

## INDICE DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCION.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1 LÍMITES .....   | 3         |
| 2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL.....  | 3         |
| 2.2.1 <i>Ambiente físico</i> .....  | 3         |
| Corrientes oceánicas y el Evento El Niño .....  | 3         |
| Geomorfología .....   | 5         |
| Temperatura superficial.....  | 5         |
| Patrones de Mareas .....  | 6         |
| 2.2.2 <i>Aspectos biológicos</i> .....  | 6         |
| Productividad y zonas de afloramiento .....   | 6         |
| Regiones biogeográficas .....   | 7         |
| Biodiversidad de especies .....   | 8         |
| 2.2.3 <i>Aspectos sociales</i> .....  | 8         |
| <b>3. UNIDADES ECOLOGICAS MARINAS .....</b>   | <b>9</b>  |
| 3.1 METODOLOGÍA .....   | 9         |
| 3.2 RESULTADOS .....  | 11        |
| <b>4. OBJETOS DE CONSERVACIÓN.....</b>  | <b>13</b> |
| 4.1 SISTEMAS .....  | 13        |
| Metodología .....   | 13        |
| 4.1.1 <i>Sistemas intermareales</i> .....   | 15        |
| 4.1.2 <i>Sistemas submareales</i> .....   | 15        |
| Resultados .....  | 15        |
| 4.2. SISTEMAS MARINO - COSTEROS .....   | 16        |
| 4.2.1 <i>Sistemas intermareales</i> .....   | 16        |
| Estuarios.....  | 16        |
| Costas abiertas.....  | 19        |
| 4.2.2 <i>Sistemas submareales</i> .....   | 22        |
| Fondos.....   | 23        |
| Bajos .....   | 27        |
| 4.2.3 <i>Distribución nacional de los sistemas marino - costeros</i> .....  | 28        |
| 4.3 COMUNIDADES .....   | 31        |
| Colonias de anidación de aves marinas .....   | 31        |
| Aves migratorias playeras .....   | 32        |
| Zonas de anidación de tortugas marinas.....   | 33        |
| 4.4 ESPECIES .....  | 33        |
| 4.4.1 <i>Criterios y puntuación</i> .....   | 33        |
| 4.4.2 <i>Selección de especies potenciales objeto de conservación</i> .....   | 37        |
| 4.4.3 <i>Resultados</i> .....   | 37        |
| 4.5 ASPECTOS ECOLÓGICOS, DISTRIBUCIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES OBJETO MARINO - COSTERAS EN EL ECUADOR ..... | 38        |
| 4.5.1 <i>Cnidarios</i> .....  | 38        |
| 4.5.2 <i>Crustáceos</i> .....   | 40        |
| 4.5.3 <i>Equinodermos</i> .....   | 42        |
| 4.5.4 <i>Moluscos</i> .....   | 43        |
| 4.5.5 <i>Peces</i> .....  | 46        |
| 4.5.6 <i>Reptiles</i> .....   | 47        |
| 4.5.7 <i>Aves</i> .....   | 49        |
| 4.5.8 <i>Mamíferos</i> .....  | 50        |
| <b>5. AMENAZAS Y FACTORES POSITIVOS .....</b>   | <b>51</b> |
| 5.1 METODOLOGÍA .....   | 52        |

|   |            |
|---|------------|
| 5.1.1 Impacto Poblacional.....  | 52         |
| 5.1.2 Contaminación.....  | 52         |
| Contaminación de origen doméstico .....   | 53         |
| Contaminación de origen industrial.....   | 55         |
| Contaminación por actividades petroleras.....   | 56         |
| 5.1.3 Turismo.....  | 57         |
| 5.1.4 Extracción.....   | 58         |
| Pesca artesanal .....   | 59         |
| Pesca industrial.....   | 61         |
| 5.1.5 Alteraciones físicas de la costa.....   | 63         |
| Camaroneras.....  | 65         |
| 5.2 RESULTADOS .....  | 66         |
| <b>6. VIABILIDAD / APTITUD .....</b>  | <b>67</b>  |
| 6.1 METODOLOGÍA .....   | 67         |
| 6.1.1 Viabilidad.....   | 67         |
| 6.1.2 Aptitud.....  | 68         |
| <b>7. DEFINICIÓN DE METAS .....</b>   | <b>70</b>  |
| 7.1 METODOLOGÍA .....   | 70         |
| 7.2 RESULTADOS .....  | 72         |
| <b>8. DISEÑO DE PORTAFOLIO .....</b>  | <b>78</b>  |
| 8.1 PORTAFOLIO DE SITIOS .....  | 78         |
| Algoritmo Computarizado para la Selección del Portafolio .....  | 78         |
| 8.2 METODOLOGÍA .....   | 80         |
| 8.2.1 Costo de Sitio .....  | 80         |
| Costo Base.....   | 80         |
| Costo de Aptitud .....  | 80         |
| 8.2.2 Costos de Penalidad .....   | 81         |
| 8.2.3 Costo de Borde.....   | 83         |
| 8.2.4 Distribución de objetos.....  | 83         |
| 8.2.5 Estatus.....  | 83         |
| 8.3 RESULTADOS .....  | 84         |
| <b>9. PRIORIZACIÓN DEL PORTAFOLIO .....</b>   | <b>86</b>  |
| 9.1 TAMAÑO.....   | 86         |
| 9.2 DIVERSIDAD Y SINGULARIDAD .....   | 87         |
| 9.3 REPRESENTATIVIDAD .....   | 87         |
| 9.4 CONECTIVIDAD.....   | 88         |
| <b>10. ANALISIS DEL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS MARINO –<br/>COSTERAS EN EL ECUADOR CONTINENTAL .....</b> | <b>92</b>  |
| INCREMENTO DEL TAMAÑO DE ÁREAS PROTEGIDAS: ESTUDIO DE TRES CASOS .....                                    | 96         |
| <b>11. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>102</b> |
| 11.1 VACÍOS DE INFORMACIÓN.....   | 102        |
| 11.2 PRÓXIMOS PASOS.....  | 104        |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>106</b> |
| <b>ANEXOS</b>   |            |
| <b>MAPAS</b>  |            |

# Áreas Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad Marina en Ecuador Continental

## 1. INTRODUCCION

En el Ecuador continental, la investigación biológica y la conservación de los ambientes marino - costeros ha sido incipiente. Existe muy poca información sistematizada sobre la biodiversidad y los ecosistemas marino-costeros. Si bien en el ámbito terrestre la mayoría de los ecosistemas se encuentran representados por áreas protegidas, en el mar la situación es diferente. Prácticamente las pocas áreas marinas protegida que se han establecido constituyen una prolongación del límite de las áreas terrestres.

En otros casos, el interés ha sido enfocado únicamente en la protección del ecosistema de manglar, considerado altamente amenazado por la industria camaronera.

Aproximadamente hace tres años, varias organizaciones juntaron esfuerzos para realizar el proyecto denominado “Evaluación de la Ecorregión Marina Guayaquil” como un componente para la Planificación Ecorregional del Pacífico Ecuatorial. Este proyecto binacional (Ecuador – Perú) comprendió un área de estudio aproximada de 1.152.207 km<sup>2</sup>, paralela a la costa norte de Sudamérica, entre Pedernales (0°), provincia de Manabí, Ecuador, hasta la Península de Illescas (6° Sur) en el Perú.

Si bien, la Evaluación de la Ecorregión Marina Guayaquil proporcionó información importante para los programas de conservación de la biodiversidad, con un enfoque en áreas más grandes y aparentemente funcionales que enfatizan en la representatividad de las especies, comunidades y ecosistemas dentro de la Ecorregión, este estudio dejó un gran vacío de información en la costa norte del país.

Los ecosistemas marino-costeros de la costa norte, provincia de Esmeraldas constituyen una zona de especial interés para los procesos de conservación de la biodiversidad del Ecuador. Principalmente por el hecho de poseer características oceanográficas diferentes a las de la costa centro y sur del país. Las aguas cálidas que generalmente se encuentran a lo largo de todo el año la convierten en una zona de influencia tropical, hecho que se ve graficado por el clima y por la composición y estructura de la misma biodiversidad.

Además de esto, la zona norte tiene ecosistemas importantes para la conservación de la biodiversidad marina, los cuales aún no se encuentran integrados al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Entre ellos, la zona de Punta Galera hasta el Cabo San Francisco, con sus acantilados, playas de roca y arrecifes rocosos y, de igual forma, los Fondos Rocosos de Atacames constituyen potenciales reservas naturales que deberían ser consideradas en un futuro próximo, como áreas de interés nacional para la conservación de los recursos naturales marinos.

La finalidad de este estudio es el poder integrar la información de la zona norte del país con los resultados del proyecto de Evaluación Ecorregional, para tener una visión de las

prioridades marino costeras del Ecuador, y su consideración como una herramienta para la creación de una red de áreas protegidas marinas en el Ecuador continental.

Este estudio tiene como objetivo principal la identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad marino-costera (ecosistemas, comunidades, y especies) del Ecuador. El objetivo de conservar la biodiversidad puede favorecer a la conservación de especies importantes en las pesquerías, sin embargo, este argumento no fue el principal motivo de selección.

Los criterios utilizados para la priorización de áreas de conservación se basaron únicamente en aspectos biológicos y ecológicos. Los criterios sociales, políticos, económicos y culturales mencionados en el documento “Evaluación de la Factibilidad de una Red de Áreas Costeras y Marinas Protegidas en Ecuador” (Villegas, *et al.* 2005) son muy importantes, pero deben considerarse como un proceso posterior a la identificación de áreas biológicamente importantes. Las áreas definidas en este estudio constituyen un primer paso para la creación de una red de áreas marinas protegidas en el Ecuador, en las cuales deberán realizarse estudios posteriores de factibilidad.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 Límites

Si bien el Ecuador cuenta con una extensión territorial relativamente pequeña, la gran diversidad biológica existente lo ha convertido en uno de los países más ricos del mundo en lo que a ecosistemas, especies y recursos genéticos se refiere. Estos valores han justificado la inclusión del país dentro del reducido grupo de las naciones denominadas megadiversas, las cuales en conjunto poseen el 70% de las especies animales y vegetales del planeta (Mittermeier, Robles & Goettsch 1997).

