

**CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y
SEÑALIZACIÓN EN LOS SECTORES DE USO PÚBLICO
DEL PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL
ROSARIO Y SAN BERNARDO: ARCHIPIELAGO DEL
ROSARIO Y EL SECTOR OCCIDENTAL DE ISLA BARU
(COLOMBIA, mayo 2005)**



**INFORME CON LAS AREAS PRIORITARIAS PARA
EMPRENDER ACCIONES DE CONSERVACION Y
SEÑALIZACIÓN EN EL ARCHIPIELAGO DEL ROSARIO Y
EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA ISLA BARU**

**CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS
PRESENTES EN LOS SECTORES DE USO PÚBLICO DEL
PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y
SAN BERNARDO: ARCHIPIELAGO DEL ROSARIO Y EL
SECTOR OCCIDENTAL DE ISLA BARU
(COLOMBIA, mayo 2005)**



**INFORME CON LAS AREAS PRIORITARIAS PARA
EMPRENDER ACCIONES DE CONSERVACION EN EL
ARCHIPIELAGO DEL ROSARIO Y EN EL SECTOR
OCCIDENTAL DE LA ISLA BARU**

INDICE

1	INTRODUCCIÓN: ÁREA DE ESTUDIO.....	2
1.1.	Localización del área	3
1.2.	Aspectos físicos	4
1.2.1.	Oceanografía	4
1.2.2.	Clima.....	6
1.2.3.	Hidrología	7
1.2.4.	Geología	8
1.3.	Aspectos bióticos	8
1.3.1.	Fondos Blandos Sedimentarios de la Plataforma Continental	8
1.3.2.	Litoral Rocoso	10
1.3.3.	Playas	10
1.3.4.	Pradera de fanerógamas marinas.....	11
1.3.5.	Arrecifes de coral	12
2	METODOLOGÍA	13
2.1.	Arrecife coralino	14
2.2.	Pastos marinos	16
3	RESULTADOS.....	17
3.1.	Análisis de Estado y Presiones a los Objetos de Conservación.	17
3.1.1.	Arrecife de Coral.....	17
3.1.2.	Praderas de fanerógamas marinas.....	20
3.2.	Evaluación del estado de los ecosistemas de las áreas prioritarias para emprender acciones de conservación	20
3.2.1.	Arrecife coralino	20
3.2.2.	Praderas de fanerógamas marinas.....	26
4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	28
4.1.	Arrecife de coral	28
4.2.	Pastos marinos	29
5	CONCLUSIONES	30
6	RECOMENDACIONES	31
7	BIBLIOGRAFÍA	32
8	ANEXOS.....	37

1 INTRODUCCIÓN: ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNN CRSB) posee el área de arrecifes de coral más extensa, con mayor diversidad y desarrollo de la plataforma continental colombiana, incluyendo además comunidades de manglar asociadas a lagunas costeras y extensas praderas de pastos marinos. De igual manera tiene un alto valor estético por su transparencia de agua permitiendo observar una amplia gama de colores y paisajes. El carácter del Parque es predominantemente submarino y esta demarcado por la línea de más alta marea, y de acuerdo a sus características naturales protege ecosistemas especiales a nivel mundial, pues comprende la fracción más desarrollada de corales dentro del Mar Caribe en la franja continental colombiana, presentando alta variedad biológica y cualidades escénicas, que lo constituyen en uno de los principales atractivos turísticos del Caribe Colombiano, en especial de la ciudad de Cartagena de Indias.

El PNN CRSB protege ecosistemas de alta productividad biológica, los cuales enfrentan diversas amenazas, muchas de las cuales se originan a partir de las actividades humanas, como es el caso de la actividad turística que se viene realizando desde los años 70. El Parque cuenta con grandes extensiones de arrecifes coralinos, praderas de fanerógamas marinas y fondos asociados que requieren ser evaluados para conocer su estado y tener las bases técnicas para la implementación de acciones de conservación.

En la actualidad, estos ecosistemas son sensibles al efecto de diversas actividades de origen antrópico que se registran en áreas de influencia del Parque (actividades turísticas insostenibles) y al interior del mismo (pisoteo, anclaje, pesca con explosivos y redes, captura de especies en peligro, extracción de recursos hidrobiológicos para fines comerciales, entre otras).

El objetivo del presente informe es determinar las áreas prioritarias para emprender acciones de conservación en el sector del Archipiélago del Rosario y sector occidental de la Isla Barú, teniendo como base un mapa batimétrico del área de estudio, un mapa de ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público y un mapa de las amenazas sobre los ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público.

1.1. Localización del área

El PNN CRSB se encuentra ubicado en el mar caribe colombiano, al suroeste de la ciudad de Cartagena de Indias Distrito Turístico y Cultural, a una distancia de 45 km, y al noroccidente de la ciudad de Tolú a 30 km, entre los Departamentos de Bolívar y Sucre, dentro de la jurisdicción del Distrito Turístico y Cultural de Cartagena de Indias. Sus coordenadas geográficas corresponden a $10^{\circ} 15' N$ y $9^{\circ} 35' N$, y los $75^{\circ} 47' W$ y $75^{\circ} 50' W$ (figura 1).

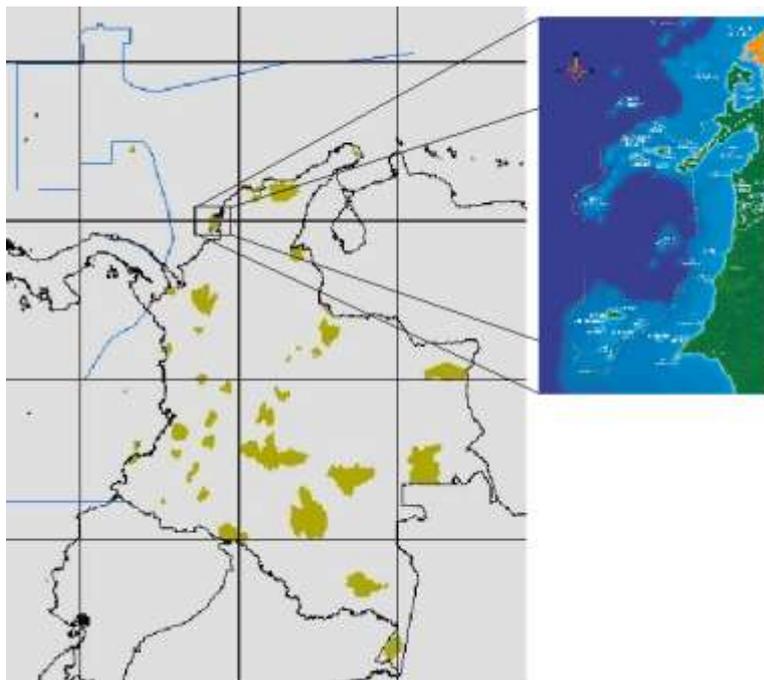


Figura 1. Localización del PNN CRSB.

El área de estudio comprende el Archipiélago del Rosario ($10^{\circ} 11' N$ y $75^{\circ} 48' W$) y sector occidental de la Isla Barú ($10^{\circ} 12' N$ y $75^{\circ} 38' W$), ambos localizados al sur occidente de la bahía de Cartagena.

El Archipiélago del Rosario comprende 29 islas rodeadas de una extensa área con un profuso desarrollo de formaciones coralinas. Dentro de las islas que conforman el archipiélago se destacan Isla Grande, Isla Fiesta, Isleta, Isla Pavitos, Isla San Martín de Pajares, Isla Rosario e Isla Tesoro entre otras. Isla Rosario e Isla Tesoro son las únicas islas en este sector que hacen parte del PNN CRSB, en donde se tiene restringido el uso para los visitantes del parque, por lo tanto no son de uso público.

El sector de Isla Barú comprende actualmente formaciones coralinas vivas en su flanco noroccidental, encontrado en la línea de costa bosques de manglar en buen estado de desarrollo.

El acceso al área de estudio es por vía marítima, ya sea en embarcaciones turísticas o privadas que salen desde el muelle Turístico de la Bodeguita y de otros muelles de la ciudad de Cartagena de Indias.

1.2. Aspectos físicos

1.2.1. Oceanografía

La dinámica de las aguas, está influenciada por el régimen climático de la zona y muy especialmente al comportamiento del viento, que juega un papel primordial en la formación de corrientes marinas y del oleaje; además aspectos como la salinidad del agua y la temperatura, determinan esta dinámica. De igual forma, existen factores locales que inciden en la circulación costera, como la topografía del fondo el régimen de aporte de aguas fluviales.

La temperatura del agua es mucho mayor en cercanías de la costa y disminuye desde aguas costeras hacia mar adentro. Durante la época seca cuando la intensidad de los vientos es mayor se observan las menores temperaturas del agua de mar, estos vientos a su vez provocan una gran evaporación de la capa superficial del mar. Durante este periodo el intercambio térmico y el movimiento en la interfase océano - atmósfera es mucho más pronunciado a causa de la velocidad del viento (INVEMAR, CVS, CARSUCRE, 2001).

El comportamiento de la salinidad es inverso al de la temperatura superficial del mar anotada anteriormente, observándose básicamente en las zonas costeras, donde para la época seca se registran los máximos valores por efecto de la intensa evaporación, mientras que los mínimos se obtienen en la época húmeda cuando el aporte fluvial es mayor por efecto de las precipitaciones (CIOH, 2001). En general la salinidad presenta una marcada influencia del régimen fluvial, debido a los aportes provenientes del canal del Dique y del río Sinú (CIOH-CARDIQUE, 1998; Díaz et al., 2000).

El patrón de corrientes predominante esta fuertemente influenciado por la corriente Caribe y la Contracorriente de Panamá, las cuales influyen en mayor o menor grado dependiendo de la época del año. Adicionalmente, en el área se presenta una corriente generada por las aguas continentales, en especial aquellas fuertemente cargadas de sedimentos que salen del Canal del Dique a través de los Caños Lequerica y Matunilla y llegan a la bahía de Barbacoas, y dependiendo de la época del año, corriente predominante y régimen de vientos afectan al Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo. De otro lado, el aporte fluvial del río Sinú y el arroyo Pichelín entre otros, crean masas de agua dulce que juegan un papel importante en la conformación de los campos hidrológicos e hidrodinámicos de la zona (Leble y Cuignon, 1987; CIOH-CARDIQUE, 1998; Andrade, 2000; INVEMAR, CVS, CARSUCRE, 2001).

De acuerdo con Leble y Cuignon (1987), la circulación de las aguas en áreas aledañas al canal del Dique, se puede dividir en cuatro períodos en el año teniendo en cuenta la dinámica del canal, del viento y las corrientes, así:

Entre diciembre y febrero, el canal aporta un caudal considerable al mar y la corriente fuera de la bahía de Barbacoas, tiene dirección suroeste. Posiblemente debido a un movimiento circular en el interior de la bahía, el agua dulce del canal se concentra en el sector aledaño a isla Barú, donde se mezcla

con el agua de mar. Estas masas de agua son transportadas en dirección suroeste por acción de los vientos alisios, sin tener algún efecto sobre las islas del Rosario.

Entre febrero y abril, cuando el caudal del canal del Dique es mínimo, y las masas de agua se mueven igualmente hacia el suroeste, el efecto sobre las islas del Rosario es casi nulo, debido que por efecto de las aguas oceánicas que entran a la bahía de Barbacoas, el agua salobre se mantiene cerca de las desembocaduras del canal.

Un tercer período se presenta entre mayo y septiembre, cuando el caudal del canal del Dique aumenta y la corriente general superficial frente a la bahía de Barbacoas tiene dirección norte-noreste por acción de la contracorriente de Panamá. Las aguas dulces del canal junto con su carga de sedimentos, pueden llegar hasta las islas del Rosario empujadas por esta contracorriente y utilizando los caños y canales que cruzan el archipiélago.

Finalmente, entre octubre y noviembre, el canal del Dique se encuentra en su máximo nivel y las corrientes superficiales van en dirección norte, lo cual trae como consecuencia que las aguas que salen del canal por las bocas de Manutilla y Lequerica se orillen sobre la costa sur de isla Barú y al salir de la bahía de Barbacoas, se dirijan al norte hacia las islas.

Lo anterior se puede sintetizar en dos situaciones generales: entre diciembre y mayo predomina la corriente oceánica del Caribe en dirección suroeste con poco efecto de la corriente proveniente de la bahía de Barbacoas con aguas dulces y turbias del canal del Dique. Entre junio y diciembre, en cambio, la contracorriente de Panamá intensifica la corriente procedente del canal de Dique, y la dirige hacia las islas del Rosario (Leble y Cuignon, 1987; Becerra *et al.*, 1998).

De otro lado, la costa colombiana sobre el mar Caribe está situada bajo la influencia de los vientos alisios, las cuales determinan las principales condiciones oceanográficas de la región. Las fluctuaciones estacionales de este régimen de vientos, depende del desplazamiento anual en sentido norte – sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI).

Durante la época seca el predominio de los Alisios de dirección NNE conduce a la formación de un flujo que recorre la costa colombiana desde la Guajira, en donde se ha desprendido del tallo principal de la corriente del Caribe, hasta el golfo de Urabá, restringiendo de esta forma el avance de la contracorriente de Panamá en su camino hacia el norte. Este flujo experimenta una bifurcación al encontrar en su camino el banco de las islas San Bernardo (INVEMAR, CVS, CARSUCRE, 2001).

En la época húmeda los vientos se debilitan y cambian su dirección; predominan los vientos provenientes del sur y del oeste; la región del Golfo es ahora influenciada en mayor proporción por la contracorriente de Panamá que alcanza sus mayores intensidades. La dirección que predomina ahora en las corrientes del Golfo es NE (INVEMAR, CVS, CARSUCRE, 2001).

1.2.2. Clima

La climatología de la región, se clasifica como tropical semiárido con dos periodos climáticos bien definidos, conocidos como época húmeda o de lluvias y seca o de vientos (CIOH-CARDIQUE, 1998; INVEMAR, CVS, CARSUCRE, 2001). El área del presente estudio está localizada dentro de la franja intertropical del planeta denominada Zona de Convergencia Intertropical (ZCI) que determina las variaciones climáticas de la región tropical debido a sus desplazamientos latitudinales (Pujos et. al., 1986), así mismo se ve influenciada por la interacción del movimiento meridional del sistema de monzones americanos, los vientos Alisios, el paso de las Ondas del este y frentes fríos tributarios del hemisferio norte.

La época de vientos (Diciembre a Abril), se caracteriza por la alta intensidad de los vientos alisios, la velocidad oscila entre 4 y 23 nudos, durante esta época la Z.C.I permanece al sur, alrededor de los 0-5° de latitud sur, es muy común que producto de las altas velocidades de los vientos durante la época seca, se incrementen los procesos de intercambio calorífico en la interfase del mar; así mismo, se presenta el fenómeno de mar de leva, ocasionado por la incursión en aguas del mar caribe, del frente polar. Durante esta época, las lluvias disminuyen considerablemente, solo alcanzando los 50mm/mes; los índices más bajos de precipitación y caudales hídricos (100 m³/s), se <presentan durante los meses de enero y febrero. (Molina et al., 1994).

La época húmeda se presenta durante los meses de Abril a Noviembre, con una corta interrupción en los meses de Junio y Julio, además se presentan vientos de débil intensidad, la orientación es variable, se caracteriza por presentar un régimen muy abundante de lluvias, siendo octubre el mes de mayor intensidad, alcanzando máximos de precipitación de 270 mm/mes. Durante esta época se presentan los mayores caudales de agua dulce (aproximadamente 800 m³/s), así mismo, los vientos Alisios tienen poca influencia en la distribución de la temperatura, la salinidad, el oleaje y las corrientes, por lo tanto, la influencia de la contracorriente de Panamá-Colombia se incrementa (CIOH-CARDIQUE, 1998; Andrade, 2000).

En esta variación climática, se define también un periodo de transición comprendido entre los meses de Junio y Julio, caracterizado por la irregularidad de las lluvias y los vientos, los cuales no sólo varían su intensidad sino su dirección (CIOH-CARDIQUE, 1998). Durante ésta época los vientos no superan los 10 nudos y la dirección muestra un predominio de los componentes norte y este. Las precipitaciones no sobrepasan los 120 mm/mes (INVEMAR, CVS, CARSUCRE, 2001).

1.2.3. Hidrología

Como principales aportes de aguas continentales que influyen sobre el área de estudio están los siguientes: el río Magdalena - Canal del dique, así como el aporte de aguas de Cartagena e isla Barú. (Becerra *et al.*, 1998; INVEMAR, 2002).

El canal del dique genera presión sobre los ecosistemas presentes en el área de estudio, a causa de la sedimentación; razón por la cual se hace referencia especial al mismo. El canal del dique, nace en la margen izquierda del río Magdalena, a la altura de Calamar en Departamento de Bolívar y forma parte de la cuenca baja del río Magdalena. Es considerado un brazo artificial; su construcción empezó en el año de 1650, uniendo un considerable número de ciénagas. En 1978, se estudiaron alternativas para la corrección del cauce del canal y el control de la sedimentación, así mismo, se adoptó el proyecto de rectificación del canal el cual se inició en 1982 y permitió estructurar un canal de navegación permanente (Viña, 1989; Ulloa-Delgado *et al.*, 2002). Desemboca en la bahía de Cartagena en el sitio conocido como Pasacaballos, aportando un valor de caudal promedio de 455,3 m³/seg y de sólidos suspendidos totales que alcanza 10743,6 Tn/día (INVEMAR, 2002). Antes de llegar a Pasacaballos, parten tres caños de descarga lateral (Viña, 1989):

1. El caño Correa, origina el delta natural del canal, correspondiéndole a su cauce, el curso de una antigua paleoboca del río Magdalena (Leblanc, 1988).
2. Los caños Matunilla y Lequerica, cuyo origen artificial se remonta a las actividades de dragado efectuadas en 1958. Estos caños aportan agua y sedimentos a la bahía de Barbacoas y a partir de allí, influyen al conjunto de islas del Rosario y Barú (Leblanc, 1988; Ulloa-Delgado *et al.*, 2002).

De acuerdo con Alvarado *et al.*, 1989, las obras adelantadas a partir de 1982, significaron un aumento promedio del caudal en un 33 % y una descarga aproximada de 12.000 toneladas diarias de material sólido, arrojadas por las bocas de Lequerica y Matunilla. Estos autores afirman que la sección hidráulica del canal, fue diseñada en tal forma que el 80% del volumen que entra por Calamar sale a la bahía de Barbacoas en época de invierno.

A partir de esa fecha se observó una mortalidad del 90% de las especies de *Acropora palmata* y *A. cervicornis* y una mortalidad media promedio de 58 % de la cobertura coralina en los primeros 12 m de profundidad (Sarmiento *et al.*, 1989)

La sedimentación es especialmente crítica a la entrada del canal, donde en varias ocasiones se ha interrumpido el flujo proveniente del río Magdalena. Sin embargo, otros sitios como las bifurcaciones de los caños Correa, Matunilla y Lequerica y la desembocadura en Pasacaballos, se ven periódicamente afectados por este proceso (Alvarado *et al.*, 1989).

1.2.4. Geología

El Archipiélagos de Nuestra Señora del Rosario son antiguos arrecifes que actualmente están emergidos hasta una altura que no sobrepasa los tres metros, el origen de los bajos y las islas de estos archipiélagos es el resultado de una serie de eventos que incluyen diapirismo lodoso, colonización biológica, procesos cársticos y cambios en el nivel del mar (muy probablemente se formaron durante la última trasgresión marina).

Los cambios en el nivel del mar que permitieron que las islas emergieran parecen estar relacionados con el levantamiento tectónico y el diapirismo de lodos asociado. Por último, de persistir el progresivo aumento del nivel del mar, la degradación antrópica de los ecosistemas coralinos y manglares de las islas y los eventos naturales catastróficos asociados al deterioro ambiental global, es previsible que en los próximos 50 a 100 años, las islas que conforman el archipiélago del Rosario puedan haber desaparecido al menos parcialmente (López-Victoria, 1999).

