad en Colombia. Ecosistemas Marinos y Costeros. Santa Marta, 143 p.
- Earle, S.A. 1972. A review of the marine flora of Panama. Bull. Biol. Soc. Wash., 2: 69-87.
- Echeverry, B. 1983. Estudio de la fauna de invertebrados de una pradera de *Thalassia testudinum* König, biomasa e incidencia de algunos factores ambientales sobre el ecosistema en la Bahía de Neguanje, Parque Nacional Tayrona. Tesis de Grado Biología, Univ. de Antioquia, Medellín, 80 p.
- García, C. y J.H. Sandoval. 1983. Comunidades macrozoobentónicas de fondos blandos en la plataforma continental de Ciénaga, Caribe colombiano. Tesis Biol. Mar. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 84 p.
- Garzón-Ferreira, J. 1995. Ecología marina costera en el Caribe colombiano Desarrollo en los últimos cinco años y perspectivas. 87-107 pp. En: J.R. Vásquez, R. Abello y J.L. Ramos (eds.). Estado de la ciencia y la tecnología en el Caribe colombiano. Colciencias/Corpes Costa Atlántica, Ed. Gráficas del Litoral, Barranquilla.
- Garzón-Ferreira, J. 1997. Arrecifes coralinos: un tesoro camino a la extinción?. Colombia: Ciencia y Tecnología, 15 (1):11-19 p.
- Garzón-Ferreira, J. y M. Cano. 1991. Tipos, distribución, extensión y estado de conservación de los ecosistemas marinos costeros del Parque Nacional Natural Tayrona. Versión presentada al Séptimo Concurso Nacional de Ecología " Enrique Pérez Arbeláez". Fondo Para la Protección del Medio Ambiente - FEN Colombia, Santa Marta, 82 pp.

- Garzón-Ferreira, J. y M. Kielman. 1994. Extensive mortality of corals in the Colombian Caribbean during the last two decades. En: R.N. Ginsburg (compiler). Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: health, hazards and history, 1993. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Univ. of Miami: 247-253 p.
- Garzón-Ferreira, J., S. Zea y J.M. Díaz. 1996. Coral health assessment in four western Caribbean atolls. Abstracts 8th Int. Coral Reef Symp, Panama: 68.
- Geister, J. 1992. Modern reef development and Cenozoic evolution of an oceanic island/reef complex: Isla de Providencia (Western Caribbean Sea). *Facies*, 27:1-70.
- Guillot, G. y G. Márquez. 1978. Estudios de la vegetación béntica marina del parque Nacional Tayrona, costa Caribe Colombiana, I: Relaciones vegetación-zonación-sustrato. *An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín*, 10: 133-148.
- Guzmán-Alvis, A. y J.M. Díaz. 1993. Distribución espacial de la taxocenosis Anellida-Mollusca en la plataforma continental del golfo de Salamanca, Caribe colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Punta de Betín*, 22:45-49.
- Hatcher, B.G., R.E. Johannes y A.I. Robertson. 1989. Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 27: 337-414.
- Hernández, C. 1994. Biodiversidad en los ecosistemas lagunas costeras. Memorias del taller de expertos sobre el estado de conocimiento y lineamientos para una estrategia nacional de biodiversidad en los ecosistemas marinos y costeros, Minca-Magdalena. CCO/ENB/COLCIENCIAS, Santafé de Bogotá: 112-121 p.
- IDEAM. 1997a. Condiciones Ambientales en Colombia. Proyecciones a corto, mediano y largo plazo. Santa fe de Bogotá, 20 p.
- IDEAM. 1997b. Efectos sobre el medio físico natural de Colombia ocasionados por el Fenómeno El Niño durante el período Marzo-Noviembre de 1997 y proyeccion de los posibles efectos en los próximos meses. Diciembre de 1997, Santafe de Bogotá, 32 p.
- Instituto Humboldt – Ministerio del Medio Ambiente. 1996. Convenio sobre Diversidad Biológica. Ley 165 de 1994, 43 p.