La costa ecuatoriana se encuentra ubicada en el Pacífico Oriental y presenta una extensión aproximada de 4.403km de norte a sur, considerando islas, islotes y bordes interiores de estuarios (Figura 1).

**Figura 1.** Ubicación del Ecuador Pacífico Oriental

El área de estudio, comprendida desde la zona intermareal (0m) hasta los 200m de profundidad e incluyendo áreas de manglar, abarca una superficie de 3'170.400ha.

### 2.2 Descripción General

#### 2.2.1 Ambiente físico

El Ecuador marino costero es una interesante zona de transición en el Pacífico Sudeste, caracterizada por una gran variabilidad espacial y temporal de condiciones físicas. Estos ambientes están representados en la zona intermareal principalmente por playas de arena y playas de roca en zonas expuestas y no expuestas al oleaje, y por playas de limo en los estuarios. En la zona submareal, se puede diferenciar una diversidad de sistemas que incluyen arrecifes de coral, bajos y fondos marinos de diferente estructura. Todos estos sistemas marino-costeros favorecen el establecimiento de comunidades biológicas presentes en cada ambiente. Las comunidades y especies responden de manera estacional a cambios de salinidad, temperatura, oxígeno, nutrientes y materiales en suspensión relacionados con los procesos físicos del medio, entre ellos vientos, afloramientos por desplazamientos de aguas superficiales, y mezcla de aguas dulce y salada por la acción de las mareas en los estuarios.

#### Corrientes oceánicas y el Evento El Niño

La circulación en aguas oceánicas es bastante compleja, razón por la cual la información proporcionada corresponde únicamente al sistema de corrientes superficiales que influyen

directamente sobre el Ecuador. En general la circulación de aguas en la región ecuatorial es hacia el Oeste, exceptuando a la contracorriente ecuatorial que fluye en sentido opuesto. Se podría describir la circulación en la zona ecuatorial como un sistema de corrientes ecuatoriales que consiste en dos flujos hacia el Oeste que son: la Corriente Ecuatorial del Norte y la Corriente Ecuatorial del Sur; y un flujo hacia el Este, ubicado entre las dos corrientes anteriores que es la Contracorriente Ecuatorial (Figura 2). Debemos incluir dentro de este sistema de corrientes ecuatoriales a la Corriente de Humboldt, proveniente del Sur, que baña la costa occidental de Sur América, a la Corriente de Panamá (Corriente de *El Niño*), proveniente del Norte que baña la costa occidental de Centro América..

**Figura 2.** Principales corrientes que influyen en la distribución de la biodiversidad marina e influyen en los cambios oceanográficos y climáticos en el Ecuador.

El complejo sistema de corrientes y masas de agua, provoca en el Ecuador una singular zona de transición causada por las diferentes características de temperatura, salinidad y nutrientes que posee cada corriente. Estas variaciones de condiciones oceanográficas físicas influyen y determinan la distribución biogeográfica de las especies presentes en el país. Por un lado, encontramos fauna asociada a aguas tropicales en la zona Norte, mientras que al sur tenemos la influencia de una corriente templada con aguas más frías. La confluencia de ambas corrientes forman una extensa zona de mezcla o mixta que ocupa un área marina representativa del país

La corriente de Panamá o de *El Niño*, se caracteriza por ser de aguas cálidas y aparece entre los meses de diciembre a abril, aumentando la temperatura superficial del mar; la mayor intensidad de este fenómeno se ha registrado entre los meses de febrero a marzo con fuertes lluvias y aumento de la temperatura superficial del mar. Posee un flujo de norte a sur y proviene de la zona Panámica, bajando hasta las costas ecuatorianas y peruanas. Las aguas de esta corriente son pobres en nutrientes por lo que, durante su estadía en estas costas, la pesca se ve notablemente disminuida. El Ecuador también recibe la influencia de la corriente de Humboldt que, si bien no afecta directamente a nuestras costas, tiene gran influencia en las condiciones oceanográficas de la misma. Los meses de mayor intensidad son entre julio y septiembre y, poco a poco, va debilitándose hasta desaparecer por completo en el mes de diciembre, época en la que aparece la corriente de Panamá con características totalmente contrarias a las de la corriente de Humboldt. Con la desaparición de la corriente de Humboldt, se da inicio a la estación lluviosa en el país.

El Frente Ecuatorial es una zona de transición entre las masas de agua transportadas por las corrientes de Panamá y Humboldt. Se caracteriza por una intensa gradiente termohalina, que alcanza su máximo desarrollo en la estación seca (24° C y 33,4 ppm a 1° S y 18° C y 35 ppm entre 2 y 3° S), esta franja se desplaza estacionalmente a lo largo de la costa ecuatoriana, pudiendo cubrir la mayoría del área marina del país (Misterio del Ambiente *et al.* 2001).

La Contracorriente Ecuatorial, también conocida como la Corriente de Cromwell, es una corriente subsuperficial que fluye hacia el Este a lo largo del Pacífico Ecuatorial. Su presencia ha sido registrada lo largo de la faja ecuatorial, convirtiéndose en una de las principales características de la circulación oceánica ecuatorial. Este flujo, al llegar a las Islas Galápagos, se debilita y se bifurca en dos ramales: uno al norte y otro al sur de las

Islas. El ramal Sur se dirige hacia el Sudeste alimentando los afloramientos que tienen lugar a lo largo de la costa norte de Perú (Banks 2002).

La presencia ocasional del evento de *El Niño* cambia los patrones oceanográficos antes señalados y origina cambios en la composición y estructura de la biota marina. El Fenómeno de *El Niño* ha afectado la costa de América del Sur con nueve apariciones en los últimos cuarenta años. En la mayoría de ellos la temperatura del agua se elevó en la costa y a lo largo de una franja de 5.000 millas sobre el Pacífico Ecuatorial. En los eventos más débiles, las temperaturas se elevaron sólo 1 a 2° C, ocasionando un impacto moderado en las pesquerías de la costa pacífica de América del Sur. Sin embargo, los eventos fuertes como el ocurrido entre el año de 1982 y 1983 dejaron profundas huellas en los ecosistemas marinos.

*El Niño* de 1982 - 1983 ha sido uno de los más fuertes de este siglo, y durante el evento, se pudo evidenciar con mayor claridad los cambios climáticos y oceanográficos, y las respuestas de la biodiversidad ante los efectos de esta anomalía. Durante este evento, los vientos que influyeron sobre el flujo de las corrientes superficiales, comenzaron a debilitarse y el océano comenzó a reaccionar a los cambios de la velocidad y dirección de los vientos y se produjo un aumento del nivel del mar en el Pacífico Este. La temperatura superficial del mar a lo largo de la costa de Ecuador subió de su nivel normal de alrededor de los 22° C hasta cerca de 30° C, influenciando directamente en la destrucción de los arrecifes de coral que rodean muchas de las islas de la región.

### **Geomorfología**

El litoral Pacífico en la parte Occidental ecuatoriana corresponde geológicamente a una zona de plataformas de rápida subsidencia, afectado preferentemente por movimientos verticales de ascenso o descenso de bloques que originaron una espesa columna de sedimentos que cambian rápidamente en profundidad (Padula 1977; en Comisión Permanente del Pacífico Sur *et al.* 1998).

La plataforma continental en el Ecuador tiene pocas irregularidades topográficas y alcanza su mayor estrechamiento y pendiente en Punta Galera (provincia de Esmeraldas) y frente a la Puntilla de Santa Elena, provincia del Guayas (9 km). La mayor extensión (120 km) y menor pendiente de la plataforma se encuentra en el Golfo de Guayaquil y en los fondos rocosos de Atacames, Provincia de Esmeraldas (49 km) (Ayarza 1981; García 1981, y Cucalón 1996).

### **Temperatura superficial**

Las imágenes satelitales de la temperatura superficial del mar en Ecuador muestran una gran variabilidad a lo largo de la costa. Esta variabilidad está ligada a los flujos de las corrientes marinas por influencia de la intensidad y orientación de los vientos.

La información disponible indica la existencia de una zona tropical en la parte Norte, con influencia de aguas calidas provenientes de la corriente de Panamá. Esta zona presenta una temperatura promedio anual de 24,5 °C, y un rango de variación de 22 a 27 °C (Figura 3).

**Figura 3.** Temperatura Superficial Promedio, en el Pacífico Ecuatorial Oriental entre los años 2000 a 2004 (modificado de IMARPE – Perú).

Se puede definir una segunda zona en la parte centro sur de la costa del Ecuador, que es el resultado de la influencia de aguas cálidas del Norte y las frías del Sur, creando un frente continental de aguas de mezcla, con fluctuaciones de temperatura y desplazamientos de las masas de agua dependiendo de la época del año.

### **Patrones de Mareas**

Las mareas son un componente importante dentro de los ecosistemas marino-costeros del Ecuador. El desplazamiento vertical del agua ocurre dos veces al día en la franja ecuatorial. Las corrientes mareales localizadas determinan la estructura espacial de las comunidades y promueven la mezcla vertical de aguas superficiales y profundas, alterando la estratificación del agua (Pickard & Emery 1990).

Las fluctuaciones de la marea en las costas ecuatorianas sobrepasan los 3 m, pero en los estuarios pueden alcanzar los 4,5 m entre la cota de marea más baja y la cota de marea más alta (Ayón 1987).

### **2.2.2 Aspectos biológicos**

#### **Productividad y zonas de afloramiento**

El término afloramiento o surgencia, es utilizado en oceanografía para designar aquella área en la que la temperatura superficial del agua disminuye por el ascenso de agua fría desde niveles más profundos. Pero no sólo la temperatura del agua experimenta cambios drásticos en una zona de afloramiento, también se observa un aumento de los nutrientes y una disminución en el contenido de oxígeno del agua proveniente de los estratos menos profundos (Brenes 2001).