Por otro lado, Isla Barú y el borde costero presentan una morfología resultante de los movimientos tectónicos que afectaron las formaciones mio-pliocénicas constituidas por potentes acumulaciones arcillo-arenosas suprayacidas por construcciones calcáreas formando el tope de la mayoría de los relieves de la zona.

1.3. Aspectos bióticos

La caracterización desde la perspectiva de los aspectos bióticos del PNN CRSB, comprende la descripción de los ecosistemas presentes en el área protegida, conformada por los archipiélagos del Rosario y San Bernardo, teniendo en cuenta su composición florística y faunística, así como la complejidad de los procesos que allí se desarrollan. Además, es de destacar el papel que cumplen estos ecosistemas en el mantenimiento de las posibilidades de desarrollo y bienestar social, y la fragilidad del sistema ambiental que sostiene el funcionamiento actual del área en conjunto.

1.3.1. Fondos Blandos Sedimentarios de la Plataforma Continental

Se ubican por debajo de los cinco metros en la zona infralitoral hasta el punto de quiebre de la plataforma continental. Estos sedimentos presentan diversas texturas (arenosos, fangosos, areno-fangosos o lodosos), en los que se encuentran comunidades biológicas, cuyos organismos presentan adaptaciones estructurales y fisiológicas complejas, como el desarrollo de mecanismos de desplazamiento y excavación en el sustrato que les permite construir galerías y túneles para disminuir el efecto de la acción del oleaje, escapar de los depredadores y conseguir alimento mediante estructuras apropiadas para la ingestión (Díaz-Pulido, 1997; Steer *et al.*, 1997).

La productividad primaria de las comunidades bentónicas es baja y depende del material orgánico que se precipita de estratos superficiales de la columna de agua o por transporte horizontal desde otros ecosistemas. La transformación de la biomasa depositada en detritus y nutrientes utilizables por los organismos del bentos es realizada por actividad microbiana en la capa superficial del sedimento (Vega-Vélez, 1980 y Levinton, 1995 En: Steer, *et al.*, 1997).

Muchos organismos de importancia comercial, se desarrollan en estos fondos, como el camarón, de acuerdo con su ciclo vital. Se destaca su papel en el proceso de reciclaje de nutrientes, control biológico, producción de alimentos y fuente de materia prima (Corpes, 1992; Steer, *et al.*, 1997; Barreto *et al.*, 1999).

Los fondos sedimentarios, se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

En el archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, se diferencian cuatro tipos de sedimentos: al centro una zona en su mayoría arenosa correspondiente a isla Tesoro, isla Grande, isla Arena e isla Periquito; al noreste, predominan los sedimentos de tipo lodosos y lodo-arenosos que llegan al arrecife al nivel de la isóbata de 60 m; al norte una región del mismo tipo se adhiere a isla Barú penetrando en el cañón situado entre isla Grande e isla Periquito; al sur se presenta una zona predominantemente lodosa correspondiente a la plataforma continental frente al canal del Dique, la cual penetra al cañon que separa a isla del Rosario de isla Arena (Leble y Cuignon, 1987).

Especies Asociadas. Entre los organismos asociados a este ecosistema se catalogan como infauna aquellos que viven enterrados en el sedimento y epifauna aquellos que se encuentran por encima de él. La composición y estructura de las comunidades de fondos blandos varía de acuerdo al tipo de sedimento, profundidad, contenido de materia orgánica, sedimentación, surgencias entre otros (Corpes, 1992, Guzmán-Alvis y Díaz, 1993).

Tanto para la infauna como para la epifauna, los estudios en el Caribe colombiano se han focalizado en el inventario y descripción de especies. Sin embargo, han sido pocos los trabajos que describen las variaciones espaciales y temporales de estas comunidades. Grupos como los poliquetos, moluscos, crustáceos, equinodermos y peces se destacan como habitantes de este sistema en donde ocupan fondos de tipo arenosos y lodosos.

Muchas de las especies de estos grupos especialmente de moluscos, crustáceos y peces, son importantes desde el punto de vista comercial (pesca artesanal).

1.3.2. Litoral Rocoso

Como litoral rocoso, son designadas las unidades ecológicas constituidas por comunidades biológicas desarrolladas sobre sustratos rocosos de la zona de mareas, que afloran del litoral formando acantilados rocosos o sobre sustratos duros secundarios, con plataformas calcáreas emergidas por movimientos de la corteza terrestre, en la interfase entre el mar y la tierra. Debido a que estas formaciones por lo general presentan una pendiente alta, caen directamente al mar, formando costas altas (Corpes, 1992; IAvH, 1997; Steer, *et al.*, 1997).

El tipo de organismos que en este ecosistema se presentan, esta constituido básicamente por comunidades de algas e invertebrados, algunos de ellos de grupos como moluscos, crustáceos de importancia comercial, los cuales además de verse afectados por la captura comercial, se ven impactados por la actividad turística (Corpes, 1992; IAvH, 1997; INVEMAR, 2001).

Zona supralitoral: área de transición entre la tierra y el mar, que limita en la parte superior con la vegetación terrestre y en su parte inferior con los cirripedios; su amplitud varia de acuerdo a el oleaje. En esta zona la densidad de organismos es baja y está dominada por gasterópodos del género *Littorina*, crustáceos de la familia Grapsidae y algas como *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*, *Ulva sp.*, entre otras.

Zona mesolitoral: franja litoral en la que son activas las mareas, cubriendo y descubriendo la superficie continuamente. Son típicos de esta zona organismos como los balanos, quitones y gasterópodos de las familias Neritidae, Muricidae, Fissurellidae, etc.

Zona infralitoral: Comprende desde el nivel de inmersión continua hacia abajo, el límite inferior lo determina la presencia de sustrato rocoso. En Caribe colombiano, se presentan gran variedad de algas como *Ulva*, *Caulerpa*, *Halimeda*, *Dyctiota*, *Sargassum*, *Laurencia*, etc.

1.3.3. Playas

Se denominan como tal a los sedimentos acumulados, no consolidados que han sido transportados a la costa y moldeados en forma característica, mediante la acción de movimiento del agua generado por las olas, las corrientes y otros factores físicos, por lo que se caracteriza por ser un biotopo modificable (Cantera y Contreras, 1993).

Es muy común encontrar abundante riqueza de especies de fauna en esta clase de ecosistemas, como algunos crustáceos, poliquetos y moluscos, los cuales encuentran en el sustrato arenoso, su hábitat y alimento; ó como en el caso de aves y reptiles utilizan que utilizan las playas como sitio de paso, alimentación o anidamiento. Así mismo, es posible encontrar especies vegetales relacionadas a este ecosistema.

Dentro del PNN CRSB, algunas playas son más importantes que otras ecológicamente hablando, debido a su papel como hábitats esenciales para especies marinas, tales como las tortugas y algunas aves playeras.

Las tortugas marinas anidan en playas que se caracterizan por ser playas abiertas y arenosas de fácil acceso por el mar, arena suficientemente húmeda y fina que permita la difusión de gases producidos por los huevos en incubación; ninguna o baja iluminación artificial; altura de la playa adecuada que permita el ascenso de la tortugas a la misma, pero que no se inunde con las mareas; y las playas con vegetación en la zona alta.

1.3.4. Pradera de fanerógamas marinas

Son plantas vasculares o plantas con flores, que han desarrollado la capacidad de realizar todo su ciclo de vida sumergida en agua salobre o salina. Habitan aguas someras hasta 20-30 m de profundidad, alcanzando su máximo desarrollo a profundidades menores de 10 m y se desarrollan generalmente sobre sustratos de arena en aguas altamente iluminadas y preferiblemente calmadas (IAvH, 1997), crean formaciones típicas de las aguas litorales.

En el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario las mayores extensiones de praderas se concentran al costado sur del eje este oeste que conforman el conjunto de islas e islotes del archipiélago, desde la Isla Pirata hasta la Isla Pajárales, caracterizado por aguas calmadas y con mayor influencia de aportes continentales. Las praderas rodean en su totalidad las islas Arena y Rosario y ocupan buena parte de los bajos someros. El resto de los fondos vegetados consiste en pequeños rodales y parches de *Thalassia* que se distribuyen en forma dispersa entre la barrera coralina y la costa de isla Grande, así como a sotavento de la mayoría de islas de este sector. La extensión total de praderas en la zona es de 835 hectáreas, todas ellas dentro de los límites del actual PNN CRSB.

El pasto dominante es *Thalassia*, pero en las praderas de mayor extensión están también presentes *Syringodium* y *Halodule*. A pesar de las óptimas condiciones raramente se encuentran por debajo de los 5 m de profundidad, en adelante se encuentran con llanuras de sedimentos vegetadas por algas verdes calcáreas (géneros *Hallimeda*, *Penicillus* y *Rhipocephalus*) y pardas (*Dictyota*) o a fondos tapizados con escombros coralinos. Los pastos marinos, los arrecifes de coral y las llanuras de arena se combinan en esta área formando mosaicos, donde la fauna de las praderas es diversa.

En Isla de Barú, las praderas distribuyen a lo largo de unos 13 km de la costa de barlovento de Barú, desde Playa Blanca hasta más allá del extremo de la península. *Thalassia* forma rodales discretos, así como praderas con coberturas superiores al 45% y densidades promedio de 440 vástagos/m², aunque en algunas partes también predomina *Syringodium*. A partir del extremo de la península, hacia el costado de sotavento de la misma, se extienden discretos rodales de *Halodule* que bordean el litoral hasta una profundidad de dos metros (Díaz et al., 2003).

1.3.5. Arrecifes de coral

Las áreas coralinas, entendidas como aquellas porciones del paisaje marino moldeadas y dominadas por la presencia y los procesos geomorfológicos y ecológicos de las formaciones coralinas, constituyen uno de los escenarios más característicos de las costas tropicales. Representan el ecosistema taxonómicamente más diverso, biológicamente más complejo y productivo del planeta y a la vez uno de los más frágiles.

La mayor parte de los arrecifes de esta zona, se han desarrollado sobre antiguas plataformas arrecifales y baluartes submarinos del terciario fuertemente erosionado por continuos procesos de trasgresión y regresión marinos durante el pleistoceno, lo que favoreció la formación de una serie de "escalones arrecifales" hoy en día colonizados por modernos arrecifes que se establecieron en sustratos calcáreos desde el Holoceno, hace aproximadamente 5000 años.

Las formaciones coralinas actuales del Archipiélago del Rosario, Isla Barú y bajos aledaños, se encuentran bordeando el flanco NE de la península de Barú, en torno a las islas del Rosario y formando varios bancos sobre alto relieves de plataforma continental a cierta distancia de la costa. El área coralina tiene un área total de 145 km², de los cuales 51.8 km² son de la parte emergida y 67.7 km² corresponden al área ocupada por las formaciones coralinas recientes (Díaz, *et al.*, 2000).

Estas formaciones coralinas están edificadas sobre terrazas disectadas durante transgresiones marinas. Las terrazas hacia barlovento se caracterizan por ser de poca amplitud y con un exuberante crecimiento coralino hasta más allá de 40 m de profundidad.

Sobre las terrazas se desarrollan arrecifes franjeantes o costeros, que son los de mayor número y variedad de ambientes. En sotavento estas terrazas tienen una mayor amplitud (1.5 km) y pueden alcanzar una profundidad de 25 m.

La composición y estructura de la comunidad coralina en el área muestra una zonación vertical que responde a gradientes de profundidad y turbulencia.

Hacia barlovento, en la zona somera predomina algas pétreas *Millepora complanata*, zoantídeos; esta asociación se encuentra esparcida por toda el área de rompiente como en las crestas de los arrecifes franjeantes del costado de barlovento de islas Tesoro, Grande y Pajáales.

En sotavento el paisaje se modifica, siendo dominado por restos de *A. cervicornis*, entre los que crecen colonias de *Montastraea annularis*, siendo importante al sur de islas Rosario. Hacia las zonas someras se encuentran parches deteriorados de *Porites porites*, como en la isla de Periquito. Por debajo de 15 m, predominan las formaciones con diversas especies de corales masivos y octocorales.

Al occidente del área en zonas profundas se localizan algunos bajos (Rosario, las Palmas, etc) que se encuentran constituidos por especies de corales masivos con predominancia de *Montastraea* sp y en los flancos y vertientes abundan corales mixtos.

2 METODOLOGÍA

Inicialmente se hizo una recopilación y un análisis de información secundaria disponible sobre el área, así como testimonios verbales funcionarios del PNN CRSB, guías y conocedores de la región.

A partir del estudio “Determinación de la Capacidad de Carga del PNN CRSB en los Sectores: Playa Blanca, La Playita, Isla Grande, San Martín de Pajarales, Barrera Coralina: I. Pavitos e I. Fiesta”, realizado por Osorio y colaboradores en el 2004, se realizó la caracterización de los ecosistemas marinos (arrecifes de coral y pastos marinos) presentes en los sectores identificados de alto uso público en el PNN CRSB en los sectores el Archipiélago del Rosario y de San Bernardo.

Se realizó un análisis sobre un mapa batimétrico del área de estudio realizado en coordinación con el CIOH (Anexo 1), posteriormente en coordinación con el PNN CRSB se ubicaron espacialmente los ecosistemas marinos sobre un mapa (Anexo 2). Con lo anterior, se realizó un análisis sobre las amenazas que existen en sus ecosistemas marinos, siendo graficados en un mapa, bajo la supervisión del PNN CRSB (Anexo 3). Los tres mapas mencionados anteriormente tienen una escala de 1:50.000.

Teniendo lo anterior, se seleccionó cuatro sectores prioritarios para emprender acciones de conservación. Estos cuatro sectores son los de más afluencia turística del área de estudio, los cuales fueron objeto de evaluación para determinar el estado del ecosistema de arrecife de coral y praderas de pastos marinos, teniendo en cuenta los signos de deterioro que se puedan derivar de la actividad humana. Los resultados de los muestreos arrojaron información para hacer un análisis descriptivo de la situación ambiental de los dos ecosistemas objeto de estudio, lo cual justifica la implementación de medidas de manejo efectivas por la administración del Parque.

Sectores	Estaciones
1. Playa Blanca	1. Playa Blanca parche 1
	2. Playa Blanca parche 2
2. Isla Fiesta	3. Isla Fiesta somero
	4. Isla Fiesta profundo
3. Isla Pavitos	5. Isla Pavitos somero
	6. Isla Pavitos profundo
4. La Playita	7. Playa Blanca pradera
	8. La Playita pradera

Tabla 1. Listado de las ocho estaciones de muestreo en los cuatro sectores de uso público en el Parque Nacional Natural los Corales del Rosario y de San Bernardo.



Figura 2. Ubicación de las estaciones de estudio en las zonas críticas evaluadas en el presente estudio en el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario y en la Península de Barú

2.1. Arrecife coralino

Se escogieron seis estaciones (2 someras en Playa Blanca, 2 en Isla Fiesta (somera y profunda) y 2 en Isla Pavitos (somera y profunda) (tabla 1), para evaluar la estructura de la comunidad del fondo dentro de una parcela imaginaria con características homogéneas un área de 400 m² (López-Victoria y Díaz, 2000) estimando visualmente los valores de cobertura relativa de las variables consideradas siguiendo la siguiente secuencias: Sustrato duro (D) vs blando (B) (considerando el porcentaje de cobertura de corales vivos, corales muertos y material duro parental como sustrato duro, fondos de arena y arena – cascajo como sustrato blando), coral vivo (CVI) (con respecto al sustrato duro, teniendo en cuenta el porcentaje de cobertura de las principales especies de corales pétreos), coral muerto (CMU) (con respecto al sustrato duro, teniendo en cuenta el porcentaje del fondo cubierto por coral muerto), especies de coral (porcentaje de cobertura de cada una de las principales especies de coral presentes) y por último otros organismos sésiles sobre coral muerto y material duro parental.

Paralelamente se determinó el estado de salud de las formaciones coralinas sobre cada estación teniendo en cuenta ocho categorías que incluyen las condiciones de deterioro coralino de la siguiente manera:

1. Mortalidad
 - a. Muerte actual (MA)
 - b. Muerte reciente (MR)
2. Colonias Sanas (SN)
3. Invasiones
 - a. Invasión por algas (IA)
 - b. Invasión por esponjas (IE)
 - c. Invasión por zoantídeos (IZ)
 - d. Invasión por otros organismos (IO)
4. Agresión por organismos móviles
 - a. Territorialismo del pez *Stegastes planifrons* (TS)
 - b. Depredación (DE) (causada por peces, gusanos de fuego o gasterópodos)
5. Agresión por organismos sésiles
 - a. Agresión por esponjas (AE)
 - b. Agresión por otros corales (AC)
 - c. Agresión por algas (AA)
 - d. Agresión por esponjas escavadoras (EE)
6. Signos generales de deterioro coralino
 - a. Blanqueamiento (BL)
 - b. Palidecimiento (PA)
 - c. Oscurecimiento (OS)
7. Signos causados por agentes físicos
 - a. Lunares de sedimento (LS)
 - b. Rayones o raspaduras (RA)
 - c. Fragmentación (FR)
 - d. Volcamiento (VO)
8. Enfermedades
 - a. Banda amarilla (BA)
 - b. Banda roja (BR)
 - c. Banda negra (BN)
 - d. Banda Blanca (BB)
 - e. Lunares oscuros (LO)
 - f. Plaga Blanca (PB)
 - g. Lunares Blancos (LB)

Adicionalmente sobre cada estación se realizó un censo visual de peces, anotando las especies presentes durante un lapso de 30 minutos.

La obtención de los datos en cada estación se realizó por tres personas, de tal forma que un investigador tomaba los datos correspondientes al componente de estructura, el otro los datos correspondientes a la evaluación de las condiciones de deterioro coralino y el otro al componente de diversidad de peces de la misma estación. En cada sitio, se contó con el apoyo de una embarcación. Por ello, los datos aquí analizados, provienen de las observaciones de básicamente tres investigadores.

La evaluación, tanto de las condiciones de deterioro como del componente de estructura, se realizó dentro de las unidades ecológicas de paisaje

diferenciadas, evitando en lo posible las zonas de transición. Luego de definir el sitio de muestreo, se delimitó visualmente una parcela coralina con un área aproximada de 10x10 m, en la cual se realizó la inspección visual de las diferentes condiciones de deterioro. Dentro de esta área y en un tiempo no mayor a 30 minutos se realizó el análisis de los corales pétreos por especie, anotando la presencia de cada una de las 26 condiciones de deterioro establecidas previamente a los muestreos, comenzando por la especie más dominante. Las condiciones de deterioro fueron evaluadas en la mayoría de los casos con respecto a la porción viva de la colonia, excepto en el caso de MA, MR y SN, que se evaluaron con respecto al total de la colonia en cada especie.

2.2. Pastos marinos

Se escogieron dos estaciones de muestreo (Playa Blanca y La Playita) (tabla 1) en donde hay praderas de pastos marino con alta afluencia de visitantes (ver anexo 2). En cada uno de ellos se efectuaron censos rápidos para el componente de vegetación consistentes en observaciones en cuatro cuadrantes (5m x 5m) en puntos al azar dentro del parche, sin importar la profundidad. Se empleó como guía la representación esquemática de la escala de cobertura de corales de Dahl (1981 En: Wilkinson y Baker, 1994), que permitió de manera rápida, otorgar un porcentaje de cobertura y proporción de los componentes florísticos (figura. 3).