- Instituto Humboldt – Ministerio del Medio Ambiente – Departamento Nacional de Planeación. Sin fecha. Política Nacional de Biodiversidad. Colombia, 41 p.
- INPA. 1997. Boletín Estadístico Pesquero, Santafe de Bogotá, 107 p.
- INVEMAR. 1988. Diagnóstico actual de las comunidades marinas de la bahía de Portete, análisis de efectos reales por la construcción y operación de las instalaciones portuarias. Informe final, Santa Marta, 156 p.
- INVEMAR. 1995. Estudio de impacto ambiental proyecto plataforma Chuchupa “B”. Componente biológico, climatológico y oceanográfico. Informe final, Asociación ECOPETROL-TEXAS Petroleum Company, Santa Marta, 119 p.
- INVEMAR. 1997a. 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, Informe final, OCENSA, Santa Marta, 64 p.
- INVEMAR. 1997b. Carbón y comunidades bénticas de playas en el área de influencia del terminal de Prodeco. C.I., Informe final, PRODECO S.A., Santa Marta, 31 p.
- INVEMAR. 1997c. Monitoreo de la fauna asociada a las raíces de mangle rojo en el área de influencia de la línea submarina en el Golfo de Morrosquillo, Informe final, OCENSA, Santa Marta, 75 p.

- INVEMAR. 1998a. Caracterización ambiental preliminar del corredor marino y costero entre Urabá y Santa Marta. Informe final, AMOCO Colombia Petroleum Company, Santa Marta, 132 p.
- INVEMAR. 1998b. Sectorización de la Biodiversidad en Colombia. Informe Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos, pag var.
- INVEMAR – Ministerio del Medio Ambiente. 1996. Programa de monitoreo de la contaminación en la costa Caribe y océano Pacífico de Colombia. Memorias Primer Taller, Santa Marta, 113 p.
- Lankford, R. 1977. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification.2: 182-215 pp. En: M.L. Wiley (ed.). Estuarine processes. Academic Press Inc., New York.
- Laverde-Castillo, J.J.A. 1992. Ecología y distribución de *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Natural Tayrona. Memorias VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar, Santa Marta, CCO: 2: 606 (resumen).
- Laverde-Castillo, J. J. A. 1994. Estado del conocimiento de las praderas de fanerógamas marinas en Colombia. Memorias del Taller de Expertos Sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Ecosistemas Marinos y Costeros, Minca-Magdalena. CCO/ENB/Colciencias, Santafé de Bogotá: 132-141 pp.
- Levinton, J. 1995. Marine Biology. Oxford University Press, New York, 420 p.
- Lewis, J. 1960. The fauna of rocky shores of Barbados, West Indies. Can. J. Zool. 38 : 391 – 435 pp. En : Brattsröm, H. 1980. Rocky shore zonation in the Santa Marta area, Colombia. Sarsia, 65(3-4) :163-226.
- Lewis, J. R. 1964. The ecology of rocky shores. The English Univ. Press, London, 323 p.
- Little, C. y A. Kitching. 1996. The biology of rocky shores. Oxford University Press. Oxford. 240 p.
- López, A. 1997. Caracterización espacio-temporal de la taxocenosis Mollusca-Crustacea-Echinodermata en la Ensenada de Pozos Colorados y sectores aledaños, Caribe colombiano. Tesis de Grado Biología Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 119 p.
- Lorin, J., C. Hernández, A. Rovault y J. Bottagisio. 1973. Estudio sedimentológico de la plataforma continental entre Bocas de Ceniza y Santa Marta. Laboratoire Central D’Hydraulique de France, Barranquilla, 42 p. +50 planos.
- Márquez, G.E. 1990. Ecosistemas marinos. 115-133 pp. En: M.C. Jimeno (ed). Caribe Colombia. Fondo para la protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis” – FEN Colombia, Bogotá.