En estas zonas de afloramiento, se observan altos índices de productividad primaria en períodos estacionales. En Ecuador, se observa este fenómeno en periodos estacionales sobre la franja costera. Este tipo de fenómenos tiene un impacto importante en las pesquerías de especies pelágicas y en la presencia de especies migratorias. Los afloramientos más comunes son los de carácter costero. En el país no se encuentran muy bien documentados los afloramientos, pero se han registrado afloramientos en el lado Sureste de la isla de La Plata y en la isla Santa Clara.

Además de los afloramientos costeros, en el Golfo de Guayaquil se puede observar una zona de alta productividad, producto de la mezcla de aguas continentales, ricas en nutrientes, con el agua marina. Esta productividad es continua, ocurre durante todo el año, y depende directamente de los aportes del río Guayas.



Durante el fenómeno de *El Niño*, ocurre un efecto negativo; la productividad primaria disminuye por el aumento de temperatura superficial del agua y la baja cantidad de nutrientes, provocando impactos biológicos sobre los ecosistemas marinos que se manifiestan con la mortalidad y emigración de aves costeras, lobos marinos, algunas especies e invertebrados durante su fase larval. Los efectos positivos más frecuentes son la inmigración de algunas especies tropicales que incrementan las poblaciones de especies locales.

### **Regiones biogeográficas**

Existen varias clasificaciones biogeográficas regionales y globales basadas en el clima, cuencas oceánicas, oceanografía, batimetría y distribución de organismos. Estas clasificaciones varían de acuerdo con la escala y los objetivos del trabajo (Lourie & Vincent, 2004).

La costa ecuatoriana está en el límite de dos grandes ecosistemas marinos: el del Pacífico Central (*Pacific Central American Coastal*) y el de la corriente de Humboldt. Los grandes ecosistemas marinos son regiones costeras y oceánicas que incluyen cuencas hidrográficas y estuarios que se extienden hasta el límite de las plataformas continentales y margen externo de los sistemas de corrientes.

El gran ecosistema del Pacífico Central se caracteriza por su clima tropical y sistema de surgencia o afloramientos, se extiende desde México hasta aproximadamente el Ecuador (Bakun *et al.* 1999). El gran ecosistema de la corriente de Humboldt se extiende desde el norte de Perú hasta el Sur de Chile. Es uno de los principales sistemas de surgencia del mundo, con aguas frías de baja salinidad que fluyen hacia el Ecuador y generan el surgimiento de aguas ricas en nutrientes (Wyrski 1967).

La ubicación de la costa y plataforma continental del Ecuador en un área límite entre dos grandes masas de agua (caliente al norte – fría al sur) genera condiciones de alta variabilidad estacional respecto a las condiciones oceanográficas y consecuentemente alta diversidad biológica.

Sullivan & Bustamante (1999), distinguen nueve provincias biogeográficas en los mares de Latinoamérica y el Caribe. De acuerdo con esta división, el frente costero del Ecuador continental es parte de la Provincia biogeográfica del Pacífico Tropical Oriental que se extiende desde Baja California hasta el Norte de Perú. Esta provincia contiene seis regiones biogeográficas, conocidas como Ecorregiones, la costa ecuatoriana es parte de dos regiones: Bahía de Panamá y Guayaquil.

La región Bahía de Panamá se extiende desde Península Azuero (Panamá) hasta Bahía de Caráquez (Ecuador). Es un área predominantemente tropical, caracterizada por una extensa red de desembocaduras de ríos e incluye la mayor cobertura de manglar de esta provincia biogeográfica (Sullivan & Bustamante 1999).

La región Guayaquil se extiende desde Bahía de Caráquez (Ecuador) hasta Península Illescas (Perú). Esta se caracteriza por la influencia estacional de la corriente de Humboldt que choca con las aguas tropicales de la Bahía de Panamá formando el llamado frente

ecuatorial, el cual según la época y la fuerza de los vientos varía de posición desplazándose hacia el norte o sur. Esto genera un ambiente marino de continuos cambios en la temperatura, salinidad y concentración de nutrientes, lo que a su vez permite la presencia de especies asociadas tanto a aguas cálidas como a templadas.

### **Biodiversidad de especies**

La zona marino - costera de Ecuador presenta una gran diversidad biológica debido a la variabilidad de ecosistemas, lo cual son el resultado de la ubicación geográfica, las condiciones oceanográficas, los aportes continentales, y la morfología de la costa.

En la parte centro - sur de Ecuador, se encuentra una zona de alta productividad. Sullivan & Bustamante (1999), mencionan que esta zona alberga gran número de especies ecológicamente importantes, que son parte de una gran diversidad, debida a la influencia de los aportes continentales del Río Guayas. Estos aportes han influido en la composición geomorfológica de las costas del Golfo de Guayaquil, creando ecosistemas únicos.

Los manglares son un componente importante de los sistemas estuarinos e indispensables para mantener los procesos ecológicos entre los ecosistemas marinos, de agua dulce y terrestres circundantes. El Ecuador presenta una buena representación de manglares tanto en la zona norte (San Lorenzo) como en la zona centro - sur (Golfo de Guayaquil).

A pesar de la alta diversidad de ecosistemas y especies que ellos contienen, la mayoría de la información sobre la diversidad de especies marinas y costeras de Ecuador, corresponde únicamente al plancton y a los recursos marinos pesqueros (Ministerio del Ambiente *et al.* 2001 y Majluf 2002). Para otros grupos de animales, sobre todo invertebrados, la información publicada es incipiente.

### **2.2.3 Aspectos sociales**

La población humana del Ecuador está concentrada cerca de la costa. El 39% del territorio nacional se encuentra dentro de 100 km de la costa y allí viven el 58% de la población. Aunque la costa ecuatoriana es vulnerable a daños ocasionados por fenómenos naturales de gran escala como son los movimientos tectónicos, el calentamiento global, y los eventos de *El Niño*, frecuentemente los impactos negativos de estos fenómenos son agravados por malas prácticas en el uso de la tierra y el mar, y por infraestructura costera mal diseñada. La deforestación, el dragado de canales, el relleno de humedales, la extracción de materiales de construcción, las alteraciones físicas de la línea costera, y la contaminación del agua intensifican los impactos de eventos naturales y aceleran la degradación de los sistemas marino - costeros. Las amenazas enfrentadas por los sistemas marino - costeros de Ecuador son principalmente por efectos de las actividades antrópicas en la zona litoral e indirectamente, por el mal uso de tierras en lugares lejanos de la costa en las cuencas hidrográficas que desembocan en zonas estuarinas.

### 3. UNIDADES ECOLOGICAS MARINAS

En la identificación de áreas prioritarias para la conservación, es importante considerar una adecuada distribución espacial de las áreas, es decir, que dichas áreas sean representativas de diferentes unidades biogeográficas. Por esta razón el primer paso en la priorización de áreas, fue la estratificación del área de estudio en Unidades Ecológicas Marinas (UEM), con el fin de asegurar que exista una buena representación geográfica. Las UEM son un conjunto de sistemas marino - costeros que tienen patrones diferentes de temperatura, profundidad, aportes continentales y distribución de especies. Se utilizaron las UEM para estratificar espacialmente la zona marina del país, de acuerdo a las variables ambientales que determinan los patrones de la biodiversidad marina y las características del sistema ecológico.

La temperatura, la batimetría y los aportes continentales fueron considerados para establecer las UEM en la Ecorregión Marina Guayaquil (TNC *et al.* 2004), de igual forma estos criterios fueron aplicados en la elaboración de este estudio para el análisis de la zona marino - costera de Ecuador continental

Es importante recalcar que la clasificación de UEM basada en líneas de temperatura podría considerarse muy flexible, ya que el ambiente marino no presenta límites ecológicos claramente definidos que permitan una delimitación determinante, las condiciones oceanográficas marinas fluctúan en amplitud (*e.g.*, desplazamiento de las masas de agua) durante el año y entre años, razón por la cual los límites de las UEM también están regidos por las fluctuaciones anuales.

Para este estudio, se establecieron límites modelados bajo criterios directamente relacionados con la distribución de las masas de agua y por ende con la biogeografía de las especies marinas del país