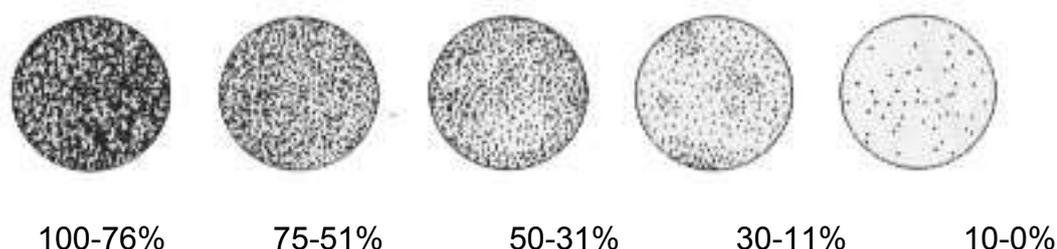


Figura 3. Representación esquemática del porcentaje de cobertura de corales de Dahl (1981) En: Wilkinson y Baker (1994), empleada para pastos.

Se colectaron 10 hojas al azar de cada una de las especies de pastos que conformaban la pradera, a las que se les midió la longitud y el ancho, y se tomó nota de la presencia de signos de pastoreo. Se recogieron muestras de las especies de macroalgas presentes en la pradera.

En las estaciones de muestreo se realizaron censos rápidos de macrofauna epibentónica, registrando todas las especies de crustáceos, equinodermos, moluscos, cnidarios y esponjas.

3 RESULTADOS

3.1. Análisis de Estado y Presiones a los Objetos de Conservación.

La amplia oferta ambiental generada por manglares, corales y praderas, entre otros, ha girado en torno a una demanda social progresiva, en donde la pesca se consolida en una fuente de alimentación local, hasta alcanzar en la actualidad un alto grado de complejidad por demandas ampliadas para abastecer las necesidades de los usuarios del parque. La demanda ampliada también ha estado determinada por la inserción del área a la economía de los servicios recreativos y turísticos a partir de los años 70, década en la que se consideraba aun satisfactorio el estado de los ecosistemas coralinos.

A continuación se hace un análisis de los más importantes ecosistemas marinos que son objeto de fuerte presión por el uso público en el PNN CRSB. (Arrecife de Coral y Pradera de Fanerógamas Marina)

3.1.1. Arrecife de Coral.

Proveen una enorme variedad y cantidad de hábitats estables para el asentamiento y proliferación de la vida marina por lo que son altamente productivos. Son excelentes barreras contra la erosión marina e incluso tienen un gran valor estético lo que les da una importancia recreacional invaluable.

Los arrecifes coralinos considerados como ecosistema esencial, son muy vulnerables por tratarse de comunidades muy específicas que demandan aguas transparentes, luz, sustratos estables, salinidades altas y temperaturas que fluctúan entre los 25 y 30 grados centígrados. La luz juega un papel importante en la vida de los organismos coralinos. Al ser recibida por las algas simbióticas, estas actúan como verdaderas baterías solares que transfieren gran parte de la energía captada al coral. Esto le permite a la comunidad sobrevivir en aguas relativamente pobres en nutrientes. Por lo mismo se ven tan afectados los arrecifes cuando se enturbian las aguas con coloides terrígenos acarreados por ríos y canales.

Las áreas coralinas del PNN CRSB (219,5 kilómetros cuadrados) constituyen el 82.9% del caribe continental colombiano, y el 20.1% del total nacional. Con respecto a la disminución de la cobertura de coral vivo en las últimas décadas, a nivel mundial se estima que cerca del 10% de los arrecifes coralinos se encuentran degradados, y se espera que otro 30% pueda degradarse en los próximos 20 años.

El INVEMAR a través de su Programa de Biodiversidad de Ecosistemas Marinos ha establecido el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC), el cual ha instalado en el PNN CRSB

estaciones permanentes de monitoreo de arrecifes coralinos desde 1998 en el Archipiélago del Rosario y desde el 2002 en el Archipiélago de San Bernardo.

Según Garzón-Ferreira y colaboradores (2004) los arrecifes coralinos monitoreados en las Islas del Rosario registraron en el 2003 una cobertura coralina de 31.6%, que representa una disminución cercana al 2% con respecto al año anterior (Figura 4). La cobertura algal permaneció estable en un 31%, mientras que el sustrato abiótico continuó su tendencia de aumento iniciada desde el 2001 y alcanzó una cobertura de 32.5% en el 2003. Aunque el incremento progresivo en esta categoría podría señalar un proceso de cambio en los arrecifes estudiados, una evaluación detallada de la información a nivel de los transectos reveló que principalmente la ganancia del sustrato abiótico estuvo asociada con aumentos en los componentes de balcones y grietas, los cuales generalmente involucran variaciones derivadas del método de muestreo y no transiciones reales del sustrato. En consecuencia no hay evidencias suficientes para asumir cambios relevantes para las Islas del Rosario en este periodo. Teniendo en cuenta que las Islas del Rosario están sometidas a una fuerte influencia de tensores de origen humano (aguas de origen continental, alta actividad turística, etc.), es interesante encontrar una condición de relativa estabilidad de sus arrecifes en los últimos seis años.

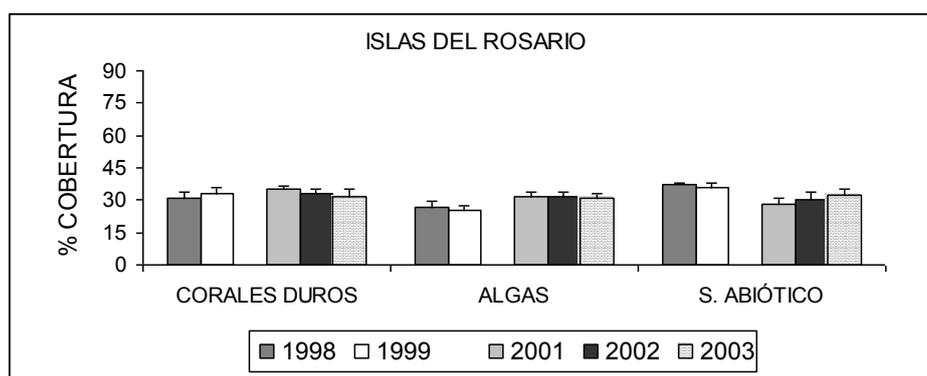


Figura 4. Promedios anuales y errores estándar de la cobertura de los corales duros, las algas y el sustrato abiótico, integrando los diferentes niveles de profundidad de cuatro áreas de monitoreo SIMAC desde 1998 al 2003. Fuente: Tomado de Garzón-Ferreira et al., 2004.

Los arrecifes coralinos que se encuentran en el PNN CRSB no se han escapado de la problemática de degradación acentuada en diversos sectores del mundo en los últimos 20 años. Entre los principales signos de deterioro observados se cuentan la reducción progresiva de la cobertura coralina viva y el paso a la dominancia de las algas bentónicas, la ocurrencia de mortandades masivas de diversos organismos arrecifales (corales duros, abanicos de mar, erizos), la proliferación de blanqueamientos, el incremento de enfermedades coralinas y la escasez de recursos pesqueros (Glynn, 1993; Ginsburg, 1994, Hughes, 1994; Birkeland, 1997; Santavy y Peters, 1997). Debido a lo anterior y a otros factores de presión, se ha estimado que los arrecifes coralinos del Caribe colombiano han reducido su cobertura coralina a un nivel promedio de 20-30% (Garzón-Ferreira y Kielman, 1994; Garzón-Ferreira, 1997; Barrios, 2000; Díaz *et al.*, 2000; Garzón-Ferreira *et al.*, 2001).

Sobre los arrecifes coralinos del PNN CRSB, se evidencia en los sectores del archipiélago del Rosario y de la Península de Barú, una alta sobre pesca (casi ausencia de peces, tanto comerciales como no comerciales), altas descargas de aguas continentales que producen sedimentación, aguas negras con intensidad media, pesca con dinamita, alta actividad náutica y extracción de coral en mediana intensidad. Por otro lado, en el archipiélago de San Bernardo, se ha observado sobre pesca, actividades náuticas y descargas de aguas continentales en menor intensidad que en los sectores anteriores, pero mayor extracción de coral y otros organismos (como estrellas de mar) para souvenirs.

Como resultado de lo anterior, algunas unidades coralinas presentan mayor grado de vulnerabilidad evidenciado por su estado de deterioro coralino y la alta exposición a las amenazas mencionadas. En el caso de las comunidades de *Porites porites* y *Agaricia tenuifolia*, las principales amenazas son la pesca intensiva y con técnicas inapropiadas en ambos archipiélagos, principalmente en los bajos de pesca. Ante estas mismas amenazas se encuentran las formaciones masivas dominadas por la presencia de Corales Mixtos y *Montastraea* sp.

La presión por pesca sobre los arrecifes coralinos ha sido tratada por varios autores (Birkeland, 1997 y Bohnsack, 1994). Sus impactos pueden ser directos o indirectos. Los impactos directos incluyen la remoción de organismos y el deterioro del hábitat (Bohnsack, 1993); y los indirectos pueden resultar de la remoción de importantes componentes del ecosistema, tales como depredadores y herbívoros, rompiendo de este modo interrelaciones ecológicas, como el balance entre la competencia por espacio entre corales, esponjas y algas y por los cambios en las densidades de los herbívoros y pastoreadores (Bohnsack, 1994). Teniendo en cuenta que los impactos de la pesca influyen sobre la salud ecológica y la diversidad biológica de los arrecifes (Ginsburg, 1994), y que esta actividad es ejercida prácticamente en gran aparte de los archipiélagos, el riesgo de deterioro para las comunidades expuestas es muy alto, acentuándose más en aquellas unidades de poca cobertura coralina viva como *Porites porites* y *Agaricia tenuifolia*, en los Archipiélagos del Rosario y de San Bernardo respectivamente, *Agaricia tenuifolia* y corales mixtos en isla Fuerte y octocorales-corales mixtos en los bajos Bushnell y Burbujas (Rojas, 2001).

La invasión por algas es aparentemente el agente de mortalidad que presenta mayor asociación con el avanzado deterioro de algunas de las comunidades coralinas de los archipiélagos (Cendales, 1999; López -Victoria, 1999; Huertas, 2000). Algunos estudios atribuyen este fenómeno (proliferación algal) en parte al exceso de nutrientes en estos sitios por su cercanía a la región costera (descargas del canal del Dique), al aporte de sedimentos del régimen fluvial y por el incremento de la depredación y competencia de macroorganismos del arrecife como resultado de los impactos indirectos de la práctica de la pesca (Alvarado y Corchuelo, 1992; López-Victoria 1999; Cendales, 1999; Barrios, 2000; Díaz *et al.*, 2000; Huertas, 2000; Rojas, 2001).

3.1.2. Praderas de fanerógamas marinas.

Son productoras de fuentes directas e indirectas de alimento. Suministran sustrato para la fijación de epífitos, contribuyen a la recirculación de nutrientes y estabilizan el sedimento. Soportan una diversa comunidad de fauna donde muchas especies de invertebrados y vertebrados de importancia comercial y ecológica, encuentran además de alimento sitios de crianza y protección.

Su presencia en las costas colombianas se limita debido a las condiciones en el aporte de agua dulce de los grandes ríos, la turbidez del agua, la falta de sustratos adecuados y la alta dinámica del agua. El área de praderas de pastos marinos protegidas por el PNN CRSB corresponde al 7.02% (3.035 has) de la cobertura en el caribe colombiano.

La distribución de las praderas en el PNN CRSB es de manera discontinua debido a la existencia de factores que limitan el crecimiento de los pastos en muchos sectores, como son la profundidad, la afluencia de aguas dulces y turbias (áreas influenciadas por las descarga de grandes ríos como el Sinú y el Magdalena), la excesiva turbulencia de las olas en las costas que enfrentan continuamente procesos de erosión. Adicionalmente la construcción de muelles, rellenos y dragados para adecuación de playas artificiales, ha ocasionado la pérdida de proporciones significativas en la cobertura de los pastos marinos, especialmente en el sector del Archipiélago del Rosario.

Las praderas del área comprendida en Barú y Archipiélago del Rosario presentan valores medios o altos de epifitismo, influenciada por asentamientos humanos, descarga de aguas continentales y turbidez, así como valores muy altos de descargas de aguas negras y actividad industrial que producen menor densidad de vástagos y área foliar en comparación con las praderas de las Islas de San Bernardo.

3.2. Evaluación del estado de los ecosistemas de las áreas prioritarias para emprender acciones de conservación

Las áreas prioritarias para emprender acciones de conservación son los sectores submarinos aledaños a Playa Blanca, Isla Fiesta, Isla Pavitos y la Playita (Cholón). A continuación se describe el estado de los ecosistemas de arrecife de coral y de pradera de fanerógamas marinas:

3.2.1. Arrecife coralino

Se registraron 32 especies de corales en los muestreos realizados en las seis estaciones, que son características de las formaciones coralinas del Parque Nacional Natural los Corales del Rosario y de San Bernardo. Se registraron 16 categorías de las 26 existentes de condiciones de deterioro coralino, donde las más frecuentes en orden descendente son la (IA), (SN), (MA), (IE).

Playa Blanca

Los arrecifes de parche muestreados están ubicados en un rango batimétrico de 0 a 1.5 metros de profundidad, donde domina el sustrato duro, correspondiente a esqueletos de corales cubiertos de algas. La cobertura de coral vivo de los parches 1 y 2 son de 10% y 14% respectivamente, la cobertura de algas es de 66% y 62% y de esponjas de 5% y 4% respectivamente. A diferencia del parche 2, el parche 1 presentó zonationes con una cobertura de 14% (tabla 2).

La cantidad de especies distintas de corales presentes en los muestreos fue de 9 y 10 especies para el parche 1 y 2 respectivamente. Sobre los corales muestreados se evidenció la aparición de 12 condiciones de deterioro de las cuales la más frecuente es la (IA), (SN) y (MA). Se registraron 28 especies de peces asociadas a las formaciones coralinas del parche 1 y 23 especies para el parche 2.

Playa Blanca es uno de los sectores que concentra más visitantes en el Parque durante todo el año, es por eso que la presión que se ejerce sobre la parte somera es alta, por la gran cantidad de bañistas y embarcaciones presentes en el día.

Isla Fiesta

Las formaciones coralinas del sector somero de Isla Fiesta tienen un rango de batimétrico de 0.5 a 5 metros de profundidad, dominando el sustrato duro sobre el blando en una relación de 90/10. El porcentaje de cobertura de coral vivo es de 9%, el de algas de 54%, el de esponjas de 4.5% y el de zoantideos de 22.5% (tabla 2).

Se encontraron 12 especies distintas de corales, en donde aparecieron 8 categorías de condiciones de deterioro de las cuales la más frecuente es la (IA), (SN) y (MA). Se registraron 21 especies de peces asociadas a las formaciones coralinas de este sector somero.

Estación	Rango Batimétrico (m)	Relación sustrato duro/blando	% coral vivo	% algas	% esponjas	% zoantideos
Playa Blanca (parche 1)	0-1.5	95/5	10	66	5	14
Playa Blanca (parche 2)	0-1.5	80/20	14	62	4	0
Isla Fiesta (somero)	0.5-3	90/10	9	54	4.5	22.5
Isla Fiesta (profundo)	18-22	75/25	22.5	45	7.5	0
Isla Pavitos (somero)	1-3.5	30/70	3.9	24.3	1.8	0
Isla Pavitos (profundo)	18-20	95/5	38	38	19	0

Tabla 2. Valores de las variables empleadas para evaluar la estructura del fondo sobre las estaciones de muestreo en las formaciones coralinas de Playa Blanca, Isla Fiesta e Isla Pavitos.

Estación	FR	IA	IE	IZ	MA	SN	BL	TS	PA	VO	DE	PB	LO	LS	IO	BN
Playa Blanca (parche 1)	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X		
Playa Blanca (parche 2)	X	X	X		X	X	X			X	X			X		
Isla Fiesta (somero)	X	X	X	X	X	X				X	X					
Isla Fiesta (profundo)		X	X		X	X	X	X				X		X	X	
Isla Pavitos (somero)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X		X
Isla Pavitos (profundo)	X	X	X		X	X						X		X		
Frecuencia de ocurrencia por cada una de las especies de coral encontradas	0.14	0.8	0.3	0	1	0.8	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0	0
% de ocurrencia	13.8	76	31	6	70	78	4.6	4.6	2.3	4.6	5.7	8	1.1	6.9	1.1	1.1

Tabla 3. Frecuencia de aparición de condiciones de deterioro coralino en las estaciones de muestreo. FR= fragmentación, IA= invasión por algas, IE= invasión por esponjas, IZ= invasión por zoantídeos, MA= muerte actual, SN= colonias sanas, BL= blanqueamiento, TS= territorialismo del pez *Stegastes planifrons*, PA= palidecimiento, VO= volcamiento, DE= depredación, PB= plaga blanca, LO= lunares oscuros, LS= lunares de sedimento, IO= invasión por otros organismos, BN= banda negra.

Las formaciones coralinas del sector profundo de Isla Fiesta tienen un rango de batimétrico de 18 a 22 metros de profundidad, dominando el sustrato duro sobre el blando en una relación de 75/25. El porcentaje de cobertura de coral vivo es de 22.5%, el de algas de 45% y el de esponjas de 7.5% (tabla 2). Se encontraron 22 especies distintas de corales, en donde aparecieron 9 categorías de condiciones de deterioro de las cuales la más frecuente es la (IA), (SN) y (MA).

Isla fiesta es visitada de forma masiva por embarcaciones con visitantes procedentes de los hoteles cercanos que ejercen la actividad de careteo en el sector somero y por buzos en el sector profundo.

Isla Pavitos

Las formaciones coralinas del sector somero de Isla Pavitos tienen un rango de batimétrico de 1 a 3.5 metros de profundidad, dominando el sustrato blando sobre el duro en una relación de 70/30 respectivamente. El porcentaje de cobertura de coral vivo es de 3.9%, el de algas de 24.3% y el de esponjas de 1.8% (tabla 2).

Se encontraron 15 especies distintas de corales, en donde aparecieron 13 categorías de condiciones de deterioro de las cuales la más frecuente es la (IA), (SN) y (MA). Se registraron 23 especies de peces asociadas a las formaciones coralinas de este sector somero.

Las formaciones coralinas del sector profundo de Isla Pavitos tienen un rango de batimétrico de 18 a 20 metros de profundidad, dominando el sustrato duro sobre el blando en una relación de 95/5. El porcentaje de cobertura de coral vivo es de 38%, el de algas de 38% y el de esponjas de 19%.

Se encontraron 16 especies distintas de corales, en donde aparecieron 7 categorías de condiciones de deterioro de las cuales la más frecuente es la (IA), (SN) y (MA). Se registraron 18 especies de peces asociadas a las formaciones coralinas de este sector somero.

Esta zona es diariamente frecuentada por embarcaciones que llevan turistas para ejercer la actividad de careteo en el sector somero y de buceo en el sector profundo. A unos 40 metros de distancia del sector somero, se encuentra un canal de navegación el cual es altamente transitado por las embarcaciones que transportan los visitantes del Parque.

Constantes observaciones sobre la actividad de careteo ejercida en el sector somero de Isla Pavitos sobre muchos guías no capacitados, evidencia los daños con las aletas y las anclas sobre el fondo coralino y el riesgo que adquieren las personas al no tener medidas mínimas de seguridad. De igual manera, en el sector profundo se observan corales fragmentados por la acción de las anclas de las embarcaciones que ejercen la actividad de buceo.