- Márquez, G.E. 1992. Estudios ecológicos en el complejo arrecifal de Providencia isla, Caribe occidental colombiano: Ecología arrecifal y vegetación marina. Memorias VIII Sem. Nal. de Cienc. y Tec. del Mar, CCO, Santa Marta, 1: 397-422.
- Márquez, G. 1996. Ecosistemas estratégicos y otros estudios de ecología ambiental. Fondo FEN Colombia. Santafé de Bogotá. 211 p.
- Márquez, G. y G. Guillot. 1983. La vegetación marina del Parque Nacional Tayrona, Costa Caribe Colombiano, II. Tipos de vegetación. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 13: 17- 51.
- Martínez, J.O. 1993. Geomorfología. I: 110-119 pp. En: P. Leyva (ed). Colombia Pacífico. Fondo FEN Colombia, Santafé de Bogotá.

- Martínez, J.O. y González, J.L. 1997. Evolución histórica de las islas barrera del sector de Buenaventura y el Maya. *Invemar, Serie de Publicaciones Especiales*, 3: 1-72.
- Molina, A. 1990. Estudio geológico de la plataforma continental Caribe (Santa Marta - Punta Morro Hermoso). *Mem. VII Sem. Nal. Cienc. Tecnol. Mar., Comisión Colombiana de Oceanografía*. Cali, 1:120-131.
- Ogden, J.C. 1983. Coral reefs, seagrass and mangrove ecosystems: The connections. 6-34 pp. En: J. Ogden (ed.). *Coral reefs, seagrassbeds and mangroves: their interaction in the coastal zones of the Caribbean*. Unesco Reports in Marine Science, 23.
- Perdomo, L. Contribuciones al conocimiento de la ecología del bosque de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Serie de documentos técnicos CORPAMAG - GTZ. En prensa.
- Perdomo, A.M. y J.H. Pinzón. 1997. Cartografía de biotopos y caracterización de la comunidad arrecifal de Isla Arena, Caribe colombiano. Tesis de Grado Biología Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 44 p.
- Phillips, R.C. 1992. The seagrass ecosystem and resources in Latin America. 107-121 pp. En: U. Seeliger (ed.). *Coastal plant communities of Latin America*. Academic Press, San Diego, California.
- Prahl, H. von. 1989. *Manglares*. Villegas Editores, Bogotá, 207 p.
- Prahl, H. von. 1990. *Malpelo, la roca viviente*. FEN Colombia, Editorial Presencia, Bogotá, 55 p.
- Prahl, H. von, J. R. Cantera y R. Contreras. 1990. *Manglares y hombres del Pacífico colombiano*. Fondo FEN Colombia. Editorial Presencia, Santafé de Bogotá, 193 p.
- Prahl, H. von y H. Erhardt. 1985. *Colombia corales y arrecifes coralinos*. Fondo FEN Colombia, 295 p.
- Ramírez, A., D. Miranda y G. Viña. 1994. Estructura arrecifal del archipiélago de San Bernardo (mar Caribe, Colombia), estudio de línea base. *Trianea*, 5: 189-219.
- Ramírez, G. 1988. Residuos de plaguicidas organoclorados en sedimentos de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe colombiano). *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín*, 18: 127-136.
- Restrepo, J. y J. Cadavid. 1995. Hidrodinámica estuarina: Bases para la cuantificación y modelación de procesos físicos, estuarios San Juan y Chavica, Pacífico colombiano. 238-289 pp. En: J. R. Cantera y J. D. Restrepo (ed). *Delta del río San Juan, Bahías de Málaga y Buenaventura, Pacífico colombiano*. Univ. del Valle – COLCIENCIAS – EAFIT, Santiago de Cali.
- Restrepo, J. e I. Correa. 1994. Aspectos generales sobre el estado actual de conocimiento de la franja costera del Pacífico colombiano. *Memorias del Taller de Expertos Sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Ecosistemas Marinos y Costeros, Minca-Magdalena*. CCO/ENB/Colciencias, Santafé de Bogotá.
- Rodríguez, B. D. 1982. Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en algunas playas arenosas de la región de Santa Marta. Caribe colombiano. Tesis M.Sc. Univ. Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Rogers, C.S. 1990. Response of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 62: 185-202.