#### 3.1 Metodología

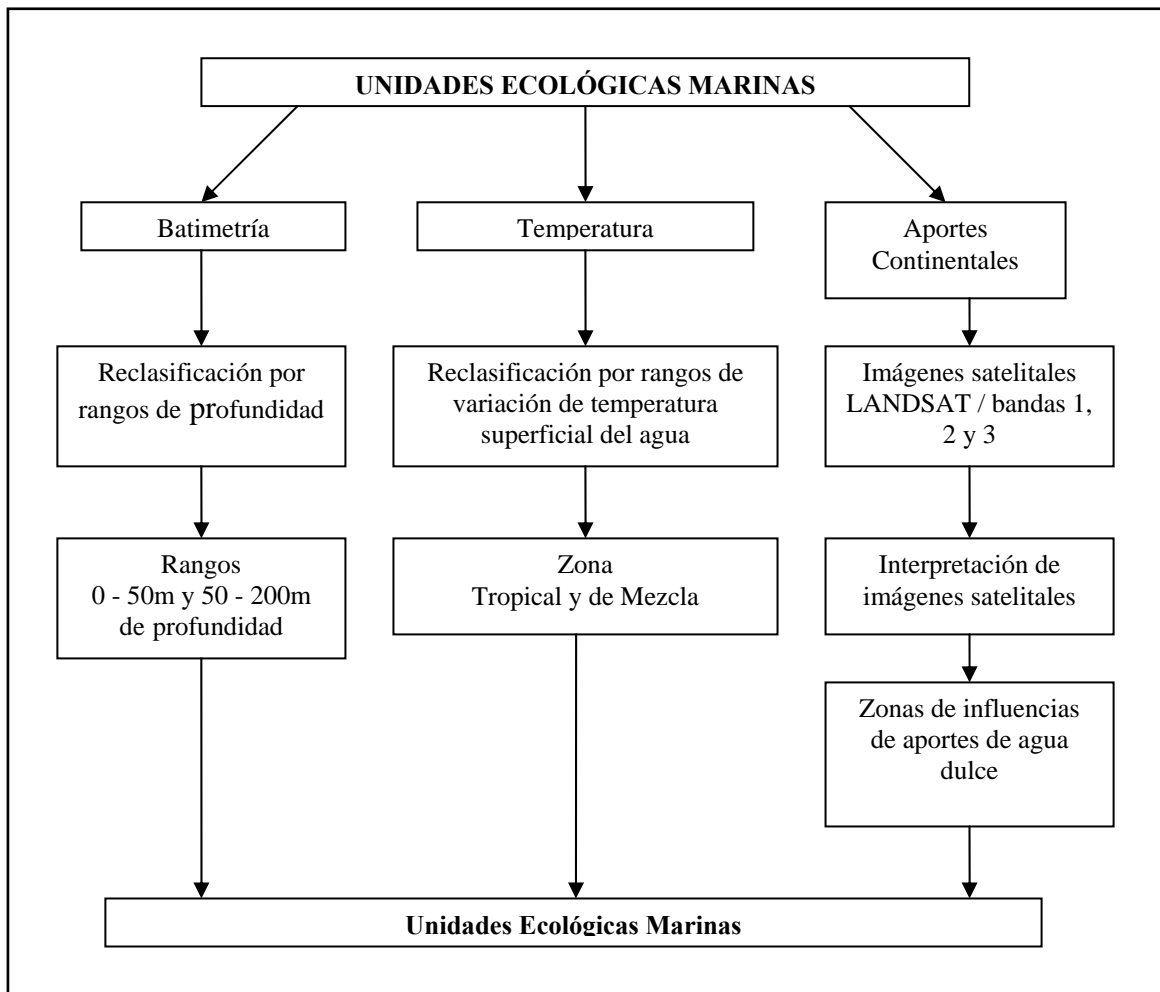
Uno de los factores ambientales utilizados en el modelamiento de UEM es la temperatura superficial del mar, esta información se obtuvo de imágenes satelitales de el *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA) para la costa Norte de Sudamérica. La información se encuentra clasificada por meses y años, y es fácilmente accesible por internet. Se consideró el análisis de datos de temperatura superficial de ambas épocas del año: la época cálida - lluviosa (enero a marzo) y la época fría - seca (julio a septiembre).

Otro factor importante en el análisis de las UEM es el relacionado con la batimetría. El mapa batimétrico se elaboró con base en las cartas náuticas del Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (INOCAR) a escala 1:100.000. La información batimétrica presenta mayor detalle de la zona nerítica (hasta los 200m) que comprende la plataforma continental y el límite occidental para el área en estudio. Esta zona tiene un gran interés biológico y ecológico debido a la presencia de una gran diversidad de hábitats marinos.

Los aportes fluviales (descarga de agua dulce, nutrientes y sedimentos) en los sistemas marinos tienen un gran efecto en la distribución de las comunidades marinas. En la costa ecuatoriana, descargan 72 de las 79 cuencas hidrográficas del país, con un aporte de alrededor de 110 billones de metros cúbicos por año de agua dulce a la vertiente del Pacífico, que representa el 28 % de los aportes del país (Galárraga-Sánchez 2000).

La sedimentación y la dispersión de los sedimentos se determinó utilizando imágenes satelitales (*Landsat 7, bandas 1, 2 y 3*) de diferentes épocas del año. De esta manera se pudo delimitar una zona influenciadas por la descarga de agua dulce (Figura 4 y 5).

**Figura 4.** Imagen satelital *Landsat* que evidencia el impacto de los sedimentos en suspensión que son aportados por el Río Esmeraldas y otros ríos pequeños de la bahía de Atacames



**Figura5.** Diagrama de flujo del proceso para la obtención de la Unidades Ecológicas marinas. En la figura se describen los pasos seguidos en el análisis (TNC *et al.* 2004)

### 3.2 Resultados

A nivel nacional, se identificaron seis UEM, aunque sus límites precisos pueden variar según los cambios oceanográficos estacionales y los eventos anormales como el fenómeno de *El Niño*. Este modelo podría estar sujeto a modificaciones, en función de la época del año y movimientos de las masas de agua por efecto del cambio de los vientos, afectando directamente sobre la distribución de temperatura superficial y salinidad en a la costa ecuatoriana (Mapa 1).

Considerando solamente la temperatura superficial del agua y su directa relación con la presencia y desplazamiento de masas de agua o corrientes marinas, pudimos identificar dos zonas principales: 1) la Zona Tropical, está ubicada en la parte Norte del país, se caracteriza por aguas cálidas con temperaturas de 25 a 27 °C en la época caliente y de 22 a 23 °C en la época fría, con alta salinidad y baja concentración de nutrientes. Esta zona

alcanza 1 grado Sur (cerca de Manta), pudiendo desplazarse más al Sur en la época de *El Niño*. Esta zona incluye la provincia de Esmeraldas y a la parte norte de la provincia de Manabí; y 2) la Zona Mixta, que resulta de la confluencia de aguas tropicales y subtropicales provenientes del hemisferio sur, formando un frente continental con aguas de mezclas. Esta zona puede fluctuar dependiendo de la estación, llega hasta los 3 ó 4 grados Sur y en ocasiones sube a más de 1 grado Sur. Esta zona está asociada a núcleos de productividad marina alta. Dentro de esta unidad ecológica se encuentra la zona centro y sur de la provincia de Manabí, y la zona costera de las provincias del Guayas y El Oro.

Con relación a la profundidad, la plataforma continental se dividió en dos secciones: 1) la plataforma interna (de 0 a 50m de profundidad), y 2) la plataforma externa (con profundidades entre 50 y 200m). La primera plataforma es muy interesante, ya que en esta se encuentra la mayor concentración de diversidad marina conocida.

Considerando la clasificación por la batimetría, las dos UEM se dividieron en cuatro siguiendo la línea batimétrica de los 50 m.

Adicionalmente a esto, al considerar la importancia de los aportes continentales se identificaron siete áreas principales, influenciadas por descargas de agua dulce y sedimentos fluviales: una en la UEM Mixta (El Guayas) y seis (Chone, Cojimíes, Muisne, Esmeraldas, Río Verde y San Lorenzo) en la UEM Tropical. Estas UEM fueron consideradas por sus características únicas con relación a los nutrientes y abrasiones de salinidad. En la mayoría de casos, estas áreas corresponden a importantes estuarios dentro del país. Los estuarios son ambientes muy importantes, ya que en estos sitios ocurre una transición o mezcla entre sistemas fluviales y marinos. Dentro de los estuarios, se produce la sedimentación de materiales marinos y continentales que forman substratos suaves de partículas finas (arena fina y limo). Estas áreas presentan pocas especies permanentes debido a la variación de condiciones físicas y químicas que crean un riguroso ambiente, en el cual relativamente pocas especies pueden persistir. A pesar de la baja biodiversidad, presentan una alta productividad debido a los nutrientes aportados desde el continente.

Bajo esta consideración adicional se obtuvieron seis Unidades Ecológicas Marinas: 1) UEM Tropical de 0 a 50 m de profundidad, 2) UEM Tropical de 50 a 200 m de profundidad, 3) UEM Tropical con influencia de agua dulce, 4) UEM Mixta de 0 a 50 m de profundidad, 5) UEM Mixta de 50 a 200 m de profundidad y 6) UEM Mixta con influencia de agua dulce.

## 4. OBJETOS DE CONSERVACIÓN

### 4.1 Sistemas

El Ecuador presenta gran variabilidad de sistemas en la zona intermareal y submareal, relacionados principalmente con la geomorfología de la costa y el fondo marino. Estos sistemas soportan una compleja interacción entre los ambientes marinos, de agua dulce y terrestre, y proporcionan hábitats para una gran diversidad de organismos marino – costeros que, principalmente dependen de las variaciones geomorfológicas para ser reclutamiento en un determinado hábitat.

Según Norse (1993), no existe un acuerdo universal para definir los sistemas marino-costeros. Mientras que la categorización de los ecosistemas terrestres se basa principalmente en los tipos de vegetación presente (lo que frecuentemente puede evaluarse a través de imágenes satelitales), en los sistemas marinos este factor es poco relevante, con la excepción de los sistemas de manglar y de pastizales marinos (*seagrass beds*). En los océanos, la “vegetación” consiste mayormente de algas planctónicas cuya distribución y composición varía temporal y espacialmente.

Una clasificación de sistemas marinos basada en los principales elementos faunísticos tampoco es conveniente para los sistemas submareales, a diferencia de los sistemas intermareales y terrestres, no son tan fáciles de acceder para una rápida y precisa caracterización de la biota.