Especie	1	2	3	4	5	6
<i>Agaricia agaricites</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Agaricia grahamae</i>				X		X
<i>Agaricia lamarki</i>						X
<i>Agaricia tenuifolia</i>			X	X	X	X
<i>Agaricia undata</i>						X
<i>Colpophyllia natans</i>		X	X	X	X	
<i>Dichocoenia stokesii</i>	X	X	X	X	X	
<i>Diploria labyrinthiformis</i>				X	X	X
<i>Diploria strigosa</i>	X	X		X	X	X
<i>Eusmilia fastigiata</i>					X	
<i>Favia fragum</i>	X	X	X		X	
<i>Isophyllastrea rigida</i>		X				
<i>Leptoseris cuculata</i>				X		
<i>Madracis decactis</i>						X
<i>Madracis mirabilis</i>				X		
<i>Meandrina meandrites</i>				X		X
<i>Millepora alcicornis</i>				X		
<i>Millepora complanata</i>	X	X	X	X		
<i>Montastraea annularis</i>		X		X	X	
<i>Montastraea cavernosa</i>				X	X	X
<i>Montastraea faveolata</i>			X		X	
<i>Montastraea franksi</i>				X		X
<i>Mycetophyllia aliciae</i>				X		X
<i>Mycetophyllia danaana</i>				X		X
<i>Mycetophyllia ferox</i>				X		X
<i>Porites astreoides</i>	X	X	X	X	X	
<i>Porites colonensis</i>			X			
<i>Porites porites</i>	X		X	X	X	
<i>Scolymia lacera</i>						X
<i>Siderastrea radians</i>	X		X			
<i>Siderastrea siderea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Stephanocoenia intersepta</i>				X	X	
Total	9	10	12	22	15	16

Tabla 4. Especies de corales hermatípicos registradas durante los muestreos en cada estación: 1= Playa Blanca (parche 1), 2= Playa Blanca (parche 2), 3= Isla Fiesta (somero), 4= Isla Fiesta (profundo), 5= Isla Pavitos (somero), 6= Isla Pavitos (profundo).

Especie	1	2	3	5	6
<i>Abudefduf saxatilis</i>	X	X	X	X	
<i>Acanthurus bahianus</i>			X		
<i>Acanthurus chirurgus</i>	X	X	X	X	
<i>Acanthurus coeruleus</i>	X	X	X	X	X
<i>Anisotremus surinamensis</i>					X
<i>Balistes capriscus</i>					X
<i>Caranx ruber</i>	X	X			X
<i>Chaetodon capistratus</i>			X	X	X
<i>Chaetodon ocellatus</i>	X	X	X	X	X
<i>Chaetodon striatus</i>			X		
<i>Dasyatis americana</i>	X	X			
<i>Diodon holocanthus</i>	X	X			
<i>Echeneis naucrates</i>					X
<i>Gerres cinereus</i>				X	
<i>Gobido sp</i>	X	X			
<i>Gobiosoma sp</i>				X	
<i>Gramma loreto</i>	X	X	X	X	X
<i>Haemulon aurolineatum</i>	X	X		X	X
<i>Haemulon flavolineatum</i>	X	X	X	X	
<i>Halichoeres bivittatus</i>	X	X	X	X	X
<i>Hemiramphus sp</i>			X		
<i>Holocanthus ciliaris</i>					X
<i>Holocentrus adscensionis</i>			X	X	
<i>Holocentrus rufus</i>	X	X		X	
<i>Lactophrys polygonia</i>					X
<i>Lactophrys triqueter</i>			X		
<i>Lagodon rhomboides</i>	X	X			
<i>Lutjanus analis</i>	X	X			
<i>Lutjanus synagris</i>	X	X			
<i>Microspathodon chrysurus</i>	X	X	X		
<i>Mictheroperca rubra</i>	X	X			
<i>Mycteroperca venenosa</i>					X
<i>Myrichthys breviceps</i>				X	
<i>Myrichthys ocellatus</i>	X				
<i>Myripristis jacobus</i>				X	
<i>Ophioblennius atlanticus</i>	X	X	X		
<i>Oscyurus crysurus</i>	X	X	X		
<i>Pempheris schomborgk</i>	X	X			
<i>Scarus vetula</i>				X	X
<i>Scorpaena plumieri</i>				X	
<i>Serraniculus pumilio</i>	X	X			
<i>Serranus tigrinus</i>				X	
<i>Sparisoma viride</i>	X		X	X	X
<i>Starksia hassi</i>			X		
<i>Stegastes partitus</i>	X		X	X	X
<i>Stegastes planifrons</i>	X		X	X	X
<i>Synodus intermedius</i>				X	X
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	X	X	X	X	
<i>Torpedo sp</i>	X				
Total	28	23	21	23	18

Tabla 5. Especies de peces registradas durante los muestreos en cada estación: 1= Playa Blanca (parche 1), 2= Playa Blanca (parche 2), 3= Isla Fiesta (somero), 5= Isla Pavitos (somero), 6= Isla Pavitos (profundo).

3.2.2. Praderas de fanerógamas marinas

Playa Blanca

En el sector de Playa Blanca a 20 metros de la línea costera se encontró una pradera de pastos marinos sobre sustrato de arena de origen coralino, ubicada en un gradiente de profundidad que va de los dos a los tres metros. La pradera es de carácter monoespecífica, conformada por la especie *Thalassia testudinum*, con una cobertura del 72 % y el sustrato blando ocupó una cobertura del 27%. Se notó la presencia de sustrato duro en un 1% correspondiente a troncos de madera.

Se observaron hojas cortadas aparentemente por hélices de embarcaciones, además de haber sectores de la pradera con las hojas aplastadas con gran cantidad de epifitos, con evidencia de pastoreo y presencia sedimento. En la periferia de la pradera como en su interior se observó gran cantidad de basura de material de vidrio, plástico, metálico y papel (figura 5).

Se encontraron 14 especies de fauna asociada a la pradera, las cuales se aprecian en la tabla 6. En cuanto a la flora asociada, solo se encontró la macroalga *Halimeda incrasata*.

Las unidades de paisaje adyacentes a la pradera son arrecifes coralinos dominados por cabezas aisladas de corales, fondos blandos desnudos y playas.

Especie	Playa Blanca	La Playita
<i>Abudefduf saxatilis</i>		X
<i>Acanthurus bayanus</i>		X
<i>Alpheus sp</i>		
<i>Aplisia fulva</i>		X
<i>Astrapogon puncticulatus</i>	X	
<i>Bartholomea annulata</i>		X
<i>Botrilloides nigrum</i>		X
<i>Cerithium eburneum</i>		X
<i>Cerithium literatum</i>		X
<i>Chaetodipterus faver</i>		X
<i>Chaetodon capistratus</i>		X
<i>Cryptotomus roseus</i>	X	
<i>Desmampsamma anchorata</i>		X
<i>Diodon histrix</i>	X	X
<i>Eupolyμία sp</i>		X
<i>Grama loreto</i>		X
<i>Haemulon aurolineatum</i>		

<i>Halichoeres bivittatus</i>	X	X
Hidroide 1		X
Hidroide 2		X
Hidroide 3		X
Hidroide colonial	X	
<i>Holopsamma sp</i>		X
<i>Holothuria mexicana</i>		X
<i>Ircinia felix</i>		
<i>Isostichopus badiophotus</i>		X
<i>Lujanus chrysurus</i>		X
<i>Lujanus chrysurus</i>	X	
<i>Lytechinus variegatus</i>		X
<i>Manicina aereolata</i>		
<i>Millepora complanata</i>	X	X
<i>Mithax</i>		X
<i>Modulus modulus</i>		
<i>Mycale laevis</i>		X
<i>Niphates erecta</i>	X	X
<i>Ophioderma sp</i>		X
<i>Oreaster reticulatus</i>		X
<i>Petrolisthes amthus</i>		X
<i>Phillactis</i>	X	
<i>Porites porites</i>		
<i>Sabellastaste magnifica</i>	X	
<i>Sabellastrate magnifica</i>		X
<i>Scorpaena plumieri</i>		X
<i>Serranus tigrinus</i>	X	
<i>Siderastrea radians</i>		X
<i>Sparisoma radians</i>	X	
<i>Stegaste variabilis</i>		X
<i>Stegastes planifrons</i>		X
<i>Strombus raninus</i>	X	
<i>Tedania igris</i>		X
<i>Theria sp</i>		
<i>Tripneustes ventricosus</i>	X	
<i>Vassum muricatum</i>		X
Total	14	36

Tabla 6. Especies de fauna registradas en los muestreos en Playa Blanca y La Playita en las praderas de fanerógamas marinas.

La Playita

Sobre la Ciénaga de Cholón en el sector de La Playita se encontró una pradera de pastos marinos en un rango de profundidad de cero a tres metros. Esta pradera se encuentra sobre un sustrato de tamaño cascajo de origen coralino. El tipo de pradera es monoespecífica, dominando la especie *Thalassia testudinum*, con una cobertura del 39%, mientras que la macroalgas ocuparon el 53% y el sustrato blando el 8%.

Se encontraron 36 especies de fauna asociada a la pradera, las cuales se aprecian en la tabla 6. En cuanto a la flora asociada, se encontraron macroalgas de las siguientes especies: *Anphiroa* sp, *Wrangelia* sp, *Halimeda incrasata*, *H. opuntia*, *H. incrasata*, *Penicillus pyriformis*, *P. dumetosus*, *Jania* sp, *Dyctyota* sp, *Valonia* sp, *Caulerpa racemosa*, *Ventricaria ventricosa* y algas pétreas.

Las unidades de paisaje adyacentes son bosques de manglar que rodean la Ciénaga de Cholón, dominado la especie de mangle rojo *Rizophora mangle*. Adicionalmente a unos 30 m de la pradera se encuentra una playa que es altamente frecuentada por visitantes durante todo el año.

Sobre la pradera de pastos marino se evidenciaron huellas de anclas y de hélices de embarcaciones

4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Arrecife de coral

La utilización intensiva de las áreas coralinas para actividades náuticas o de recreación en general, ha contribuido con el deterioro coralino. Volcamientos, rayones y fragmentación de colonias debido al uso de anclas y a las hélices de las embarcaciones son frecuentemente observados en el área de Playa Blanca, Isla Fiesta e Isla Pavitos. Adicionalmente sobre todas las estaciones se evidenció un alto porcentaje de colonias de coral con muerte actual, es decir que la mortalidad ha ocurrido dentro de la últimas horas a algunos días antes del muestreo. Por tal motivo es de suponerse que el alto porcentaje de invasión por algas en todas las estaciones se deba a la disponibilidad tan rápida de sustrato libre para su adecuado asentamiento.

Las formaciones coralinas evaluadas que están ubicadas en el rango batimétrico de 0 a 3.5 metros de profundidad (Playa Blanca parche 1 y 2, Isla Fiesta somero e Isla Pavitos somero), presentan un alto grado de deterioro, evidenciado por el bajo valor de cobertura del coral vivo, el cual es menor del 14%, proliferando el crecimiento de algas hasta un 66%. En el sector somero de Playa Blanca e Isla Fiesta el sustrato duro predomina sobre

el blando, debido a que prevalecen los esqueletos de coral muerto colonizados por algas filamentosas.

El alto número de visitantes que frecuenta Playa Blanca (figura 3) tiene como zona de baño los lugares donde se encuentran los dos parches de corales, existiendo un permanente contacto físico que afecta la salud de las colonias vivas.

La prestación de servicios de careteo por personal no capacitado, que se ejerce en la parte somera de Isla Pavitos e Isla Fiesta genera constante contacto de las embarcaciones y las aletas de las personas sobre las colonias vivas de coral debido a la escasa profundidad y a la poca habilidad de los bañistas en el manejo del equipo de careteo. Estas frecuentes lesiones, hacen que los corales se debiliten y se vuelvan más vulnerables a la adquisición de enfermedades que poco a poco van reduciendo la cobertura de coral vivo.

Las formaciones coralinas ubicadas en el rango batimétrico de 18 a 22 metros de profundidad (Isla Fiesta profundo e Isla Pavitos profundo) tienen un grado de deterioro menor a las que se encuentran en aguas someras. Esto se puede deber a que estas áreas no son visitadas por el mismo volumen de visitantes que los sectores someros, ya que el acceso a estos fondos requiere el uso de equipo autónomo de buceo, sin embargo se encontraron colonias fragmentadas lo cual son signos generales de deterioro causados por agentes físicos. El sustrato duro de estos dos sitios profundos está cubierto por un mayor porcentaje de coral vivo, teniendo el Isla Fiesta un 22.5% y en Isla Pavitos un 38%.

Teniendo en cuenta que los arrecifes coralinos que se encuentran en el Archipiélago del Rosario y en el sector de Barú están sometidos una fuerte influencia de tensores como descargas de aguas continentales con aporte de sedimentos en suspensión provenientes del Canal del Dique, aporte de aguas negras, proliferación de enfermedades coralinas, calentamiento de las aguas y otras, es de suponerse que los tensores que se generan a partir de la actividad turística actúan de forma sinérgica reflejándose en el estado de salud de los arrecifes.

4.2. Pastos marinos

Las praderas de Playa Blanca y La Playita son de tipo monoespecífico, dominando la especie *Thalassia testudinum*, creciendo sobre fondo constituido por arenas biolitoclásticas.

Las praderas de pastos marinos presentes en Playa Blanca y La Playita debido a su distribución en aguas someras (0 a 3 m) están sujetas a una alta tensión por el alto grado de intervención antrópica procedente de la actividad que genera la alta concentración de visitantes en el área (figura 3). En Playa Blanca las hojas sesgadas en la pradera son características del paso de las hélices de embarcaciones que frecuentemente arriban a la playa para el

desembarco de pasajeros o las que realizan actividades náuticas a alta velocidad. Además la evidencia física de sectores de la pradera aplastados puede ser causada por el contacto de los cascos de las embarcaciones con el fondo y por el alto número incontrolado de bañistas y buzos que pisotean los pastos.

En la pradera aledaña a La Playita, las actividades náuticas han causado daño directo sobre los pastos, erosionando su sustrato de asentamiento por el contacto de las hélices y el efecto de turbulencia sobre las hojas, además del anclaje (figura 4).

Otra actividad que está generando gran impacto sobre los pastos marinos de Playa Blanca es el vertimiento de basuras sólidas, que se distribuyen sobre ellos y en la periferia, compitiendo por espacio y luz necesarios para el crecimiento del pasto (figura 5).

La fauna epibentónica asociada a las praderas de pastos de los dos sectores fueron bastante bajas, ya que en Playa Blanca solo se encontró 14 especies y en La Playita 36, lo cual contrasta con lo reportado por Díaz *et al.* (2003) que registraron la presencia de 90 especies. Un bajo número de epifauna puede estar relacionado por la sobrepesca y la extracción de recursos marinos para su comercialización o por la pérdida de hábitats de algunas de las especies características de estos ecosistemas. La presencia de hojas con excesivo sobrepastoreo sobre las praderas puede estar indicando un desequilibrio en la composición de la epifauna ya que puede haber déficit en los depredadores de los organismos herbívoros.

5 CONCLUSIONES

Se identificaron cuatro sectores de mayor uso público de la siguiente manera: en el sector de Barú son Playa Blanca y La Playita, y en el sector del Archipiélago del Rosario son Isla Fiesta e Isla Pavitos.

De acuerdo con las evaluaciones realizadas en los sectores de estudio, los arrecifes coralinos de los sectores de Playa Blanca, Isla Fiesta e Isla Pavitos han perdido cobertura coralina viva durante los últimos años, en concordancia con lo reportado para el Caribe Colombiano (Garzón-Ferreira *et al*, 2004). Esta reducción puede estar originada por diversos agentes de deterioro tanto de origen natural como humano.

En los sectores someros y profundos de las estaciones muestreadas se observaron condiciones de deterioro que reflejan el impacto directo de la actividad turística por el tránsito de embarcaciones, el anclaje, el contacto directo de los bañistas y en general por los que practican en el agua contacto primario y secundario.

La alta tensión en las zonas de estudio por el descontrolado uso del visitante puede estar generando una acción sinérgica con otros tensores de origen humano como es el caso del aporte de sedimentos por el Canal del Dique y por los tensores de origen natural, que se ven reflejados en el actual estado de los corales, cuyos valores de cobertura de coral vivo son inferiores en los sectores someros que en los profundos.

Las praderas de pastos marinos estudiadas que están en Playa Blanca y La Playita, presentan signos de deterioro que se derivan de la actividad turística que se ejerce por la alta concentración de embarcaciones y visitantes.

6 RECOMENDACIONES

Emprender acciones de ubicación de boyas para la señalización de los sectores de uso público para proteger los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos que están en riesgo de contacto con las embarcaciones, las anclas y los visitantes.

Realizar un estudio sobre el tipo apropiado de señalización, dependiendo de las actividades que se realicen en cada una de los sectores como es el caso del buceo y el careteo o snorkeling.

Para el sector del Playa Blanca se recomienda realizar una zonificación a partir de los usos que se ejercen en la parte marina en donde los sectores con pastos marinos y arrecifes de coral se restrinja el tránsito de embarcaciones. Además el bañista que desee ingresar a estas zonas debe ser informado con anterioridad de la importancia ecológica de estos ecosistemas y ser supervisado por guías capacitados.

Se recomienda emprender un programa de monitoreo de arrecifes coralinos y pastos marinos sobre los sitios críticos, vinculando a los prestadores del servicio de careteo, a través de programas de educación ambiental, que aporten a la conservación de los recursos protegidos del área.

La ubicación de lugares adecuados para ejercer la actividad de careteo se debe efectuar en sitios donde la profundidad no sea menor a 4 metros, para garantizar el mínimo contacto con el fondo.

Se recomienda emprender acciones para que el sector somero de Isla Pavitos se recupere. Se sugiere restringir su uso para actividades recreativas, por estar este a poca profundidad y por presentar este un estado de deterioro avanzado. Además este lugar está aledaño a un canal de navegación, lo cual lo hace vulnerable a los bañistas de posibles accidentes.

Los sectores de buceo y careteo deben ser demarcados mediante balizas o boyas que permitan el amarre de embarcaciones, para evitar el uso del ancla sobre los arrecifes.

7 BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, E. y M. C. Corchuelo. 1992. Los nutrientes, la temperatura y la salinidad provenientes del Canal del Dique como factores de deterioro en el Parque Nacional Natural Corales del Rosario (Cartagena Colombia). p: 277 – 287. En: Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar (Santa Marta, octubre 26 al 30).

Alvarado E., Pinilla G. y T. E. León. 1989. Parque Nacional Natural “Corales del Rosario”. Plan de Manejo. Volumen I-II Diagnóstico General. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano-INDERENA. 215 p.

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

Barreto, M. R. Barrera, J. Benavides, E. Cardozo, H. Hernández, L. Marín, B. Posada, C. Salvaterra, P. Sierra y A. Villa. 1999. Diagnóstico ambiental del golfo de Morrosquillo (Punta Rada -Tolú). Una aplicación de sensores remotos y SIG como contribución al manejo integrado de zonas costeras, Curso AGS-6, ITC, 185 P. + anexos.

Barrios, L. M. 2000. Evaluación de las principales condiciones de deterioro de los corales pétreos en el Caribe colombiano. Tesis de grado. Postgrado en Biología-Línea Biología Marina. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. 140 p.

Becerra, J.; Garay, J.A.; Mendoza, A.; Pedraza, R. Y Vélez, M.T. 1998. Propuesta metodológica para el diagnóstico ambiental de áreas insulares como base para su ordenamiento territorial. Estudio de caso: Archipiélago Isla del Rosario. Pontificia Universidad Javeriana-IDEADE. Maestría en gestión ambiental para el desarrollo sostenible con énfasis e Zonas Costeras. Cartagena de Indias D.T.Y.C. 165 p.

Birkeland, C. (edit). Life and death of coral reefs. Chapman & Hall. New York. 1997. 536p.

Bohnsack, J. A. 1993. The Impacts of fishing on coral reefs. En: Global aspects of coral reefs: Health, hazards and history. Commemoration the fiftieth anniversary of University of Miami. Miami. 1993. C8-C12 pp.

Bohnsack, J. A. 1994. Marine reserves: They enhance fisheries, reduce conflicts, and protect resources. En: Naga. ICLARM. Vol 17. no 3. 1994. 4-7 pp.

Cantera, J.R. y Contreras, R. 1993. Ecosistemas costeros. I: 64-79 pp. En: P. Leyva (ed) Colombia Pacífico. Fondo FEN Colombia, Santafé de Bogotá.