- Rosales, M. T. y R. Alvarez. 1979. Niveles actuales de hidrocarburos organoclorados en sedimentos de lagunas costeras del Golfo de México. *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol., UNAM, México*, 6(2):1-6.

- Sánchez-Páez y R. Alvarez-León. 1997a (ed.). Diagnóstico y Zonificación preliminar de los Manglares del Caribe de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Dirección General Forestal y de Vida Silvestre - Organización Internacional de Maderas Tropicales. 511p + 12 anexos.
- Sánchez-Páez y R. Alvarez-León. 1997b (ed.). Diagnóstico y Zonificación preliminar de los Manglares del Pacífico de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Dirección General Forestal y de Vida Silvestre- Organización Internacional de Maderas Tropicales. 343p + 5 anexos
- Sarkar, A. y R. Sen Gupta. 1988. Chlorinated pesticides residues in marine sediments. *Mar. Poll. Bull.*, 19(1):35-37.
- Schnetter M. Algunos aspectos de la regeneración de la vegetación en el área de la Ciénaga Grande de Santa Marta, después de la reconstrucción de canales de conexión con el Río Magdalena Colombia. Serie de documentos técnicos CORPAMAG – GTZ. En prensa.
- Schuhmacher, H. 1982. Korallenriffe, ihre Verbreitung, Tierwelt und Ökologie. BLV Verlagsgesellschaft, München, 274 p.
- Seoane-Camba, J. 1969. Sobre la zonación del sistema litoral y su nomenclatura. *Inv. Pesq.*, 33(1): 261-267.
- Snedaker, S. y C. D. Getter. 1985. Costas: Pautas para el manejo de los recursos costeros. Serie de información sobre recursos renovables. Publicación No.2. U. S. Agency for International Development.
- Steer, R., F. Arias, A. Ramos, P. Ocampo, P. Sierra, D. Alonso. 1997. Políticas de ordenamiento ambiental de las zonas costeras colombianas. Documento preliminar. Consultoría financiada por el Ministerio del Medio Ambiente. INVEMAR, Santa Marta, pag var.
- Stephenson, T. y A. Stephenson 1949. The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *J. Ecol.*, 37: 289-305.
- Trujillo, C. 1997. Estructura de la taxocenosis crustacea asociada a fondos blandos en la Ensenada de Pozos Colorados, Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis de Grado Biología Marina, Univ. de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 91 p.
- Valderrama M. 1997 La investigación en recursos pesqueros. Conceptos y lineamientos. Colombia, Ciencia y Tecnología, 15(1):27-31.
- VECEP. 1998. El evento “ENOS” (EL Niño – Oscilación Sur): Situación actual. *VECEP Informa*, (7):20-21.
- Vegas, M. 1980. Introducción a la ecología del bentos marino. OEA, Washington D.C., Monografía 9.
- Zambrano, C. y D. Rubiano 1996. Mapas del bosque de manglar de la costa pacífica colombiana, años 1969, 1996 y multitemporal. OIMT/MMA, Informe Técnico 7, Santafé de Bogotá, 40 p.
- Zambrano, C. y D. Rubiano 1997. Mapas escala 1:100.000 sobre la localización de los manglares en la costa Caribe colombiana. OIMT/MMA, Informe Técnico 12, Santafé de Bogotá. En prensa.
- Zapata, F.A. 1994. Las comunidades y arrecifes coralinos del Pacífico colombiano. Memorias del Taller de Expertos Sobre el Estado del Conocimiento y Lineamientos para una Estrategia Nacional de Biodiversidad en los Sistemas Marinos y Costeros, CCO/Colciencias, Minca: 176-194.
- Zea, S., J. Geister, J. Garzón-Ferreira y J.M. Díaz. Biotic changes in the reef complexes of San Andrés island (Southwestern Caribbean sea, Colombia) recorded during more than two decades. *Atoll Res. Bull.* En prensa.