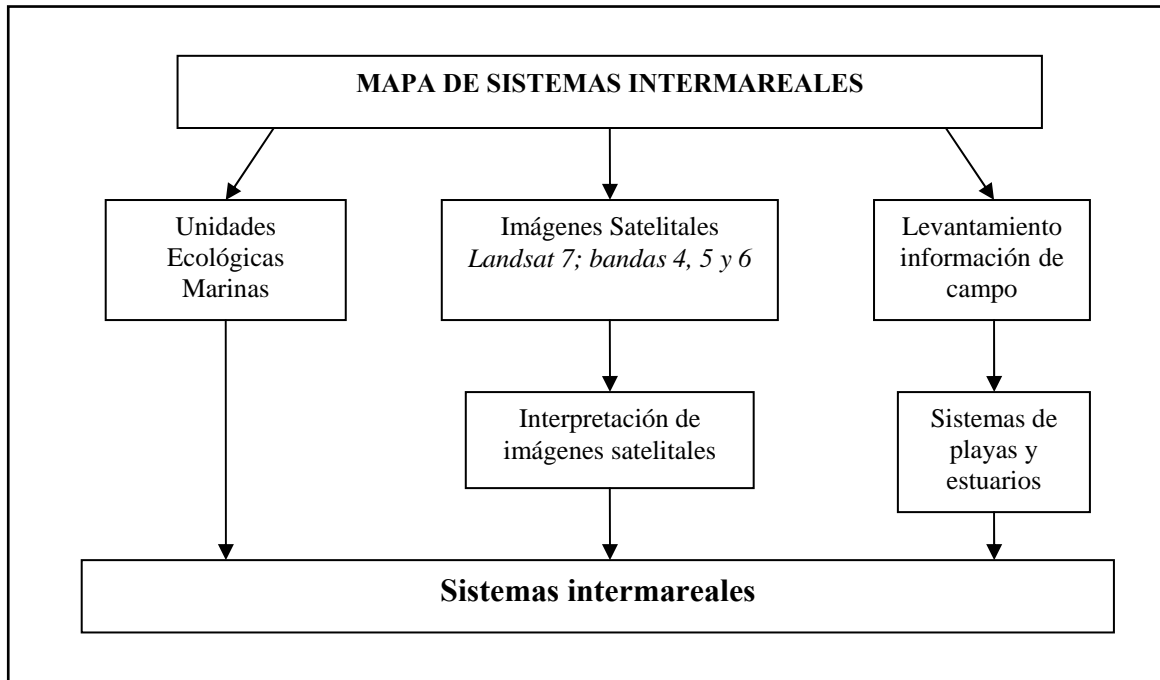
La clasificación de los ecosistemas marinos se complica por ya que los organismos marinos se distribuyen en tres dimensiones. Los sistemas varían verticalmente (dentro de la columna de agua) y horizontalmente (según las curvas batimétricas). La distribución de los organismos también depende de factores físico y químicos del agua (temperatura, salinidad, corrientes, etc.) y en relación a los substratos. Así, se puede pensar en sistemas superficiales, de media agua y bentónicas; se puede pensar en sistemas de aguas someras o profundas; se puede pensar en sistemas estuarinos, oceánicos, de zonas de afloramiento, o zonas oligotróficas; y se puede pensar en sistemas de fondos rocosos, arenosos, coralinos, o limosos.

### Metodología

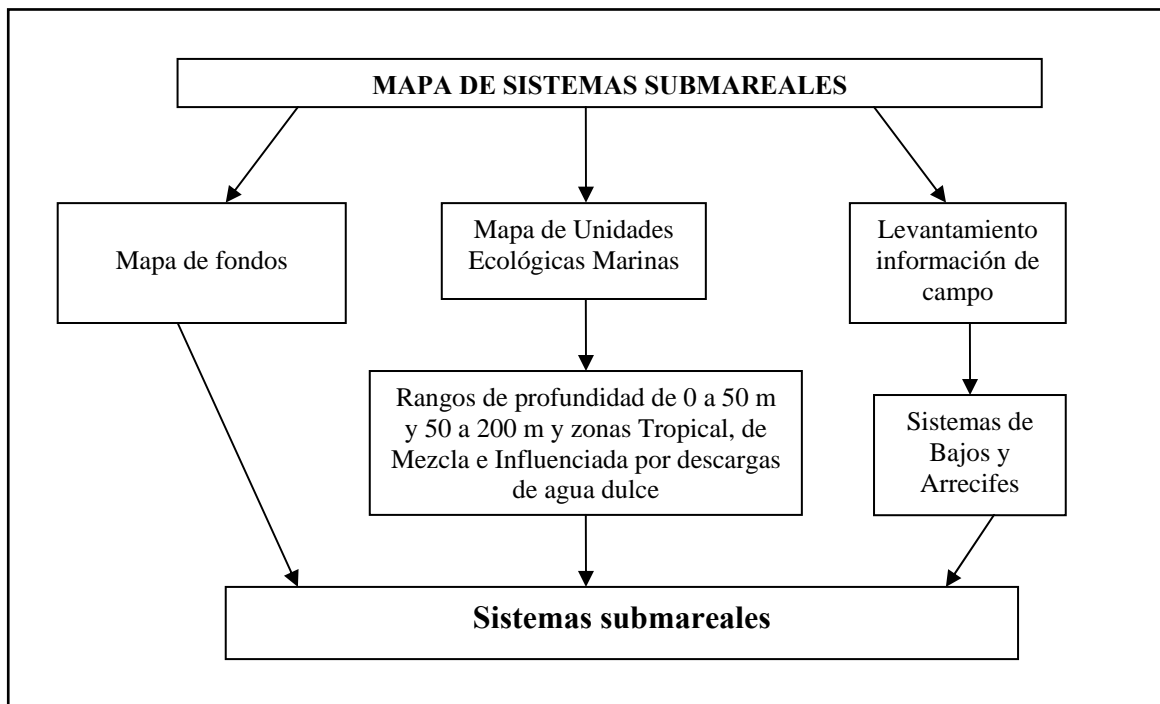
Para la identificación y clasificación de los sistemas intermareales y submareales se utilizó la información recopilada por la Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004), la cual fue completada para la zona norte del país a partir de los 0 grados. Para esta zona se consideró un levantamiento de información en el campo con recorridos peatonales en la zona intermareal y en la zona submareal con muestreos por medio de buceo autónomo (SCUBA).

En cada sitio, se realizó una descripción general de las características físicas que permiten identificar los sistemas marino – costeros. Adicionalmente a esto, se utilizó la

interpretación de imágenes satelitales *Landsat* para la zona intermareal y mapas de fondos marinos para la zona submareal (Figura 6 y 7).



**Figura 6.** Diagrama de flujo del proceso para la obtención de los Sistemas Intermareales. En la figura se describen los pasos seguidos en el análisis (TNC *et al.* 2004)



**Figura 7.** Diagrama de flujo del proceso para la obtención de los Sistemas Submareales. En la figura se describen los pasos seguidos en el análisis. (TNC *et al.* 2004)



#### **4.1.1 Sistemas intermareales**

La línea costera es poco estable a largo y corto plazo. La zona costera del país está sometida a cambios constantes debido a las actividades humanas y a fenómenos naturales como el movimiento de placas tectónicas, la sedimentación fluvial, y la erosión producida por el oleaje o provocada por la actividad de organismos especializados. Como resultado, los sistemas intermareales son dinámicos y están constantemente remodelados.

Todos los sistemas intermareales se caracterizan por una zonación biótica debido al movimiento cíclico de las mareas, la inclinación de la línea costera, y la exposición al oleaje. Puesto que el rango de variación vertical de la marea en el Ecuador es grande (aproximadamente 2 a 3 m), la zona intermareal alta está descubierta por períodos de tiempo mucho mayores que la zona intermareal baja, lo cual aumenta la exposición de los organismos de la zona alta a las condiciones de radiación solar, temperatura elevada, y desecación. Debido a la zonación de las especies y a la heterogeneidad del substrato, normalmente se pueden encontrar varias comunidades intermareales distintas dentro un área muy reducida.

En el estudio para la Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004), se realizó una identificación, clasificación y ubicación geográfica de sistemas intermareales de la Ecorregión (0° a 6° Sur). Para el presente estudio se utilizó como base la clasificación de sistemas ya definidos en el estudio antes mencionado, adicionando la información recopilada de la parte norte del país, bajo los mismos criterios de clasificación.

#### **4.1.2 Sistemas submareales**

De igual forma se realizó la identificación, clasificación y ubicación geográfica de sistemas submareales adicionando información recopilada de la zona norte del país bajo criterios ya utilizados en la Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004)

Para los sistemas submareales la clasificación se basó en la geomorfología de la zona (profundidad, inclinación y tamaño), en la composición, estructura, heterogeneidad y tamaño del substrato, y en la presencia y representatividad del substrato biogénico. La información de fondos marinos se obtuvo de datos provenientes del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR). Es importante señalar que esta información llega únicamente hasta el sector de Manta, razón por la cual la zona norte del país se encuentra desprovista de datos detallados en relación a estos parámetros. En esta zona se recopiló información secundaria de pescadores que tienen conocimiento sobre la ubicación de fondos de roca e información generada por estudios realizados por el Instituto NAZCA.

### **Resultados**

Para la zona marino - costera del Ecuador continental se han identificado 4 sistemas intermareales y 8 sistemas submareales principales; estos sistemas fueron subclasificados considerando su distribución dentro de cada UEM. Por esta razón, en este estudio se presentan 12 sistemas intermareales y 27 sistemas submareales (Mapa 2 y 3).

Los sistemas intermareales y submareales identificados en el área marino - costera del Ecuador continental se describen a continuación.

## **4.2. Sistemas Marino - Costeros**

### ***4.2.1 Sistemas intermareales***

En la zona intermareal, se definieron los sistemas con base en la geomorfología de la línea costera, y el tipo y composición del substrato presente. Bajo estas consideraciones, la costa de Ecuador presenta dos grandes sectores muy distintos: 1) los estuarios, que representan zonas de transición entre los sistemas de agua salada y agua dulce, y 2) las costas abiertas, que representan zonas de transición entre el ambiente marino y el ambiente terrestre. Tomando en cuenta todos los esteros y las islas e islotes de manglar, el sector estuarino representa cerca de 75% de la línea intermareal de la costa ecuatoriana (Mapa 2)

En general toda la zona costera del Ecuador está sometida a cambios frecuentes como resultado de actividades antrópicas asociadas a los sistemas presentes y a fenómenos naturales como movimientos de placas tectónicas y erosión por acción del oleaje o provocada por la actividad de organismos especializados. Como resultado de estas actividades, los sistemas intermareales son dinámicos y están constantemente cambiando.