Cendales, M. H. 1999. Cartografía, composición y estado actual de los biotopos marinos arrecifales de Isla Rosario, Isla Barú y de los bajos intermedios del Archipiélago del Rosario. Trabajo de Grado, B. Sc. U. Nacional de Colombia, 113p.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH. 2001. Caracterización oceanográfica y meteorológica del Caribe colombiano. Casos específicos bahía de Cartagena y golfo de Morrosquillo. Documento de consulta interna, circulación restringida.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas - CIOH - Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE. 1998. Caracterización y diagnóstico integral de la zona comprendida entre Galerazamba y bahía Babacoas. Cartagena. 160 p.

CORPES, 1992. El Caribe colombiano una realidad ambiental y desarrollo. Editorial CORPES Costa Atlántica, Santa fe de Bogotá, 275 p.

Díaz-Pulido, G. 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia: Ecosistemas marinos y costeros. INVEMAR, Santa Marta. 142 p.

Díaz J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176p.

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

García, R., Alvarado E. y Acosta A. 1995. Regeneración de colonias y trasplante de fragmentos de *Acropora palmata* en el PNN Corales del Rosario, Caribe Colombiano An Inst. Inv. Mar. Punta Betín 24, 5-21. Santa Marta, Colombia.

Garzón-Ferreira, J. Rodríguez-Ramírez, A. Bejarano-Chavarro, S. Navas-Camacho, R. Reyes-Nivia, C. Herrón, P. Zapata, F. Rojas, J. y Caucaí, O. 2004. Estado de los arrecifes coralinos en Colombia en el año 2003. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invemar. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2003.

Garzón-Ferreira, J. y M. Kielman. 1993. Extensive mortality of corals in the Colombian Caribbean during the last two decades. En Ginsburg, R.N. (Comp.). 1994. Proceedings of the colloquium on global aspects of coral reefs: Health, hazards and history. University of Miami, RSMAS, Miami, p. 247-253.

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

Ginsburg, R.N. (Comp.). 1994. Proceedings of the colloquium on global aspects of coral reefs: Health, hazards and history. University of Miami, RSMAS, Miami. 420p.

Glynn, P. W. 1993. Coral bleaching: ecological perspectives. Coral Ref., 12: 1-17.

Guzmán-Alvis A. y J. M. Díaz. 1993. Distribución espacial de la taxocenosis Annelida- Mollusca en la plataforma continental del golfo de Salamanca, Caribe colombiano. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín, 22: 45-49.

Huertas, R. Caracterización estructural, composición y estado de salud de las formaciones coralinas de Isla Fuerte, bajo Burbujas y Bajo Bushnell, Caribe colombiano. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Antioquia. Medellín. 2000. 96 p.

Hughes, P. T. 1994. Coral reef degradation: A long-term study of human and natural impacts. En R.N. Ginsburg (Comp.): Proceedings of the colloquium on global aspects of coral reefs: Health, hazards and history. University of Miami, RSMAS, p: 208-213.

Instituto Alexander von Humboldt – IAvH. 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombia. Diversidad Biológica. Tomo I. M. E.Chavez y N. Arango (Ed). 535 p.

INVEMAR. 2001. Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: Año 2001. Serie de publicaciones periódicas No. 8. Santa Marta. 177p.

INVEMAR. 2002. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Diagnóstico Nacional 2002. INVEMAR. 260 p.

INVEMAR, CVS, CARSUCRE. 2001. Formulación del plan de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera y Estuarina del río Sinú y Golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. Informe técnico. Santa Marta.

Leblanc F. 1988. Estudio geológico litoral Caribe colombiano Fase III (Isla del Rosario). Boletín Científico CIOH No. 8: 83-107 pp.

Leble S. y R. Cuignon. 1987. El archipiélago de las islas del Rosario, estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. Boletín Científico CIOH No.7: 37-52 pp.

López-Victoria, M. 1999. Estado actual de las áreas coralinas del archipiélago de San Bernardo: distribución, estructura, composición y estado de salud, con notas sobre su origen y desarrollo geológico. Trabajo de grado. Universidad del Valle

López-Victoria, M y Díaz J.M. 2000. Morfología y estructura de las formaciones coralinas del archipiélago de San Bernardo, Caribe Colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc.: Vol. 24. 91, 219-230..Bogotá, Colombia.

Leble, S. y Cuignon, R. 1987. El Archipiélago del Rosario, Estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. Bol. Cient. CIOH, 7:37-52, Cartagena, Colombia.

Molina, A., C. Molina, G. Giraldo, C. Parra y P. Chevillot. 1994. Dinámica marina y sus efectos sobre la geomorfología del golfo de Morrosquillo. Bol. Cient. CIOH, 15: 93-113.

Osorio, D. Jaime, D. Rojas, J. y Sierra, C. 2044. Determinación de la Capacidad de Carga del PNN CRSB en los Sectores: Playa Blanca, La Playita, Isla Grande, San Martín de Pajarales, Barrera Coralina: I. Pavitos e I. Fiesta. Fase de Preacuerdos y Acuerdos Finales. Informe Final. Cartagena, Colombia.

Ramírez, G. 1984. Ecología descriptiva de las llanuras madreporarias de PNN los Corales del Rosario. FEN Colombia, Bogotá, 71p.

Rojas, X. 2001. Representatividad de las áreas coralinas de la de la región central de la costa continental del caribe colombiano (Ecorregión Archipiélagos Coralinos-ARCO) en el sistema de áreas protegidas. Tesis Biólogo Marino. UJTL. Santa Marta. 96 p.

Santavy, D. L. y E. C. Petrs. 1997. Microbial pest: coral disease in the western Atlantic. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., Panamá, 1: 607-612.

Sarmiento, E., Flechas, F. y Alvis , G. 1989. Evaluación cuantitativa del estado actual de las especies coralinas del PNN Corales del Rosario. Cartagena (Colombia). Tesis Biol. Mar. Univ Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 187 p.

Solano, O., Navas, G. y Moreno S. 1993. Blanqueamiento coralino de 1990 en el PNN Corales del Rosario (Caribe Colombiano). An Inst. Inv. Mar. Punta Betín 22, 97-111. Santa Marta, Colombia.

Steer R., Arias-Isaza F., Ramos A., Sierra-Correa P., Alonso D. Y P. Ocampo. 1997. Documento base para la elaboración de la "Política nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas costeras Colombianas". Documento de consultoría para el Ministerio del Medio Ambiente. Serie publicaciones especiales No. 6, 390 p.

Ulloa-Delgado G., Sánchez-Paez H. Y H. Tavera. 2002. Santuario de fauna y flora Jorge Ignacio Hernández Camacho "El Mono Hernández". Proyecto Manglares de Colombia Minambiente-CONIF-OIMT. Ministerio del Medio Ambiente-UAESPNN. Bogotá. 64 p.

Viña G. 1989. Impacto del dragado en la zonas de manglar del canal del Dique (Colombia): Bul. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Bourdeux. No. 45. 177-188 pp.

Wilkinson, C. y Baker, V. Survey manual for tropical marine resources. Segunda edición. Australian Institute of Marine Science. 1994. p. 235-250

8 ANEXOS

- 1 Mapa batimétrico del área de estudio (escala 1:50.000).
- 2 Mapa de ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público (escala 1:50.000).
3. Mapa de las amenazas sobre los ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público (escala 1:50.000)

ANEXO 1

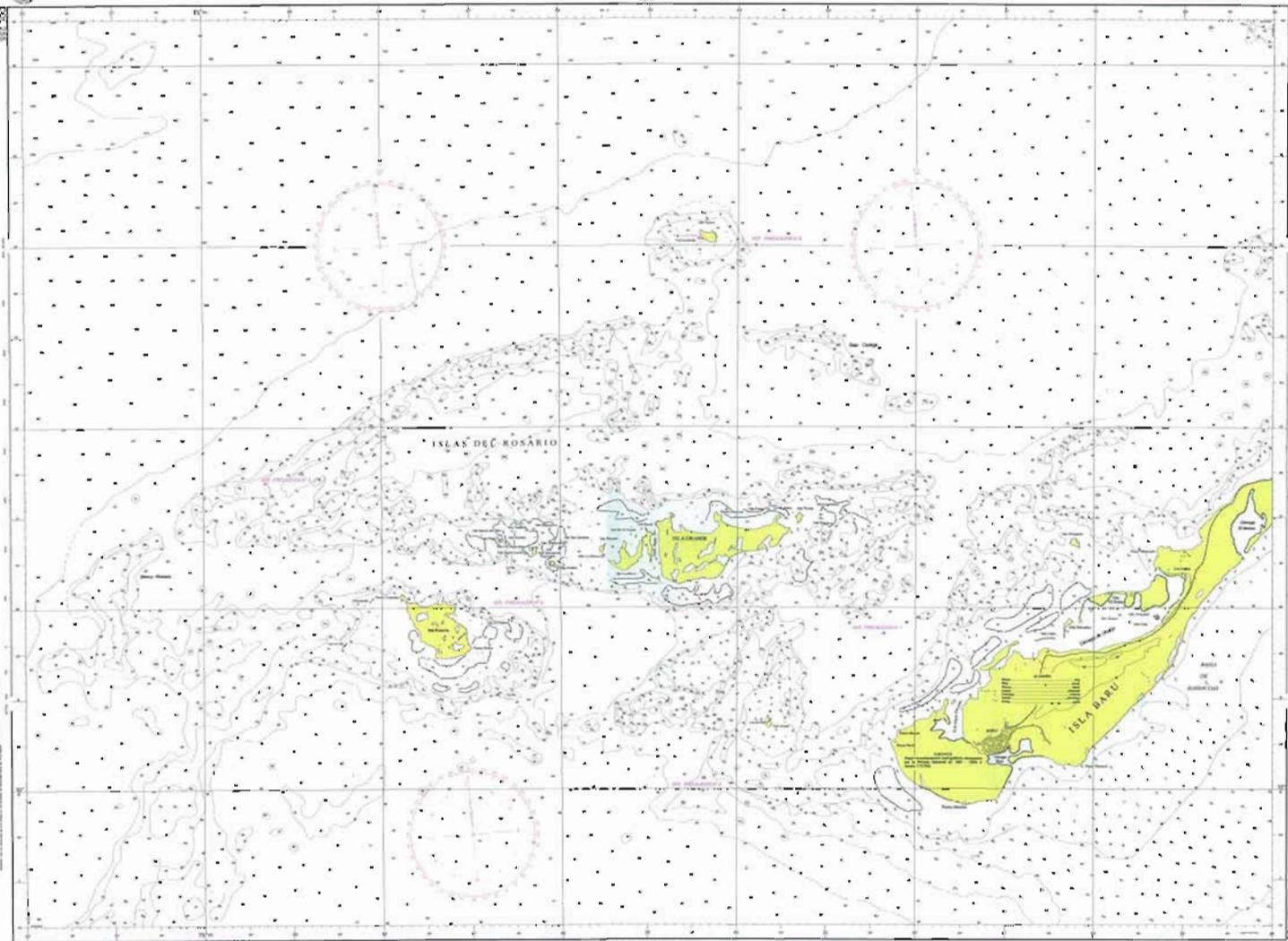
Mapa batimétrico del área de estudio
(escala 1:50.000).

ANEXO 2

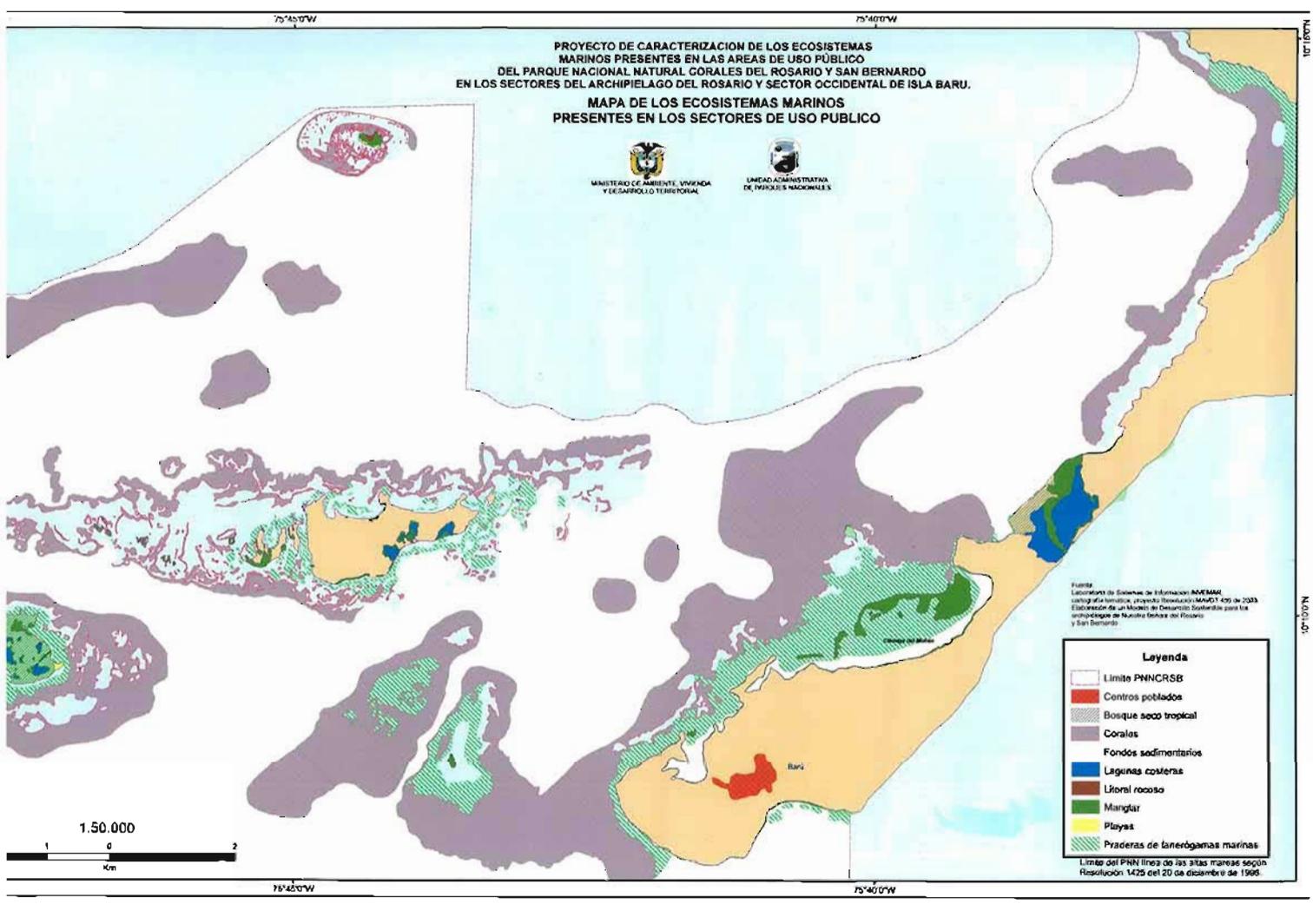
Mapa de ecosistemas marinos
presentes en los sectores de uso
público (escala 1:50.000).

ANEXO 3

Mapa de las amenazas sobre los ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público (escala 1:50.000).



PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS
MARINOS PRESENTES EN LAS AREAS DE USO PÚBLICO
DEL PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO
EN LOS SECTORES DEL ARCHIPIELAGO DEL ROSARIO Y SECTOR OCCIDENTAL DE ISLA BARU.
MAPA DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS
PRESENTES EN LOS SECTORES DE USO PÚBLICO



Fuente:
Laboratorio de Sistemas de Información (LANSI)
Geografía Ambiental y Medio Ambiente (GAMA) y EPS de 2004.
Elaboración de un Modelo de Desarrollo Sostenible para los
archipiélagos de Rosario de los Pisosos y San Bernardo.

Leyenda

- Límite PNNCRSB
- Centros poblados
- Bosque seco tropical
- Corales
- Fondos sedimentarios
- Lagunas costeras
- Litoral rocoso
- Manglar
- Playas
- Praderas de fanerógamas marinas

Límite del PNN línea de las altas mareas según
Resolución 1425 del 20 de diciembre de 1996.

1:50.000



75°40'0\"/>

75°40'0\"/>

75°45'0"W

75°40'0"W



PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS
MARINOS PRESENTES EN LAS ÁREAS DE USO PÚBLICO
DEL PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO
EN LOS SECTORES DEL ARCHIPIÉLAGO DEL ROSARIO Y SECTOR OCCIDENTAL DE ISLA BARÚ.

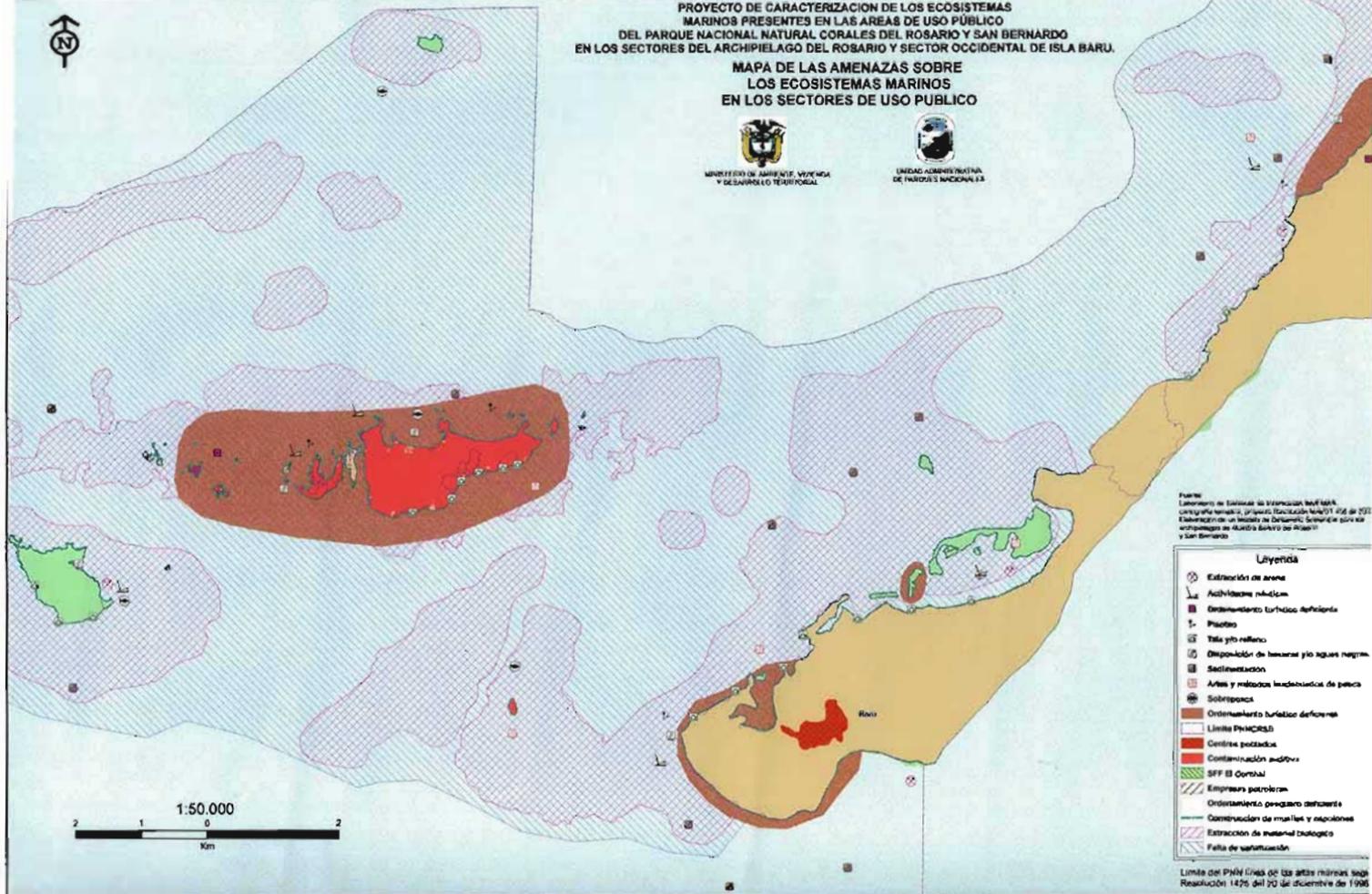
MAPA DE LAS AMENAZAS SOBRE
LOS ECOSISTEMAS MARINOS
EN LOS SECTORES DE USO PÚBLICO



MINISTERIO DE AMBIENTE, URBANISMO
Y DESARROLLO TERRITORIAL



UNIDAD ADMINISTRATIVA
DE RECURSOS NATURALES



Fuente:
Laboratorio de Estudios de Interacción Ambiental,
Cartografía Temática, Proyecto "Evaluación Ambiental de la
Evaluación de un Modelo de Desarrollo Sostenible para el
Archipiélago de San Bernardo y Rosario y Sector Occidental de Isla Barú".

Leyenda

- Extracción de arena
- Actividades náuticas
- Ordenamiento turístico deficiente
- Playas
- Tala y/o relleno
- Disposición de basuras y aguas negras
- Sedimentación
- Artes y métodos insustentables de pesca
- Sobreexplotación
- Ordenamiento turístico deficiente
- Límite PNMCRSL
- Centros poblados
- Contaminación atmosférica
- SFF El Corral
- Empresas petroleras
- Ordenamiento pesquero deficiente
- Construcción de muelles y moliciones
- Extracción de material biológico
- Faltas de urbanización

Límite del PNN (línea de los arrecifes marinos según
Resolución 1476 del 20 de diciembre de 1996)

75°40'0"W

**SEÑALIZACIÓN PARA LAS ÁREAS DE USO PÚBLICO DEL
PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y
SAN BERNARDO: ARCHIPIELAGO DEL ROSARIO Y EL
SECTOR OCCIDENTAL DE ISLA BARU
(COLOMBIA, mayo 2005)**



**INFORME CON EL PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN
MARINA PARA EL ARCHIPIELAGO DEL ROSARIO Y EN
EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA ISLA BARU**

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	ÁREA DE ESTUDIO.....	3
3	METODOLOGÍA	7
4	ANALISIS DE LA INFORMACION PRELIMINAR	7
5	TIPOS DE SEÑALIZACIÓN	10
6	SITIOS EN DONDE SE DEBE INSTALAR LA INFRAESTRUCTURA DE SEÑALIZACION.....	14
7	PRIORIDADES DE INSTALACIÓN.....	18
8	COSTOS	20
9	CONCLUSIONES	23
10	RECOMENDACIONES.....	24
11	BIBLIOGRAFÍA.....	25

1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (PNN CRSB) es un área protegida de carácter submarino, y de acuerdo a sus características naturales es considerada como ecosistema especial a nivel mundial, pues comprende la fracción más desarrollada de corales dentro del Mar Caribe en la franja continental colombiana, presentando alta variedad biológica y cualidades escénicas, que lo constituyen en uno de los principales atractivos turísticos del Caribe Colombiano, en especial de la ciudad de Cartagena de Indias.

El PNN CRSB, declarado en el año 1977, incluye un complejo de ecosistemas marinos y costeros valiosos, como son los arrecifes de coral, las praderas de fanerógamas marinas y los bosques de manglares, entre otros. Sus problemas más evidentes son la disminución de la diversidad biológica, sedimentación, deforestación, erosión, rellenos y degradación de los diferentes ecosistemas, lo cual ha conllevado a un deterioro de las condiciones no solo de los ecosistemas, sino también de las actividades tanto a nivel social como económico.

En términos generales se deduce que los factores a los que los corales de Parque han sido sometidos durante varias décadas sumado a los cambios climáticos globales, han conducido al deterioro general del área. Sugiriendo que los agentes que provocaron el descenso en el número de organismos en las poblaciones de corales ramificados, que se localizaban en zonas someras en la década de 1970, fueron de tipo regional y epidémico. Contrario a los que posiblemente están afectando a los corales actualmente, en los que se evidencian causas de tipo físico directo, producidos tradicionalmente por la acción de turistas o por actividades ligadas a las actividades náuticas (FUNDACION MARINA, 2005).

Los esfuerzos para proteger y conservar los ecosistemas marinos y costeros que se encuentran en zonas de poca profundidad del parque, en especial los arrecifes de coral, han llevado a la adopción de diferentes sistemas de señalización marítima a través de la historia en el PNN CRSB, los cuales no han podido cubrir todas las áreas de uso público. Como antecedente importante se tiene trazadas las rutas de navegación del parque las cuales cuentan con una instalación parcial de señales que le indican a las embarcaciones los canales de navegación en el Archipiélago del Rosario.

Ante esta situación se genera la necesidad de acopiar la información para determinar el estado actual de los ecosistemas, para establecer una metodología de gestión, que permita la instalación de un sistema de señalización que acompañe la aplicación de una reglamentación coherente, garantizando una disminución de los impactos.

El presente estudio tiene como propósito definir una propuesta que responda a la necesidad de instalar un sistema de señalización de los canales de navegación

para el tránsito de embarcaciones y la demarcación de sitios de amarre, como estrategia efectiva para contrarrestar, disminuir y controlar las amenazas por parte de las actividades turísticas (tránsito de embarcaciones, anclaje, buceo y snorkeling) y de recreación por parte de visitantes y grupos sociales de la región que hacen uso de los diferentes ecosistemas marinos del PNN Corales del Rosario y San Bernardo, y como apoyo para la conservación de los procesos ecológicos de los ecosistemas presentes en el área protegida.

2 ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario y de San Bernardo está ubicado en el Mar Caribe Colombiano, a una distancia de 45 km, y al noroccidente de la ciudad de Tolú a 30 km, entre los Departamentos de Bolívar y Sucre dentro de la jurisdicción del Distrito de Cartagena de Indias, sus coordenadas geográficas corresponden a 10° 15' y 9° 35' de latitud norte, y los 75° 47' y 75° 50' de longitud oeste (Figura 1).

Se declaró el área como Parque Nacional Natural en 1977 con una extensión de 17.800 hectáreas; en 1988 se amplió a 19.506 hectáreas; y se realinderó en 1996 en una extensión total de 120.000 hectáreas tanto submarinas como terrestres que van desde la línea de más alta de marea hasta los 50 metros de profundidad. Las porciones terrestres que hacen parte del Parque Nacional Natural son: Isla Tesoro e Isla Rosario en el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, e Isla Maravilla e Isla Mangle en el Archipiélago de San Bernardo; en Isla de Barú, pertenecen al Parque la Ciénaga de Mohán y la parte terrestre colindante hacia el Mar Caribe.

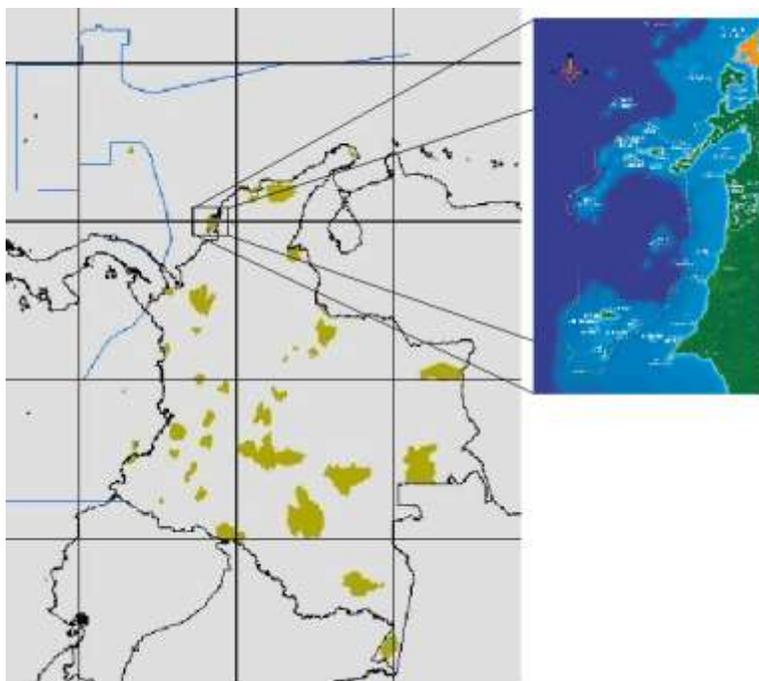


Figura 1. Localización del PNN CRSB.

El área del presente estudio comprende el Archipiélago del Rosario ($10^{\circ} 11' N$ y $75^{\circ} 48' W$) y sector occidental de la Isla Barú ($10^{\circ} 12' N$ y $75^{\circ} 38' W$), ambos localizados al sur occidente de la bahía de Cartagena.

El Archipiélago del Rosario comprende 29 islas rodeadas de una extensa área con un profuso desarrollo de formaciones coralinas. Dentro de las islas que conforman el archipiélago se destacan Isla Grande, Isla Fiesta, Isleta, Isla Pavitos, Isla San Martín de Pajares, Isla Rosario e Isla Tesoro entre otras. Isla Rosario e Isla Tesoro son las únicas islas en este sector que hacen parte del PNN Corales del Rosario y San Bernardo, en donde se tiene restringido el uso para los visitantes del parque, por lo tanto no son de uso público.

El sector de Isla Barú comprende actualmente formaciones coralinas vivas en su flanco noroccidental, encontrado en la línea de costa bosques de manglar en buen estado de desarrollo.

El acceso al área de estudio es por vía marítima, ya sea en embarcaciones turísticas o privadas que salen desde el muelle Turístico de la Bodeguita y de otros muelles de la ciudad de Cartagena de Indias.

Dentro de las características biofísicas, el área de estudio presenta un típico clima cálido, con una temperatura media anual de $27.8^{\circ} C$ (Mínima de $15.2^{\circ} C$ y máxima de $38.7^{\circ} C$), fuertemente influenciado por el mar (la humedad relativa es entre 80 y 85%) y casi siempre hay sol y cielo despejado, las lluvias son frecuentes en el segundo semestre del año, aunque no muy abundantes (precipitación total anual de 916 mm), las mareas son de pequeña amplitud (máximo de 80 cm).

Al principio del año hay vientos constantes del este y nordeste, comúnmente conocidos como los vientos alisios. El resto del año se presentan vientos provenientes del sur y sur oriente que en ocasiones son muy fuertes, asociados a fenómenos de mar de leva. Las condiciones oceanográficas están dominadas por la corriente del Caribe y la Contracorriente del Darien, las cuales a su vez dependen de los vientos alisios del Noreste.

El PNN Corales del Rosario y San Bernardo presenta la forma de arrecife de coral más extensa, con mayor diversidad y desarrollo de la plataforma continental colombiana, incluyendo además comunidades de manglar asociadas a lagunas costeras y extensas praderas de pastos marinos. De igual manera tiene un alto valor estético por su transparencia de agua permitiendo observar una amplia gama de colores y paisajes.

Arrecife de Coral. Las formaciones coralinas actuales del Archipiélago del Rosario, Isla Barú y bajos aledaños, se encuentran bordeando el flanco NE de la península de Barú, en torno a las islas del Rosario y formando varios bancos sobre alto relieves de plataforma continental a cierta distancia de la costa. El área coralina tiene un área total de 145 km², de los cuales 51.8 km² son de la parte emergida y 67.7 km² corresponden al área ocupada por las formaciones coralinas recientes (Díaz, *et. al.*, 2000).

Estas formaciones coralinas están edificadas sobre terrazas disectadas durante transgresiones marinas. Las terrazas hacia barlovento se caracterizan por ser de poca amplitud y con un exuberante crecimiento coralino hasta más allá de 40 m de profundidad. Sobre las terrazas se desarrollan arrecifes franjeantes o costeros, que son los de mayor número y variedad de ambientes. La composición y estructura de la comunidad coralina en el área muestra una zonación vertical que responde a gradientes de profundidad y turbulencia.

Praderas de fanerógamas marinas. En el Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario las mayores extensiones de praderas se concentran al costado sur del eje este oeste que conforman el conjunto de islas e islotes del archipiélago, desde la Isla Pirata hasta la Isla Pajárales, caracterizado por aguas calmadas y con mayor influencia de aportes continentales. Las praderas rodean en su totalidad las islas Arena y Rosario y ocupan buena parte de los bajos someros. El resto de los fondos vegetados consiste en pequeños rodales y parches de *Thalassia* que se distribuyen en forma dispersa entre la barrera coralina y la costa de isla Grande, así como a sotavento de la mayoría de islas de este sector. La extensión total de praderas en la zona es de 835 hectáreas, todas ellas dentro de los límites del actual PNN CRSB.

En Isla de Barú, las praderas se distribuyen a lo largo de unos 13 km de la costa de barlovento de Barú, desde Playa Blanca hasta más allá del extremo de la península. *Thalassia* forma rodales discretos, así como praderas con coberturas superiores al 45% y densidades promedio de 440 vástagos/m², aunque en algunas

partes también predomina *Syringodium*. A partir del extremo de la península, hacia el costado de sotavento de la misma, se extienden discretos rodales de *Halodule* que bordean el litoral hasta una profundidad de dos metros (Díaz, *et al.*, 2003).

Lagunas Costeras. En el área se encuentran cuerpos permanentes de agua de baja profundidad que están rodeados de cinturones de manglar *Rhizophora mangle*, cuyos aportes de materia orgánica son la base de la productividad de este ecosistema.

Bosques de Manglar. Los bosques de manglar se encuentran en algunas de las islas de los archipiélagos, principalmente en el sector de sotavento en el Archipiélago del Rosario. Estos bosques de manglar se desarrollan prácticamente en todas las islas y se presentan las especies de mangle típicas del Caribe colombiano como son: mangle rojo -*Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), mangle amarillo-*Laguncularia racemosa*- (Combretaceae), mangle bobo o zaragoza-*Conocarpus erecta* (Combretaceae) y mangle negro o salado-*Avicennia germinans* (Avicenniaceae).

Litoral Rocoso. Para el Caribe colombiano, el litoral rocoso es relativamente escaso, reportándose en zonas de las islas de los archipiélagos de San Bernardo y Rosario, que aparecen como formaciones de tipo calcáreo, originadas a partir de antiguos arrecifes levantados durante el pleistoceno por glacioeustatismo.

Litoral arenoso. En el PNN Corales se encuentran franjas de arena no consolidadas en forma de playa que se extienden desde el límite de la marea baja hasta donde se presenta un cambio marcado en la fisiografía. En Isla Tesoro e Isla Rosario se encuentra el único litoral arenoso dentro del área del parque de los cuales presentan una extensión de 0.3 y 0.19 kilómetros respectivamente. Las playas del área de estudio, en general tienen una gran valoración turística, sin embargo en las playas del parque no se permite el ingreso a visitantes, ya que en la zona de amortiguación se encuentran playas que prestan esta función.

Fondos sedimentarios. En el archipiélago de Nuestra Señora del Rosario, se diferencian cuatro tipos de sedimentos: al centro una zona en su mayoría arenosa correspondiente a isla Tesoro, isla Grande, isla Arena e isla Periquito; al noreste, predominan los sedimentos de tipo lodosos y lodo-arenosos que llegan al arrecife al nivel de la isóbata de 60 m; al norte una región del mismo tipo se adhiere a isla Barú penetrando en el cañón situado entre isla Grande e isla Periquito; al sur se presenta una zona predominantemente lodosa correspondiente a la plataforma continental frente al canal del Dique, la cual penetra al cañón que separa a isla del Rosario de isla Arena (Leble y Cuignon, 1987).

3 METODOLOGÍA

Inicialmente se hizo una recopilación y análisis de información secundaria, teniendo en cuenta el estudio de FUNDACIÓN MARINA (2005).

Se realizó un análisis sobre un mapa batimétrico del CIOH de los sitios donde se debe instalar la señalización. Luego se revisaron los diferentes tipos de señalización disponibles, para ello se consultó con Señalización Marítima del Caribe – SEMAC dependencia de la Dirección General Marítima – DIMAR.

Se realizaron salidas de campo para verificar los sitios escogidos previamente para señalización, utilizando un GPS. Estos puntos fueron ubicados en un mapa del área de estudio.

Luego de tener los sitios y tipos de señalización se procedió a dividir en fases la instalación. Estas fases se concretaron teniendo en cuenta la prioridad de conservación de los ecosistemas por el grado de impacto que generan las actividades en el parque. Posteriormente se calcularon los costos para cada una de las fases.

4 ANALISIS DE LA INFORMACION PRELIMINAR

La amplia oferta ambiental generada por los ecosistemas protegidos del parque, ha girado en torno a una demanda social progresiva, en donde la pesca se consolida en una fuente de alimentación local, hasta alcanzar en la actualidad un alto grado de complejidad por demandas ampliadas para abastecer las necesidades de los usuarios del parque. La demanda ampliada también ha estado determinada por la inserción del área a la economía de los servicios recreativos y turísticos a partir de los años 70, década en la que se consideraba aun satisfactorio el estado de los ecosistemas coralinos.

En el ámbito mundial, se ha reconocido que los arrecifes han estado bajo la presión de varios efectos que han disminuido las extensiones coralinas en el mundo e incrementado las situaciones de deterioro de las mismas. Los impactos humanos sobre las comunidades, disminuyen su resiliencia a los cambios naturales. Uno de los principales indicadores de deterioro es la cobertura de tejido vivo, esta última ha disminuido drásticamente, pasando de un 70% a un 10% en algunos lugares (Garzón-Ferreira, 1997).

La situación de los corales del Archipiélago del Rosario y de Barú, es muy similar a la descrita anteriormente. Según Cendales (1999), la mortalidad y el deterioro de los corales en la zona son un indicador de que el o los impactos, especialmente los de origen antropogénico, aún se presentan y recomienda la realización de estudios que permitan evaluar el deterioro que se da por cada impacto y de la misma forma establecer los mecanismos que permitan detener o disminuir el daño.

En el año 2005, la FUNDACIÓN MARINA realizó un estudio denominado “Caracterización de los ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público del PNN CRSB en los sectores del Archipiélago del Rosario y el sector occidental de isla Barú”, donde analizó el estado de los ecosistemas de arrecife de coral y de praderas de fanerógamas marinas en cuatro sitios del parque, evidenciando lo siguiente:

La utilización intensiva de las áreas coralinas para actividades náuticas o de recreación en general, ha contribuido con el deterioro coralino. Volcamientos, rayones y fragmentación de colonias debido al uso de anclas y a las hélices de las embarcaciones son frecuentemente observados en el área de Playa Blanca, Isla Fiesta e Isla Pavitos. Adicionalmente sobre todas las estaciones se evidenció un alto porcentaje de colonias de coral con muerte actual, es decir que la mortalidad ha ocurrido dentro de las últimas horas a algunos días antes del muestreo. Por tal motivo es de suponerse que el alto porcentaje de invasión por algas en todas las estaciones se deba a la disponibilidad tan rápida de sustrato libre para su adecuado asentamiento (FUNDACIÓN MARINA, 2005).

Las praderas de pastos marinos presentes en Playa Blanca y La Playita debido a su distribución en aguas someras (0 a 3 m) están sujetas a una alta tensión por el alto grado de intervención antrópica procedente de la actividad que genera la alta concentración de visitantes en el área. En Playa Blanca las hojas sesgadas en la pradera son características del paso de las hélices de embarcaciones que frecuentemente arriban a la playa para el desembarco de pasajeros o las que realizan actividades náuticas a alta velocidad. Además la evidencia física de sectores de la pradera aplastados puede ser causada por el contacto de los cascos de las embarcaciones con el fondo y por el alto número incontrolado de bañistas y buzos que pisotean los pastos (FUNDACIÓN MARINA, 2005).