#### **Estuarios**

Los estuarios se consideran como una transición entre los ecosistemas de agua dulce y aguas marinas. En el Ecuador, en condiciones naturales, los estuarios están dominados principalmente por sistemas de manglar. Las condiciones físicas y químicas (temperatura, turbidez, salinidad, oxígeno y nutrientes) varían sobre la longitud del estuario y la temporalmente según el ciclo anual de aportes fluviales y el régimen de corrientes marinas. Por esta razón, los organismos que viven en estuarios tienen que resistir bruscos cambios ambientales. En general, los estuarios se caracterizan por su alta productividad y relativamente baja diversidad (comparado, por ejemplo, con zonas rocosas o arrecifes).

Muchas especies de gran importancia comercial dependen de los estuarios para alguna fase de su vida, especialmente la reproducción y/o el crecimiento durante su etapa juvenil. Mathes & Kapetsky (1988) (en Ministerio de Ambiente/Ecociencia 2000), reportaron 299 especies de peces, 179 moluscos, y 40 crustáceos para los estuarios del Pacífico Centro - Oriental, de las cuales más que la mitad tienen alguna importancia comercial.

En el Ecuador, la UEM Mixta está dominada por el Estuario del Guayas que, para los propósitos de este estudio, incluye gran parte del Golfo de Guayaquil, Isla Puná, las Islas Jambelí, las islas e islotes de mangle cerca de Guayaquil y Churute, y numerosos esteros y ríos menores. Este estuario es el más grande en toda la costa occidental sudamericana y da su nombre a toda la ecorregión. Sería difícil exagerar la importancia del Guayas para la productividad pesquera nacional; a pesar de su importancia comercial, el Estuario del río Guayas está seriamente amenazado por contaminación industrial y doméstica, y por alteraciones físicas, especialmente la tala de mangles.

La UEM Tropical tiene cinco zonas estuarinas importantes, aunque ninguna alcanza la importancia del Guayas. Estas son: los estuarios del Río Chone, del Cojimíes, de Muisne, del Río Esmeraldas, y de San Lorenzo. El Estuario del Chone está seriamente degradado, se ha talado aproximadamente el 90 % del manglar, la alta tasa de sedimentación (resultado de deforestación río arriba) ha dejado al estuario casi no navegable, y el agua está contaminada con desechos agrícolas y domésticos. Los estuarios de Cojimíes, Muisne y Esmeraldas también han perdido gran parte de su cobertura de mangle. El Estuario de San Lorenzo se encuentra menos impactado y todavía mantiene una buena cobertura de mangle.

En los estuarios se puede identificar tres principales sistemas intermareales:

### ***Manglar***

El manglar es un bosque intermareal de baja diversidad arbórea que se encuentra en la zona de transición entre las condiciones marinas y terrestres. Los mangles forman una barrera en la zona alta de las playas de lodo y, a veces, de las playas de arena o de gravas o roca. Los manglares controlan la erosión del substrato, estabilizando los sedimentos acumulados entre sus raíces. Los mangles crecen rápidamente y son altamente productivos; sus hojas forman la base una red alimenticia compleja. Son capaces de capturar y utilizar grandes cantidades de nutrientes, limpiando así las aguas fluviales contaminadas y eutróficas que entran los estuarios.

Los manglares proporcionan un hábitat permanente para algunas especies (por ejemplo, la concha prieta) y un hábitat temporal para las larvas y juveniles de muchas otras especies de invertebrados y peces marinos. Además, los manglares son sitios de reproducción, alimentación y descanso para aves migratorias y no migratorias, y para algunos reptiles y mamíferos terrestres.

Existen manglares en todos los estuarios del Ecuador y, también, parches pequeños de manglar en las desembocaduras de algunos ríos menores (por ejemplo, el Río Jama en Manabí). Durante los últimos 35 años, la tala del manglar en el Ecuador ha sido devastadora; el país ha perdido alrededor de 50 % del área original del manglar. La mayoría de esta destrucción se debe a la construcción de piscinas camaroneras, pero también se ha perdido manglar por la expansión urbana y agrícola. El impacto ha sido especialmente grave en los manglares del Chone, Muisne y Cojimíes. Los mayores bloques de manglar intacto ahora se encuentran en el Estuario del Guayas y el Estuario de San Lorenzo (Esmeraldas). En este último, existe todavía un remanente de los mangles más altos del mundo en el sitio denominado El Majagual.

Los pescadores artesanales explotan una diversidad de especies del manglar incluyendo peces, concha prieta, ostiones y cangrejos (Foto 1).

**Foto 1.** Sistema de manglares de la zona estuarina en la Provincia de El Oro, sector Jambelí. La especie de mangle más representativo en el borde externo de la línea de manglar es *Rhizophora mangle*.

### ***Playas de limo***

Las playas de lodo son formaciones de sedimentos suaves (limo mezclado con arena fina) de poca inclinación, sujetos a cambios constantes por la continua acumulación y remoción de sedimentos. Tienen un ancho de franja que varía desde unos pocos metros hasta más de 250 m (Foto 2). Estas playas frecuentemente se desarrollan en los bordes de los manglares en lugares de poco oleaje.

En estos sistemas lodosos, los organismos residentes están adaptados a los cambios considerables de temperatura y salinidad, y a las condiciones anóxicas del substrato. En general, la biomasa y la diversidad biológica de las playas de lodo alcanzan mayores niveles que en las playas de arena. Esto se debe a la mayor estabilidad de los sedimentos finos, el oleaje reducido, y el aporte de nutrientes terrestres. Las playas de lodo son importantes sitios de recolección artesanal; son frecuentemente visitadas por pescadores durante la baja marea, principalmente para la extracción de moluscos (especialmente la pata de mula, *Anadara grandis*).

Existen playas de lodo en todos los estuarios del país, pero alcanzan su mejor desarrollo en el Golfo de Guayaquil cerca de Machala, alrededor de la Isla Puná (Foto 2), y en las islas de mangle de Churute.



**Foto 2.** Sistema de playa de limo, Isla Puná. Este sistema se encuentra en las zonas estuarinas y representa un hábitat importante para especies objeto de pesca artesanal como *Anadara grandis*.

### ***Playas de arena***

Las playas de arena dentro de los estuarios son similares a las playas de arena de la costa abierta, pero son físicamente más estables al estar conformadas por sedimentos más finos. La mejor estabilidad del sustrato permite una mayor diversidad de organismos meiobentónicos en la zona intermareal. Estas playas son también menos inclinadas y más amplias por la menor exposición al oleaje. La playa de San Vicente (Manabí) es un buen ejemplo de esta clase de playa. Donde no existe mucha interferencia humana, estas playas son importantes sitios de alimentación para aves playeras y marinas.

### **Costas abiertas**

Las playas son tramos de la línea costera donde se acumulan fragmentos de piedra que se mueven constantemente con la acción del oleaje. Los fragmentos van desde limo y arena fina hasta piedras grandes (> 25 cm) y plataformas de laja. Los materiales finos están depositados en los sectores poco expuestos al oleaje (baja energía) y los fragmentos más gruesos principalmente ocupan lugares con mayor exposición al oleaje (alta energía).

La línea costera del Ecuador, se caracteriza por una serie de playas arenosas aisladas en su mayoría por acantilados, puntas rocosas y playas de roca. El perfil costero continental es joven; los acantilados de material resistente todavía no han sido totalmente erosionados por el mar y muchas de las playas de arena son poco profundas. La roca base a veces está expuesta cuando las olas remueven los sedimentos de la playa. Las playas rocosas ocurren principalmente en la base de los acantilados los cuales, generalmente están formados por rocas sedimentarias no muy duras que en muchos casos se han desprendido de los acantilados.

Al norte del Golfo de Guayaquil, la línea costera del Ecuador se caracteriza por una serie de playas arenosas aisladas en su mayoría por acantilados, puntas rocosas y playas de roca. El perfil costero continental es joven; los acantilados de material resistente todavía no han sido totalmente erosionados por el mar y muchas de las playas de arena son poco profundas; la roca base a veces está expuesta cuando las olas remueven los sedimentos de la playa. Las playas rocosas ocurren principalmente en la base de los acantilados, formadas de rocas sedimentarias no muy duras que en muchos casos se han desprendido de los acantilados. La fuerza del oleaje está enfocada en las puntas rocosas lo que aumenta la erosión en estas zonas. En el Sur de Manabí (entre La Entrada y Puerto Cayo), al oeste de Manta (entre San Lorenzo y San Mateo), en Cabo Pasado y en Punta Galera las playas arenosas son relativamente cortas. En el resto de la costa, las playas son más largas y abiertas.

A lo largo de la costa, el oleaje normalmente viene desde el Suroeste. Por esta razón, las playas orientadas hacia el norte o noreste son las más protegidas, mientras que las playas orientadas al oeste o suroeste reciben toda la fuerza del oleaje. Los efectos de la exposición al oleaje son evidentes dentro de cualquier tramo corto de playa. En la situación típica de la costa ecuatoriana, una playa arenosa, orientada más o menos al oeste, está limitada en al norte y al sur por puntas rocosas. En esta situación, la arena es más fina y la playa más plana en el extremo sur donde se encuentra protegida por la punta, y la arena es más gruesa y la playa más inclinada, hacia el Norte. Grandes bloques de piedra dura forman el lado sur de las puntas, y piedras más pequeñas (rodadas) se acumulan atrás de éstos en el lado norte de las puntas.

En general, las playas semiprotegidas (orientadas más o menos al Norte) tienen mayor diversidad porque presentan protegidos del oleaje violento. Pero estas mismas bahías también ofrecen mayor protección para la población humana y sus lanchas y, entonces, son zonas con alto impacto antrópico. En la costa ecuatoriana, las playas entre Salinas y La Libertad (Guayas) y entre San Mateo y Jaramijó (Manabí) son buenos ejemplos del impacto de asentamientos humanos; ambas zonas fueron, en tiempos pasados, centros de biodiversidad intermareal.