Es de notar que una de las actividades que causa un impacto negativo es el tránsito de embarcaciones dentro del sistema coralino y el de barcos en las cercanías del mismo. Esto incrementa tanto en la fuerza como en la regularidad del oleaje, implicando varios efectos: el primero y el más grave, es al parecer, el hecho de que colonias que se encuentran en áreas con poca intensidad, se vean perjudicadas por el incremento de este factor y por lo tanto se produzcan fracturas en las mismas con lo que se puede generar la muerte de corales en el área. Adicionalmente se aumenta la erosión de la costa y por consiguiente una mayor cantidad de sedimento en el agua que produce un aumento en la turbidez y una disminución sobre la intensidad lumínica. Finalmente el movimiento de masas de

agua puede afectar el sustrato disponible y disminuir este al incrementar la sedimentación en áreas donde anteriormente no se presentaba o se daba en una tasa muy baja (Cendales, 1999).

Ante el alarmante estado de conservación de los sectores de uso público del parque, la FUNDACIÓN MARINA (2005) recomendó emprender acciones de ubicación de boyas para la señalización de los sectores de uso público para proteger los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos que están en riesgo de contacto con las embarcaciones, las anclas y los visitantes. Además recomendó realizar un estudio sobre el tipo apropiado de señalización, dependiendo de las actividades que se realicen en cada una de los sectores como es el caso del buceo y el careteo o snorkeling.

Para complementar la información se describe a continuación las actividades que ejercen mayor impacto sobre los ecosistemas marinos presentes en el PNN Corales, y por ende son a las que se le debe ejercer control mediante la instalación de infraestructura de señalización.

Transito de Embarcaciones:

En el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario y el sector occidental de Isla Barú diariamente navegan diversas embarcaciones con visitantes provenientes de la ciudad de Cartagena de Indias. Estas embarcaciones navegan en zonas de poca profundidad por encima de los arrecifes de coral y de las praderas de fanerógamas marinas guiándose por un sistema de señalización con boyas de canal rojas y verdes, instalado por el parque hace varios años. Este sistema de señalización es deficiente ya que en la actualidad quedan pocas boyas en funcionamiento, las cuales no permiten guiar a los pilotos de las embarcaciones por los canales e navegación. Esto ha ocasionado múltiples fracturas de colonias de corales por el contacto de las hélices y los cascos de las embarcaciones.

Anclaje de Embarcaciones:

Las embarcaciones que visitan el parque usualmente fondean usando anclas grandes sobre los fondos coralinos o en las praderas de fanerógamas marinas, impactando de manera directa el ecosistema. De igual manera lo hacen los veleros, que no poseen alternativa distinta al uso del ancla sobre los fondos coralinos.

Buceo:

Diversas escuelas de buceo realizan sus actividades en los arrecifes coralinos del Archipiélago del Rosario utilizando el ancla de las embarcaciones, ocasionando lesiones en los corales. Antiguamente existían boyas de amarre sobre los sectores de buceo, pero en la actualidad no existen.

Snorkeling:

Diariamente numerosas embarcaciones ofrecen a los visitantes la actividad de snorkeling sobre los arrecifes de coral de zonas poco profundas, donde el contacto

directo de las aletas con el fondo coralino es frecuente. Además la embarcación arroja el ancla sobre el fondo coralino.

5 TIPOS DE SEÑALIZACIÓN

De acuerdo con la información anteriormente analizada es necesario emprender acciones de ubicación de boyas para la señalización de los sectores de uso público para proteger los arrecifes de coral y las praderas de pastos marinos que están en riesgo de contacto con las embarcaciones, las anclas y los visitantes.

El tipo apropiado de señalización para cada uno de los sectores se define teniendo en cuenta las actividades que se realicen en cada una de los sectores como es el caso del buceo y el careteo o snorkeling. El diseño del sistema para la instalación de los sistemas de señalización marítima por medio de boyarines en las zonas aledañas a la playa para el área del baño de mar en playa, la ruta de acceso de embarcaciones y la zona de fondeo con boyas de amarre. Igualmente se propone a la luz de las normas vigentes el diseño para construcción del sistema de señalización marítima con el fin de preservar y conservar la seguridad y vida en el mar para el tránsito de embarcaciones en el PNN Corales del Rosario y San Bernardo, en las zonas de uso público en los sectores del archipiélago del Rosario y sector occidental de Isla Barú.

Los elementos de señalización corresponden a un diseño en forma geométrica de cilindro en un todo de acuerdo con las normas vigentes y de cumplimiento obligatorio según la IALA-AISM; con medidas tales que pueden garantizar también la estanqueidad y estabilidad del elemento en consideración.

En este orden de ideas se propone instalar tres tipos de boyas, así:

1. Boya de recalada: Señaliza la entrada a los canales autorizados, desde mar abierto. Permite orientar las embarcaciones para que hagan una aproximación adecuada sin afectar parches de coral en las inmediaciones. Esta boya se fija al fondo con un peso muerto en concreto que podría tener huecos a modo de arrecife artificial.



2. Boya de amarre: Para que las embarcaciones (veleros y lanchas de buceo y snorkeling) no empleen el ancla. Impide el deterioro de los arrecifes coralinos y pastos marinos. Esta boya se fija al fondo empleando el sistema manta raya, con un ancla que se entierra en sustrato blando que no afecta el fondo marino (ver más adelante sistema Manta-ray).



3. Boya de señalización de canal: Orienta a las embarcaciones para que realicen su recorrido por canales autorizados que ofrecen mínima afectación de los ecosistemas marinos y seguridad a las embarcaciones. Esta boya se fija al fondo empleando el sistema manta raya, con un ancla que se entierra en sustrato blando que no afecta el fondo marino (ver más adelante sistema Manta-ray).



4. Sistema de anclaje "Mata Ray": El sistema "MANTA RAY" (M.R.) proporciona un punto de anclaje confiable y resistente para boyas y amarres que puede soportar fuerzas hasta de 20.000 libras de tensión. Gracias a esta resistencia se puede amarrar al anclaje cables para tensionar muelles o estructuras similares, asegurar en el fondo tuberías y cables submarinos, instalar faros, boyas de señalización fijas y boyas de amarre para embarcaciones tipo yate y veleros.

Este último uso es el más seguro y ecológico ya que una vez instalada una boya en su anclaje, en un sitio de interés para el buceo, la pesca o el fondeo de embarcaciones en general, no habrá que seguir arrojando las anclas con los desastrosos resultados antes mencionados, puesto que las embarcaciones simplemente se amarran a la boya ya anclada. De otro lado, el uso de muertos de concreto colocados en el fondo se ve afectado por el desplazamiento forzado por las embarcaciones por acción de vientos, corrientes y oleaje.



CARACTERÍSTICAS DE LAS ANCLAS SUBMARINAS MANTA RAYA

- Base de 39 x 32 cm. x 1/2" de espesor en acero A36
- Sufridera en acero 1020
- Varilla de 1" de diámetro con resistencia de 30.000 PSI
- Tubo de diámetro interior de 35 mm. y diámetro exterior de 45 mm.
- Procesos de galvanización profunda en caliente.
- Pasador en acero inoxidable.

6 SITIOS EN DONDE SE DEBE INSTALAR LA INFRAESTRUCTURA DE SEÑALIZACION

De acuerdo con las necesidades de protección de los ecosistemas marinos presentes en las áreas de uso público dentro del PNN Corales del Rosario y San Bernardo se propone la instalación de la infraestructura de señalización para que cumpla con las funciones de indicar la entrada a los canales, demarcar los canales de navegación y fondear las embarcaciones, en los siguientes sitios:

TIPO DE BOYA	LATITUD	LONGITUD
Boya de Amarre	10-10-20.099N	75-43-50.576W
Boya de Amarre	10-10-11.880N	75-45-03.392W
Boya de Amarre	10-10-21.686N	75-45-01.626W
Boya de Amarre	10-10-19.814N	75-45-22.695W
Boya de Amarre	10-10-20.953N	75-45-40.273W
Boya de Amarre	10-10-17.617N	75-45-57.275W
Boya de Amarre	10-10-49.353N	75-45-54.852W
Boya de Amarre	10-11-08.882N	75-44-41.010W
Boya de Amarre	10-11-06.604N	75-43-43.348W
Boya de Amarre	10-11-08.760N	75-43-39.365W
Boya de Amarre	10-10-45.284N	75-46-20.644W
Boya de Amarre	10-10-38.327N	75-45-10.333W
Boya de Amarre	10-10-27.097N	75-45-02.530W
Boya de Amarre	10-10-25.551N	75-44-04.129W
Boya de Amarre	10-10-52.486N	75-44-17.066W
Boya de Amarre	10-11-01.640N	75-43-40.268W
Boya de Amarre	10-10-40.320N	75-43-26.797W
Boya de Canal Roja	10-10-12.775N	75-44-53.289W
Boya de Canal Roja	10-10-53.788N	75-44-56.903W
Boya de Canal Roja	10-11-11.608N	75-44-25.198W
Boya de Canal Roja	10-11-06.645N	75-44-26.676W
Boya de Canal Roja	10-11-02.983N	75-44-33.699W
Boya de Canal Roja	10-10-28.480N	75-46-11.855W
Boya de Canal Roja	10-10-36.984N	75-46-32.800W
Boya de Canal Roja	10-10-40.971N	75-46-31.034W
Boya de Canal Roja	10-10-39.995N	75-46-36.497W
Boya de Canal Roja	10-10-25.836N	75-45-58.918W
Boya de Canal Roja	10-11-04.448N	75-45-46.392W
Boya de Canal Roja	10-11-16.043N	75-45-44.051W
Boya de Canal Roja	10-11-04.773N	75-44-58.218W
Boya de Canal Roja	10-11-00.867N	75-44-58.382W
Boya de Canal Roja	10-10-57.653N	75-44-59.450W
Boya de Canal Roja	10-10-54.968N	75-45-07.582W
Boya de Canal Roja	10-10-45.162N	75-45-25.693W

TIPO DE BOYA	LATITUD	LONGITUD
Boya de Canal Roja	10-10-40.971N	75-45-25.241W
Boya de Canal Roja	10-10-46.057N	75-44-56.739W
Boya de Canal Roja	10-10-58.914N	75-44-18.052W
Boya de Canal Roja	10-10-57.083N	75-43-59.694W
Boya de Canal Roja	10-10-57.897N	75-43-44.416W
Boya de Canal Roja	10-11-00.786N	75-43-38.009W
Boya de Canal Roja	10-11-03.024N	75-43-34.970W
Boya de Canal Roja	10-11-01.640N	75-43-31.069W
Boya de Canal Roja	10-10-59.077N	75-43-28.399W
Boya de Canal Roja	10-11-03.105N	75-43-24.908W
Boya de Canal Roja	10-11-05.099N	75-43-23.881W
Boya de Canal Roja	10-11-04.244N	75-43-11.561W
Boya de Canal Roja	10-10-55.253N	75-43-21.581W
Boya de Canal Roja	10-10-52.689N	75-43-19.528W
Boya de Canal Roja	10-11-02.495N	75-42-56.611W
Boya de Canal Roja	10-11-08.272N	75-42-57.186W
Boya de Canal Verde	10-11-06.156N	75-44-23.021W
Boya de Canal Verde	10-11-02.576N	75-44-30.619W
Boya de Canal Verde	10-10-29.091N	75-44-56.698W
Boya de Canal Verde	10-10-52.120N	75-45-07.089W
Boya de Canal Verde	10-10-56.799N	75-44-58.464W
Boya de Canal Verde	10-11-00.013N	75-44-56.041W
Boya de Canal Verde	10-11-05.180N	75-44-56.164W
Boya de Canal Verde	10-11-08.435N	75-42-54.229W
Boya de Canal Verde	10-11-04.285N	75-42-53.326W
Boya de Canal Verde	10-10-58.263N	75-42-59.568W
Boya de Canal Verde	10-11-00.420N	75-43-11.109W
Boya de Canal Verde	10-11-08.964N	75-43-20.226W
Boya de Canal Verde	10-11-04.732N	75-43-22.239W
Boya de Canal Verde	10-11-02.535N	75-43-23.019W
Boya de Canal Verde	10-10-53.381N	75-43-23.881W
Boya de Canal Verde	10-10-51.062N	75-43-21.787W
Boya de Canal Verde	10-10-58.874N	75-43-36.449W
Boya de Canal Verde	10-10-39.385N	75-46-38.304W
Boya de Canal Verde	10-10-37.188N	75-46-35.224W
Boya de Canal Verde	10-10-41.745N	75-46-32.883W
Boya de Canal Verde	10-10-28.318N	75-46-14.566W
Boya de Canal Verde	10-10-38.978N	75-46-09.350W
Boya de Canal Verde	10-10-36.252N	75-45-50.499W
Boya de Canal Verde	10-11-04.570N	75-45-44.010W
Boya de Canal Verde	10-11-14.660N	75-45-40.724W
Boya de Canal Verde	10-10-13.589N	75-44-56.082W
Boya de Canal Verde	10-10-40.727N	75-45-23.147W
Boya de Canal Verde	10-10-45.773N	75-45-23.763W
Boya de Peligro Aislado	10-10-36.618N	75-46-11.773W
Boya de Peligro Aislado	10-10-49.109N	75-45-11.565W
Boya de Peligro Aislado	10-10-50.289N	75-43-01.211W

TIPO DE BOYA	LATITUD	LONGITUD
Boya de Peligro Aislado	10-10-54.642N	75-43-27.372W
Boya de Peligro Aislado	10-10-21.279N	75-44-08.154W
Boya de Peligro Aislado	10-10-05.085N	75-44-05.772W
Boya de Peligro Aislado	10-09-59.918N	75-44-29.962W
Boya de Peligro Aislado	10-10-06.631N	75-44-51.318W
Boya de Peligro Aislado	10-10-32.102N	75-45-01.380W
Boya de Peligro Aislado	10-10-19.529N	75-45-15.919W
Boya de Peligro Aislado	10-10-24.371N	75-45-28.198W
Boya de Peligro Aislado	10-10-37.554N	75-45-39.410W
Boya de Peligro Aislado	10-10-43.169N	75-45-34.646W
Boya de Peligro Aislado	10-10-45.773N	75-45-17.644W
Boya de Peligro Aislado	10-10-45.732N	75-45-04.460W
Boya de Peligro Aislado	10-10-55.090N	75-44-57.807W
Boya de Peligro Aislado	10-10-57.205N	75-45-20.765W
Boya de Peligro Aislado	10-11-03.797N	75-44-40.270W
Boya de Peligro Aislado	10-10-56.188N	75-44-27.826W
Boya de Peligro Aislado	10-11-05.139N	75-44-17.723W
Boya de Peligro Aislado	10-10-23.517N	75-46-07.296W
Boya de Peligro Aislado	10-10-34.462N	75-45-55.961W
Boya de Peligro Aislado	10-10-44.796N	75-45-54.031W
Boya de Peligro Aislado	10-10-55.334N	75-45-48.404W
Boya de Peligro Aislado	10-10-42.640N	75-46-38.550W
Boya de Recalada	10-10-19.895N	75-46-13.210W
Boya de Recalada	10-11-26.581N	75-45-38.178W
Boya de Recalada	10-11-10.998N	75-44-56.657W
Boya de Recalada	10-11-15.067N	75-44-22.980W
Boya de Recalada	10-11-14.497N	75-43-20.021W
Boya de Recalada	10-11-15.189N	75-42-55.872W
Boya de Recalada	10-10-47.156N	75-43-17.516W
Boya de Recalada	10-10-08.503N	75-44-57.766W

Tabla 1. Infraestructura de señalización necesaria para el PNN Corales del Rosario y San Bernardo en el sector del Archipiélago de Nuestra Señora del Rosario. (ver anexo 1)

TIPO DE BOYA	LATITUD	LONGITUD
Boya de Amarre	10-09-47.303N	75-40-05.893W
Boya de Amarre	10-09-48.808N	75-40-05.729W
Boya de Amarre	10-09-50.192N	75-40-05.483W
Boya de Amarre	10-09-51.860N	75-40-05.113W
Boya de Amarre	10-13-12.593N	75-36-42.772W
Boya de Amarre	10-13-15.725N	75-36-40.760W
Boya de Amarre	10-13-19.183N	75-36-38.542W
Boya de Amarre	10-13-22.884N	75-36-35.914W
Boya de Amarre	10-13-26.668N	75-36-33.286W
Boya de Amarre	10-13-30.736N	75-36-30.288W
Boya de Amarre	10-13-34.966N	75-36-27.741W
Boya de Amarre	10-13-08.402N	75-36-56.817W
Boya de Amarre	10-09-48.478N	75-40-15.321W
Boya de Amarre	10-09-48.479N	75-40-21.534W
Boya de Canal Roja	10-09-03.523N	75-41-22.608W
Boya de Canal Roja	10-09-16.339N	75-41-12.793W
Boya de Canal Roja	10-09-21.629N	75-41-23.060W
Boya de Canal Roja	10-09-31.394N	75-41-06.222W
Boya de Canal Roja	10-09-45.553N	75-40-49.795W
Boya de Canal Roja	10-09-57.963N	75-40-22.813W
Boya de Canal Roja	10-10-26.606N	75-40-20.390W
Boya de Canal Verde	10-09-05.679N	75-41-24.168W
Boya de Canal Verde	10-09-16.258N	75-41-15.585W
Boya de Canal Verde	10-09-19.188N	75-41-25.318W
Boya de Canal Verde	10-09-56.783N	75-40-24.251W
Boya de Canal Verde	10-10-23.595N	75-40-26.222W
Boya de Peligro Aislado	10-09-49.907N	75-40-11.602W
Boya de Peligro Aislado	10-09-54.505N	75-41-07.536W
Boya de Peligro Aislado	10-10-10.210N	75-40-41.828W
Boya de Peligro Aislado	10-09-10.562N	75-41-31.520W
Boya de Peligro Aislado	10-09-01.244N	75-41-53.285W
Boya de Peligro Aislado	10-13-46.031N	75-36-41.335W
Boya de Peligro Aislado	10-13-06.206N	75-36-50.575W
Boya de Peligro Aislado	10-13-01.161N	75-36-56.817W
Boya de Peligro Aislado	10-10-26.281N	75-39-22.978W
Boya de Recalada	10-09-34.608N	75-41-28.973W
Boya de Recalada	10-10-50.000N	75-40-25.811W

Tabla 2. Infraestructura de señalización necesaria para el PNN Corales del Rosario y San Bernardo en el sector occidental de la Isla Barú. (ver anexo 2)

7 PRIORIDADES DE INSTALACIÓN

La propuesta tiene en cuenta el tipo de boya que se va a instalar, la cual cumple con las normas para señalar áreas especiales de fondeo de embarcaciones, la entrada y los canales de acceso y tránsito de embarcaciones, satisfaciendo plenamente los conceptos de ayudas a la navegación y prevención de riesgos en la zona.

FASE 1: Determinan los sitios establecidos para el desarrollo de actividades de buceo, snorkeling y velerismo, y para el fondeo de embarcaciones en sitios de playa. Se han instalado sitios de fondeo tanto al norte o al sur para ser usados de acuerdo a la época del año que determina la dirección e intensidad de los vientos y las corrientes marinas. En esta fase se deben instalar 31 boyas de este tipo.

1. Boyas de amarre para snorkeling: Son cuatro (4) puntos ubicados dos al norte (Punta Brava y San Quintín) y dos al sur de Isla Caribarú (bajo Luis Guerra). Son sitios que ofrecen una profundidad mayor a cuatro (4) metros que impida el pisoteo de los turistas.
2. Boyas de amarre para buceo. Son seis (6) puntos ubicados dos (2) al noroccidente de Isla Fiesta y cuatro (4) al sur de Isla Grande (bajo Luis Guerra y Pavitos) y de acuerdo a sus características son sitios con buenos atractivos naturales para observación de especies marinas, aptos para desarrollar esta actividad.
3. Boyas de amarre para veleros. Son siete (9) puntos ubicados en los sectores de uso tradicional de esta actividad, que ofrecen resguardo para los veleristas. Instalados en la Laguna de Pajarales, al sur de Isla Naval, al norte de Isla Caribarú, en la ensenada de las Mantas, en el costado suroriental y sur de Isla Grande, en la Playita (Cholón).
4. Boyas de amarre para embarcaciones en zonas de playa donde no hay infraestructura para el atraque. Se instalarán cuatro boyas la Playita (ciénaga de Cholón – Isla Barú) y ocho boyas en Playa Blanca (norte de Isla Barú).

FASE 2: Incluye la instalación de las boyas para demarcar el tránsito de embarcaciones con lo que se espera disminuir los impactos por contacto con el fondo coralino y disminuir velocidades para evitar erosión y perturbaciones en los ecosistemas marinos. En total son 107 boyas a instalar durante esta fase.

1. Boyas de canal: señalan los canales de navegación. Son de color verde y rojo que indican el sentido del canal (entrada o salida). Estos canales se han establecido teniendo como referencia los canales establecidos en la actualidad, dando cierre a pasos que no son permitidos.
2. Boyas de peligro aislado: indican sitios por los que no se debe continuar pues ofrecen peligro para la embarcación porque son fondos someros. Son de color amarillo y tienen las mismas características que las boyas de canal. Dentro del área de estudio se ha detectado 34 sitios de peligro aislado, 25 en el Archipiélago del Rosario y 9 en el sector occidental de Isla Barú.

FASE 3: Incluye la instalación de las 10 boyas que señalan la entrada de canales de entrada a las islas cuando se llega de mar abierto. Esta fase contempla la instalación de 8 boyas de mar o recalada para indicar la entrada por: el norte de Isla Pirata, las islas Bonaire y Caguamo, la punta de Media Naranja (Isla Grande), el norte de La Ensenada de las Mantas (Isla Grande), el norte y el sur de Caño Ratón, el norte de la Isla San Quintín y al sur de Isla San Martín de Pajarales, todas ellas en el archipiélago de Nuestra Señora del Rosario. De igual forma se debe instalar las dos (2) de mar que indican la entrada a la Ciénaga de Cholón y a la ciénaga de Pelao en el costado occidental de la Isla Barú.

De igual forma en el transcurso de estas fases es importante realizar una campaña educativa entre los propietarios y capitanes de las embarcaciones, los buzos y los prestadores de servicio de careteo y snorkeling para que hagan un uso responsable de este sistema una vez instalado.

8 COSTOS

El costo total de la construcción e implementación para dar al servicio este sistema es de: **\$ 707.878.797,75** pesos colombianos, pero para efectos prácticos y de control se recomienda ejecutarlo en las tres (3) fases definidas de acuerdo con el orden de prioridades, así:

FASE 1: Corresponde a la señalización de los sitios de amarre de las embarcaciones, con un costo total de **\$ 146.323.410,00** para la instalación de 31 boyas a un precio unitario de **\$ 4.720.111,00**

BOYA DE AMARRE COSTO UNITARIO

MATERIALES	MEDIDA	PRECIO UNITARIO d	CANTIDAD e	VALOR d*e
MATT 450 GR / M2	KG	8.700,00	20,00	174.000,00
WOVIN ROVING 800 GR / M2	KG	12.879,00	10,00	128.790,00
POLVO CERAMICO	KG	1.868,00	30,00	56.040,00
RESINA 110 N-TIX	KG	5.383,00	40,00	215.320,00
GEL COAT 741	KG	18.085,00	5,00	90.425,00
CATALIZADOR MEKP-PEROXIDO	KG	4.805,00	1,00	4.805,00
CERA DESMOLDANTE	KG	15.660,00	1,00	15.660,00
PARAFINA LIQUIDA	KG	9.280,00	1,00	9.280,00
PINTURA POLIURETANO CATALIZADA	GLN	222.414,00	0,50	111.207,00
CADENA ESLABONADA DE 1/2"	ML	145.850,00	10,00	1.458.500,00
ANCLA MANTA RAY	UND	746.940,00	1,00	746.940,00
UBERÍA ACERO CARBON DE 6" DE DIAMETRO	ML	64.960,00	1,00	64.960,00
CONTRAPESO	UND	735.000,00	1,00	735.000,00
GRILLETES FIJO Y GIRATORIO	UND	179.500,00	2,00	359.000,00
OREJAS Y CANCAMOS	UND	82.592,00	2,00	165.184,00
WIPE, THINNER, RODILLOS, BROCHAS, COMBUSTIBLES	GL	185.000,00	1,00	185.000,00
MANO DE OBRA (FIBRERO Y SOLDADOR)	UND	200.000,00	1,00	200.000,00
TOTAL				4.720.111,00

FASE 2: Corresponde a la señalización de los canales navegables, dicho costo es de \$ **440.915.247,75** que incluye la instalación de 107 boyas a un precio unitario de \$ **4.120.703,25**

BOYA DE CANAL COSTO UNITARIO

MATERIALES	MEDIDA	PRECIO UNITARIO d	CANTIDAD e	VALOR d*e
MATT 450 GR / M2	KG	8.700,00	20,00	174.000,00
WOVIN ROVING 800 GR / M2	KG	12.879,00	10,00	128.790,00
POLVO CERAMICO	KG	1.868,00	40,00	74.720,00
MEKP PEROXIDO	KG	4.805,00	1,70	8.168,50
METILMETACRILATO MONOMERO	KG	7.604,00	8,50	64.634,00
CLORURO DE METILENO	KG	3.485,00	1,70	5.924,50
ALCOHOL INDUSTRIAL	KG	2.320,00	1,70	3.944,00
ALCOHOL POLIVINILICO	KG	2.900,00	1,70	4.930,00
RESINA 110 N-TIX	KG	5.383,00	40,00	215.320,00
GEL COAT 741 NARANJA	KG	18.085,00	0,70	12.659,50
GEL COAT 741 NEGRO	KG	13.607,00	0,70	9.524,90
GEL COAT 741 ROJO O VERDE	KG	34.220,00	1,70	58.174,00
CATALIZADOR MEKP-PEROXIDO O S-960	KG	10.127,00	1,70	17.215,90
CERA DESMOLDANTE	KG	15.660,00	1,00	15.660,00
OCTOATO DE COBALTO	KG	21.068,00	0,35	7.373,80
PARAFINA LIQUIDA	KG	9.280,00	1,70	15.776,00
THINNER COMUN REF.: 121014	GLN	14.071,00	3,40	47.841,40
ANGULOS ALUMINIO EN 1"	UND	138.724,00	0,70	97.106,80
PLATINAS ALUMINIO EN 1"	UND	79.271,00	0,40	31.708,40
TORNILLERIA GAVANIZADA	UND	926,00	9,00	8.334,00
PINTURA POLIURETANO CATALIZADA	GLN	222.414,00	0,20	44.482,80
DISOLVENTE POLIURETANO	GLN	18.369,00	0,75	13.776,75
CADENA GALVANIZADA DE 5/16"	ML	88.900,00	5,00	444.500,00
ANCLA MANTA RAY	UND	746.940,00	1,00	746.940,00
TUBERIA ACERO CARBON DE 6" DE DIAMETRO	ML	64.960,00	0,40	25.984,00
LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 14	UND	204.160,00	0,08	16.332,80
CONTRAPESOS	JUEGO	2.592.600,00	0,40	1.037.040,00
GRILLETES FIJOS Y GIRATORIOS	UND	179.500,00	2,00	359.000,00
OREJAS, CANCAMOS Y FLANCHES	UND	82.592,00	2,00	165.184,00
FUNGIBLES (WIPE, RODILLOS, BROCHAS, ETC.)	GL	164.143,00	0,40	65.657,20
MANO DE OBRA (FIBRERO Y SOLDADOR)	UND	200.000,00	1,00	200.000,00
TOTAL				4.120.703,25

FASE 3: Corresponde a la instalación de las boyas de recalada, dicho costo es de \$**120.640.140,00** incluye la instalación de 10 boyas a un precio unitario de \$**12.064.014,00**.

BOYA DE RECALADA COSTO UNITARIO

MATERIALES	MEDIDA	PRECIO UNITARIO d	CANTIDAD e	VALOR d*e
MATT 450 GR / M2	KG	8.700,00	60,00	522.000,00
WOVIN ROVING 800 GR / M2	KG	12.879,00	30,00	386.370,00
POLVO CERAMICO	KG	1.868,00	120,00	224.160,00
MEKP PEROXIDO	KG	4.805,00	5,00	24.025,00
METILMETACRILATO MONOMERO	KG	7.604,00	25,00	190.100,00
CLORURO DE METILENO	KG	3.485,00	5,00	17.425,00
ALCOHOL INDUSTRIAL	KG	2.320,00	5,00	11.600,00
ALCOHOL POLIVINILICO	KG	2.900,00	5,00	14.500,00
RESINA 110 N-TIX	KG	5.383,00	120,00	645.960,00
GEL COAT 741 NARANJA	KG	18.085,00	2,00	36.170,00
GEL COAT 741 NEGRO	KG	13.607,00	2,00	27.214,00
GEL COAT 741 ROJO O VERDE	KG	34.220,00	5,00	171.100,00
CATALIZADOR MEKP-PEROXIDO O S-960	KG	10.127,00	5,00	50.635,00
CERA DESMOLDANTE	KG	15.660,00	3,00	46.980,00
OCTOATO DE COBALTO	KG	21.068,00	1,00	21.068,00
PARAFINA LIQUIDA	KG	9.280,00	5,00	46.400,00
THINNER COMUN REF.: 121014	GLN	14.071,00	10,00	140.710,00
ANGULOS ALUMINIO EN 1"	UND	138.724,00	2,00	277.448,00
PLATINAS ALUMINIO EN 1"	UND	79.271,00	1,00	79.271,00
TORNILLERIA GAVANIZADA	UND	926,00	35,00	32.410,00
PINTURA POLIURETANO CATALIZADA	GLN	222.414,00	0,50	111.207,00
DISOLVENTE POLIURETANO	GLN	18.369,00	2,00	36.738,00
CADENA ESLABONADA DE 1-1/4"	ML	208.800,00	15,00	3.132.000,00
PESO MUERTO CONCRETO REFORZADO DE 1,5 TON.	UND	655.700,00	1,00	655.700,00
TUBERIA ACERO CARBON DE 6" DE DIAMETRO	ML	64.960,00	1,00	64.960,00
LAMINA GALVANIZADA CALIBRE 14	UND	204.160,00	0,25	51.040,00
CONTRAPESOS	JUEGO	2.592.600,00	1,00	2.592.600,00
GRILLETES FIJOS Y GIRATORIOS	UND	879.856,00	2,00	1.759.712,00
OREJAS, CANCAMOS Y FLANCHES	UND	82.592,00	4,00	330.368,00
WIPE, RODILLOS, BROCHAS, COMBUSTIBLES	GL	164.143,00	1,00	164.143,00
MANO DE OBRA (FIBRERO Y SOLDADOR)	UND	200.000,00	1,00	200.000,00
TOTAL				12.064.014,00

9 CONCLUSIONES

Se identificaron las actividades que hacen mayor impacto sobre los ecosistemas marinos presentes en los sectores de uso público en el PNN CRSB en los sectores estudiados, las cuales son tránsito y anclaje de embarcaciones, snorkeling y buceo.

Los arrecifes de coral presentes en el PNN CRSB del área son hábitat para más de 48 especies de corales escleractinios y demás organismos asociados. Se destacan invertebrados en riesgo de extinción crítica(1), en riesgo (1), vulnerables (13), y amenazados (6). De vertebrados (peces) se destacan especies en riesgo crítico de extinción (1), en peligro (3), vulnerables (7), amenazados (1). Además en el área hay una esponja endémica para Rosario. Por otra parte, el hábitat de pastos marinos (2 especies) y sus especies asociadas como la estrella *Oreaster sp* así como el mangle (5 especies) y las aves asociadas (la gran mayoría migratorias), entre muchas otras, serían hábitats y especies beneficiadas con la demarcación por boyas.

Se estima que con el proyecto se protegerá cerca de 145 kilómetros cuadrados de formaciones coralinas presentes en el área, así como las 850 hectáreas de praderas de fanerógamas marinas; estos ecosistemas albergan cientos de animales microscópicos, peces de distintas formas y colores, crustáceos, moluscos, anémonas, erizos y estrellas de mar. La población beneficiada comprende 3 ecosistemas y más de 40 especies amenazadas se beneficiarían con la demarcación por medio de boyas, esto permitiría un uso racional y sostenible por parte de los aproximadamente 1000 habitantes de las Islas del Rosario, así como de los propietarios de más de 100 casas de recreo, a los cerca de 200.000 turistas que en promedio visitan el área cada año, así como a las 7 agencias de buceo y snorkeling, y las 8 agencias de turismo y hoteles que operan en las islas.

De acuerdo a los impactos ocasionados por las actividades desarrolladas en el PNN CRSB es necesario instalar tres tipos de boyas: de amarre, de demarcación de canales y de entrada de canales.

Se escogieron tres fases de instalación de acuerdo a las prioridades de conservación, las cuales definen como primer fase la instalación de los sitios de amarre para embarcaciones como las que se utilizan para realizar actividades de velerismo, buceo y snorkeling. Una segunda fase consiste en la demarcación de los canales de navegación para impedir el contacto con el fondo coralino y la disminución de velocidades. Por último es necesario definir una tercera fase que incluye la demarcación de entrada de los canales de navegación. El costo total de la instalación de este sistema de señalización es de \$ 707.878.797,75 pesos colombianos.

10 RECOMENDACIONES

Para asegurar la conservación de los ecosistemas marinos es necesario que la instalación de este sistema de señalización se acompañe con un control efectivo en el área por parte de las autoridades competentes.

De igual forma es pertinente establecer un proceso educativo y de socialización con los usuarios del sistema para que cumplan y entiendan la función de la infraestructura instalada.

La impresión y divulgación de una carta temática de navegación que señale los sitios demarcados con boyas en el PNN CRSB es una actividad prioritaria para dar operatividad a este sistema.

Se recomienda definir e implementar un plan de mantenimiento anual del sistema de boyas instalados, para garantizar la durabilidad a largo plazo de la infraestructura instalada.

11 BIBLIOGRAFÍA

Cendales, M. H. 1999. Cartografía, composición y estado actual de los biotopos marinos arrecifales de Isla Rosario, Isla Barú y de los bajos intermedios del Archipiélago del Rosario. Trabajo de Grado, B. Sc. U. Nacional de Colombia, 113p.

Díaz J. M., L. M. Barrios, M. H. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. López-Victoria, G. H. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. A. Zapata y S. Zea. 2000. Áreas Coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176p.

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

FUNDACIÓN MARINA. 2005. Caracterización De Los Ecosistemas Marinos Presentes En Los Sectores De Uso Público Del Parque Nacional Natural Corales Del Rosario Y De San Bernardo En Los Sectores Del Archipiélago Del Rosario Y El Sector Occidental De Isla Barú. Informe. Cartagena, Colombia.

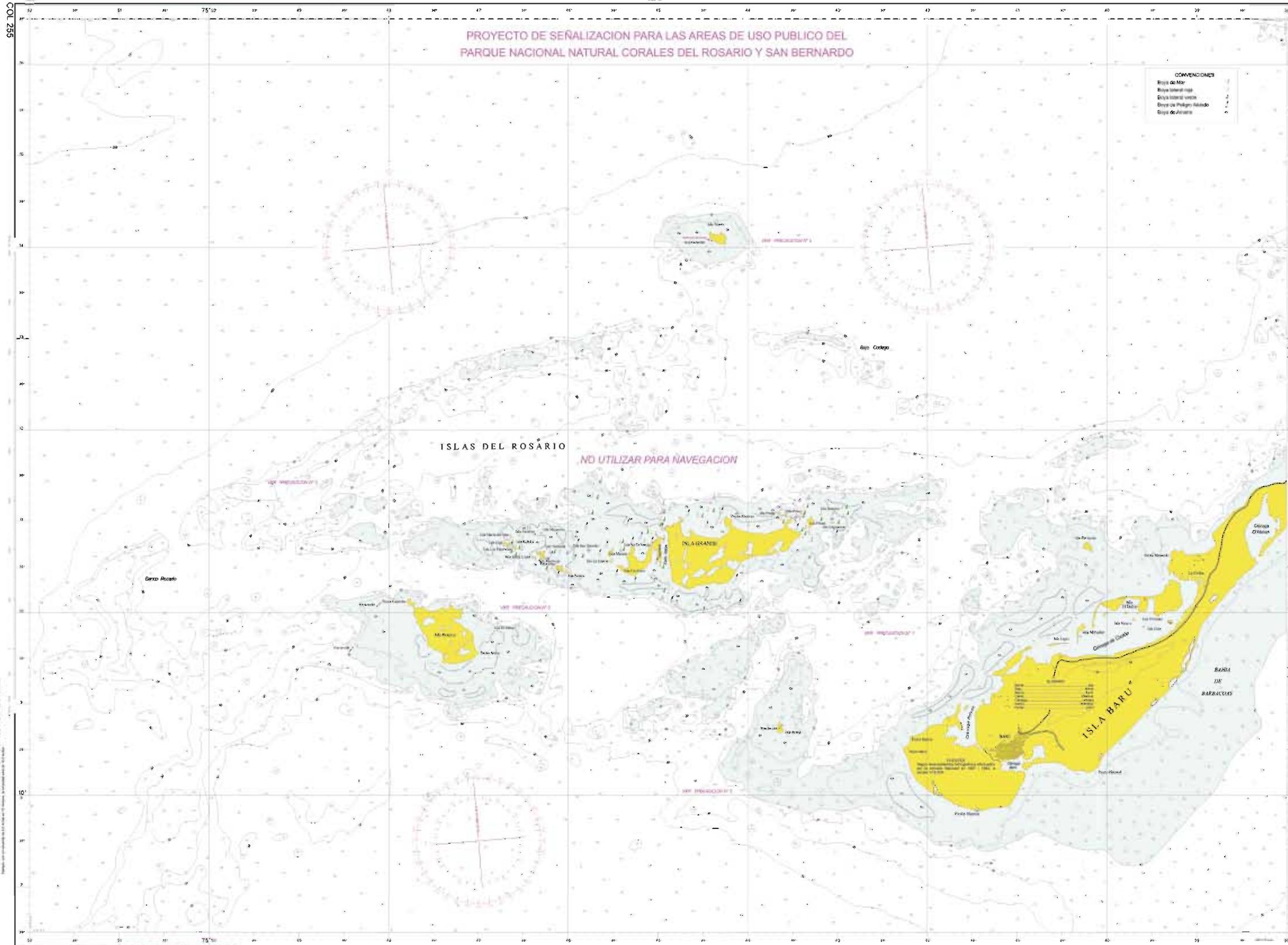
Leble, S. y Cuignon, R. 1987. El Archipiélago del Rosario, Estudio morfológico, hidrodinámico y sedimentológico. Bol. Cient. CIOH, 7:37-52, Cartagena, Colombia.

ANEXO 1

MAPA SECTOR DEL ARCHIPIELAGO DE NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO

ANEXO 2

MAPA SECTOR OCCIDENTAL DE ISLA BARÚ



PROYECTO DE SEÑALIZACION PARA LAS AREAS DE USO PUBLICO DEL
 PARQUE NACIONAL NATURAL CORALES DEL ROSARIO Y SAN BERNARDO

CONVENCIONES

Baja de Mar	○
Baja Intermedia	○
Baja de Plegaro Abolida	○
Ojo de Aguero	○

NO UTILIZAR PARA NAVEGACION

ISLAS DEL ROSARIO

ISLA BARU

BAHIA DE BARACCOS