### ***Playas de arena***

Las playas de arena en la costa abierta presentan un substrato inestable debido al movimiento constante de las partículas por la fuerza del oleaje. La composición del substrato varía desde arena fina hasta gruesa y, en algunos casos, con una capa de grava o piedras redondas encima. Las playas formadas de partículas más gruesas son menos estables. (Foto 3).



**Foto 3.** Sistema de Playa de arena en la Provincia de Esmeraldas, Tongorachí

La inestabilidad del substrato y la fuerza del oleaje limitan la diversidad de organismos meiobentónicos porque éstos son desalojados constantemente por la remoción del sedimento. Los organismos típicos de la zona baja de las playas abiertas son especializadas para enterrarse rápidamente después de ser desalojados (por ejemplo, las coquinas, *Donax* spp., y los michugos, *Ermita* sp.). Las comunidades de fondo blando están mejor desarrolladas en las zonas submareales adyacentes a la playa donde los organismos bentónicos no son desalojados tan frecuentemente.

La zona de rompiente mantiene una importante comunidad de organismos planctónicos (especialmente larvas de diversos grupos animales) que se alimentan de los materiales mantenidos en suspensión por la energía de las olas. Muchas especies dependen de esta zona durante sus etapas juveniles y algunos peces depredadores frecuentan las playas para alimentarse de los organismos pequeños concentrados en la zona de rompiente. Previamente, la pesca de larvas de camarón se realizó en esta zona, lo cual tuvo impactos negativos en muchas especies capturadas incidentalmente.

A veces, la zona alta de las playas de arena está definida por la formación de una duna baja con una vegetación muy característica pero, en general, las dunas no están bien desarrolladas en las playas ecuatorianas. La zona alta tiene una fauna reducida, principalmente especies detritívoras que viven entre los troncos y otros materiales depositados en la línea de la marea alta (por ejemplo, cangrejos fantasmas y caracoles pequeños de la familia Melampidae). La zona alta de algunas playas es importante como el sitio de anidación de tortugas marinas.

La actividad turística en la costa se concentra en las playas de arena y algunas de ellas reciben turistas en forma masiva durante ciertas épocas del año. La integridad de estas playas se encuentra amenazada no solo por el impacto directo de los turistas (contaminación, ruido, destrucción de hábitats). La construcción de malecones, rompeolas, y muros de contención modifica el movimiento natural de los sedimentos a lo largo de la playa y, en muchos casos, las construcciones de infraestructura turística destruyen la zona intermareal alta. La instalación de alumbrado público interfiere con la anidación de tortugas y el tráfico vehicular sobre la playa durante la marea baja interfiere con el periodo de alimentación de muchas especies, incluyendo las aves playeras migratorias.

### ***Playas de roca***

Las playas de roca son topográficamente diversas respecto a la composición, forma y tamaño de los materiales líticos. Estas playas están generalmente formadas en la base de los acantilados y pueden incluir plataformas planas, lajas, bloques grandes y piedras sueltas de diversos tamaños. Las playas de roca presentan una mayor biodiversidad de plantas y animales en comparación a las playas de arena y lodo porque ofrecen una mayor cantidad de refugios, bajo, entre, y dentro de las rocas (Foto 4).

**Foto 4.** Sistemas de roca en la provincia de Esmeraldas, Tongorachí y provincia de Manabí, Machalilla

En la costa ecuatoriana, prevalecen rocas sedimentarias no muy viejas ni muy duras. Algunos de estos materiales líticos favorecen a los organismos perforadores, especialmente algunos moluscos bivalvos de las familias Mytilidae y Pholadidae los cuales modifican el sustrato, creando espacios para otras especies que necesitan un microhábitat protegido. Donde la piedra ha sido perforada por estos animales, la diversidad biológica generalmente es alta. La diversidad de composición de los estratos sedimentarios y la variable exposición al oleaje puede producir un mosaico de hábitats distintos dentro de un área reducida. Los lugares semiprotectidos y protegidos del oleaje, con piedras grandes (25 a 75 cm) presentan una mayor diversidad de organismos móviles.

Existen algunos tramos cortos de rocas metamórficas más antiguas y duras, principalmente al sur de Pedernales, en la zona del Parque Nacional Machalilla (entre Salango y Puerto López, y entre Machalilla y Puerto Cayo), y cerca de La Rinconada, Guayas. Estos materiales resisten la perforación de los foliados y mitílidos (al igual que las lajas formadas de conglomerados de arenisca con piedritas) y son relativamente menos diversos.

Las playas rocosas son visitadas durante la marea baja por pobladores locales que frecuentan esta zona para la extracción de algunos invertebrados marinos para el autoconsumo y para la venta; las especies más explotadas son: pulpos, ostiones, percebes, algunos churos, y cangrejos.

#### ***4.2.2 Sistemas submareales***

Los sistemas submareales se basan en la geomorfología de la zona (profundidad, inclinación y tamaño), en la composición, estructura, heterogeneidad y tamaño del sustrato, y en la presencia y representatividad del sustrato biogénico. Existen sistemas que no fueron visitados ni registrados por encontrarse a profundidades superiores a las que se pueden alcanzar por medio del buceo autónomo (SCUBA) y por ser de fondos blandos, y que necesitan otro tipo de metodología más específica y costosa.

Entre los sistemas no visitados podemos mencionar la mayoría de bajos de arena, fondos de diferentes tipos de sustratos blandos, talud continental, cañones submarinos y fosas oceánicas. Como se mencionó anteriormente la información de fondos para la zona norte del país es incipiente, razón por la cual existe un gran porcentaje de fondo blando que no



ha podido ser clasificado a mayor detalle. Adicionalmente es importante mencionar la existencia de una fosa encañonada oceánica en la desembocadura del Río Esmeraldas. Esta fosa de más de 1.000 m de profundidad, que funciona como un gran embudo para la descarga del Río Esmeraldas. La fosa parece ser una depresión geológica causada a través de miles de años por sucesivos movimientos sísmicos. Este lugar se encuentra a menos de 2 km de la costa y nunca ha sido estudiada por la comunidad científica.

Para un mejor entendimiento se agruparon los sistemas en dos grandes grupos y cada grupo en tres subdivisiones (Mapa 3).

### **Fondos**

Los fondos son superficies de pendiente continua, cercana a la línea de costa continental o adyacente a islas o islotes continentales. Los fondos pueden estar formados por sedimentos no clásticos (como substratos biogénicos calcáreos o silíceos) como en el caso de arrecifes de coral, o de materiales clásticos es decir detrítico, formado por arena, limo, arcilla o fragmentos de rocas y grava. Adicionalmente, existen fondos que pueden estar formados por una combinación de estos materiales como de arena - limo.

#### ***Fondo Blando***

Los fondos blandos pueden estar constituidos básicamente por tres componentes o por la combinación de ellos: arena, limo y arcilla. Su fauna se compone principalmente de organismos filtradores y detritívoros, como moluscos y anélidos, además de algunas especies de peces asociados a fondos blandos como corvinas y rayas.

En la zona submareal del Ecuador, existe una predominancia de fondos blandos estos han sido muy poco estudiados y su importancia biológica ha sido en muchos casos subestimada. Históricamente se conoce la importancia biológica de los fondos blandos de la Bahía de Santa Elena y Manta; lastimosamente estas zonas tiene una alta concentración de contaminantes y su diversidad biológica ha decrecido notablemente. De los muestreos de conchilla en la zona intermareal se conoce que el área de fondos blandos con mayor diversidad biológica se encuentra alrededor de Canoa, provincia de Manabí. En esa misma provincia, también se puede mencionar a la bahía de Puerto López; en la provincia del Guayas, al sector de Playas; y en el Oro la zona externa de la Isla Jambelí.

#### ***Fondo de roca***

Está formado por sedimentos clásticos o no clásticos sobre los cuales se distribuyen agregaciones de piedras de distintos tamaños, con alta rugosidad, sumergidas cerca de la superficie. Los fondos de roca albergan a una gran diversidad de organismos entre los que predominan animales sésiles como gorgóneas, esponjas, briozoos, anémonas, etc; además de macroinvertebrados como erizos, estrellas de mar, cangrejos, gasterópodos y bivalvos. Los peces son el grupo más conspicuo en este tipo de sistemas con muchas especies llamativas características de zonas tropicales y también especies importantes para las pesquerías.

Los fondos rocosos submareales generalmente corresponden a una extensión de costas o puntas rocosas. En la costa ecuatoriana se encuentran importantes sistemas de fondos de roca, en la zona norte provincia de Esmeraldas, Cantón Atacames; el área comprendida entre Punta Galera y Cabo San Francisco. En la provincia de Manabí, puntualmente en el Parque Nacional Machalilla, se encuentran los fondos de roca más prominentes de la zona litoral ecuatoriana, estas áreas incluyen islas e islotes como la Isla de La Plata, Islote La Viudita, Isla Salango, El Islote, Los Ahorcados entre otros. Más al sur del país en la provincia del Guayas podemos mencionar los fondos rocosos de Montañita, el islote El Pelado frente a la población de Valdivia, los fondos rocosos que se encuentran entre Ballenita y la Península de Santa Elena y en la zona más al sur del país, provincia de El Oro, la Isla Santa Clara con extensos fondos rocosos que se extienden aproximadamente a 1,2 millas de las isla.

Los fondos rocosos constituyen un sistema muy importante para las pesquerías locales sobretodo para los buzos de arpón de la provincia de Esmeraldas y Manabí. Algunos de los recursos más explotados son los peces *Lutjanus* spp, *Seriola rivoliana*, *Ephinephelus itajara*, entre otros. También invertebrados como el pulpo *Octopus* sp, la langosta *Panulirus gracilis*, el spodylus *Spondylus calcifer* y el pepino de mar *Stichopus fuscus*. Algunas especies también son explotadas con fines ornamentales y para acuarios como el pez mariposa *Johnrandallia nigrirostris*, el ídolo moro *Zanclus cornutus* el coral ramificado *Pocillopora* spp. y el coral negro *Antipathes* spp. entre otros.

### ***Fondo de arrecife de coral***

Los arrecifes de coral son estructuras macizas presentes en zonas tropicales, originadas por la acumulación de material calcáreo producido por organismos secretores de carbonatos como corales del orden Madreporaria (hermatípicos o formadores de arrecifes), algas coralinas rojas, foraminíferos, hidrozoos, briozoos y moluscos (Longhurst & Pauly 1987, Smith 1992, Nybakken 1997 y Bertness *et al.* 2000). Además, están presentes gran cantidad de especies de peces, algunos con características específicas para este tipo de hábitat y otros muy similares a los que habitan sistemas rocosos.

Los sistemas de fondos de arrecife representan el menor porcentaje de sistemas submareales en el Ecuador. Los arrecifes de coral se encuentran distribuidos únicamente en el Parque Nacional Machalilla, provincia de Manabí. Los arrecifes más importantes más se encuentran en la Isla de La Plata con colonias de corales macizos de grandes dimensiones y en buen estado. También existen pequeños arrecife de coral en la Isla de Salango y en La Playita. Según información disponible estos arrecifes de coral representan el límite Sur de la distribución de arrecifes de coral en el Pacífico Tropical (Foto 5).

**Foto 5.** Sistema Fondo de Arrecife de Coral (*Pavona* sp.), Provincia de Manabí, sector La Playita e Isla de La Plata.

En el Ecuador los arrecifes de coral están amenazados principalmente por la pesca de arrastre, y también al anclaje mal manejado de barcos pesqueros y turísticos. Esto ha podido observarse con mayor intensidad en el islote Salango y en Punta Palo Santo, Isla de La Plata, ambas zonas dentro del Parque Nacional Machalilla. También los arrecifes de coral son vulnerables a condiciones oceanográficas anómalas producidas por el fenómeno *El Niño*, el cual trae consigo masas de agua de alta temperatura, baja salinidad y alta concentración de sedimentos, estos factores inducen a los corales a expulsar su alga endosimbiótica, provocándoles el blanqueamiento y a su vez la muerte. El Niño de 1982 - 1983 produjo una mortalidad del 97 % de los arrecifes de coral de en las Islas Galápagos.

### ***Fondo de arena con rocas emergentes***

Este fondo es de pendiente continua dominado por sedimentos clásticos principalmente arena, limo y arcilla, sobre el cual se encuentran rocas (0,5 a 2m de alto) dispersas. En este tipo de sistemas existe una fauna mixta, con especies representativas tanto de fondos blandos como de fondos rocosos.

En el litoral ecuatoriano existen varias áreas con sistema de arena con rocas emergentes. Una zona muy interesante es la que se encuentra al noroeste de Atacames, donde la plataforma continental se extiende en una gran zona de arena con varias rocas, algunas de gran extensión, que emergen del fondo (Foto 6).

Más al sur, se conocen importantes sistemas de arena con rocas en la zona de Pedernales, Cabo Pasado y Jama, esta zona ha sido considerada muy importante por pescadores de arpón provenientes de Esmeraldas, pese a su importancia no se conoce con exactitud su posición geográfica ni su diversidad biológica. Otras zonas interesantes de fondos de arena con rocas emergentes se encuentran en el Parque Nacional Machallilla y también al sur de Manabí entre San Mateo y San Lorenzo. En la provincia del Guayas podemos mencionar la zona de Anconcito y Chanduy.

**Foto 6.** Sistema Fondo de arena con rocas emergentes, Provincia de Esmeraldas, sector Bajo Seco

Los fondos de arena con rocas emergente, al igual que los fondos de roca rocosos, han sido consideradas áreas muy importante tanto para el sector pesquero, turístico y científico. Los recursos que se extraen de este tipo de sistemas son muy similares a los que se obtiene de fondos rocosos, adicionando especies asociadas también a fondos blandos. Cerca de Atacames, Provincia de Esmeraldas, se han observado grandes bancos de spondylus (*Spondylus princeps*) muy cotizado actualmente en la orfebrería tanto nacional como internacional.

## **Bajos**

Se considera un bajo como una elevación del fondo marino rodeado por una llanura continua más profunda. Los bajos representan un obstáculo para las corrientes marinas profundas. Generalmente, los bajos están asociados a zonas de afloramientos de aguas frías cargadas de nutrientes. Por lo que son lugares muy visitados por pescadores y buzos.

### ***Bajo de roca***

Este levantamiento del fondo marino está cubierto por agregaciones de piedras de distintos tamaños y alta rugosidad, sumergidas cerca de la superficie. También existen formaciones de roca a manera de mesetas llanas constituidas principalmente por laja. Las lajas generalmente están formadas por un substrato sólido de roca o por la acumulación de sedimentos consolidados con pequeñas irregularidades, donde pueden encontrar refugio algunos organismos pequeños. La diferencia básica entre un bajo y un fondo rocoso está dada por las condiciones oceanográficas que le influye pero su fauna es muy similar entre ellos.

En el Ecuador los principales bajos de roca se encuentran en la provincia del Guayas, en la zona conocida como los Bajos de Copé. Esta zona es considerada de gran importancia para las pesquerías locales (Foto 7)

**Foto 7.** Sistema de Bajo de Roca, Provincia de Guayas, sector conocido como El Copé Bajo

### ***Bajo de arena***

Es el levantamiento del fondo cubierto por un substrato clástico arenoso continuo. Las comunidades arenosas, a simple vista no son tan diversas como las rocosas. Mucha de la fauna que vive en este tipo de sistema está bajo y entre la arena. Algunos organismos pueden ser de tamaño grande, mediano o pequeño, pero otros viven entre los gránulos de arena, algunos son muy pequeños para verlos a simple vista, la fauna de este tipo de sistemas es la misma que la de fondos blandos

Los bajos de arena más importantes en la zona submareal ecuatoriana, están distribuidos en la provincia de Manabí y se conoce como los Bajos de Cantagallo, esta zona además de tener bajos de arena también tiene áreas con rocas que albergan gran cantidad de especies importantes en las pesca de pobladores locales (Foto 8).

**Foto 8.** Sistema de Bajo de Arena, Provincia de Manabí, sector conocido como los Bajos de Cantagallo.

### ***4.2.3 Distribución nacional de los sistemas marino - costeros***

Los sistemas identificados como Playa de arena y Fondo de arena - limo son los más abundantes en el país, mientras que los sistemas de Playa de roca y los Fondos de arrecife de coral son los menos abundantes.

El Sistema de Manglar está distribuido con el 84,4 % de su área total en la UEM Mixta y con un área más reducida en la UEM Tropical. Los Arrecifes de Coral se distribuyen en su totalidad en la UEM Mixta de 0 a 50 m con una representación aproximada de 17 ha.

La UEM Mixta contiene la mayor representatividad de sistemas con relación al área total de cada sistema en el país, tanto en la zona intermareal como en la zona submareal.

En la UEM Tropical, alrededor del 90 % de su área corresponde al sistema de Fondo de arena - limo, llamados también fondos blandos. Generalmente, estos sistemas son característicos de zonas con altos aportes continentales.

La falta de información detallada sobre los fondos de la UEM Tropical podría estar relacionada con una sobre representación de los fondos blandos en esta UEM. (Tabla 1 y 2).

**Tabla 1 y 2.** Área total y área referente a cada UEM, de los sistemas intermareales y submareales del Ecuador marino-costero continental, (los datos presentados en esta tabla son referenciales para este estudio con base en la información recopilada.).

| <b>Sistemas Intermareales</b> |                |                         |                      |                   |
|-------------------------------|----------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| <b>ZONA</b>                   | <b>SISTEMA</b> | <b>LONGITUD<br/>(m)</b> | <b>AREA<br/>(ha)</b> | <b>PORCENTAJE</b> |
| Área de Estudio               | Total          | 4.403.168               | 319.533              | -                 |

|              |                |           |         |      |
|--------------|----------------|-----------|---------|------|
|              | Playa de arena | 703.181   | -       | 16   |
|              | Playa de roca  | 203.186   | -       | 4,6  |
|              | Playa de limo  | 688.623   | -       | 15,6 |
|              | Manglar        | 2.808.178 | -       | 63,8 |
|              | Manglar        | -         | 144.441 | 45,2 |
|              | Camaronera     | -         | 175.092 | 54,8 |
| UEM Tropical | Total          | 1.151.516 | 52.94   | -    |
|              | Playa de arena | 373.901   | -       | 32,5 |
|              | Playa de roca  | 105.078   | -       | 9,1  |
|              | Playa de limo  | 61.940    | -       | 5,4  |
|              | Manglar        | 610.597   | -       | 53,0 |
|              | Manglar        | -         | 22.421  | 42,4 |
|              | Camaronera     | -         | 30.519  | 57,6 |
| UEM Mixta    | Total          | 3.251.652 | 266.593 | -    |
|              | Playa de arena | 329.280   | -       | 10,1 |
|              | Playa de roca  | 98.108    | -       | 3,0  |
|              | Playa de limo  | 626.683   | -       | 19,3 |
|              | Manglar        | 2.197.582 | -       | 67,6 |
|              | Manglar        | -         | 122.020 | 45,8 |
|              | Camaronera     | -         | 144.573 | 54,2 |

**Nota.** En esta tabla se incluyen las áreas de las camaroneras debido a que son zonas intervenidas pero forman parte del ecosistema de manglar.

### Sistemas Submareales

| ZONA            | SISTEMA                              | AREA (ha) | PORCENTAJE |
|-----------------|--------------------------------------|-----------|------------|
| Área de Estudio | Total                                | 2.850.873 | -          |
|                 | Bajo rocoso, 0 a 50 m                | 8.646     | 0,3        |
|                 | Fondo de arena - limo, 0 a 50 m      | 557.820   | 19,6       |
|                 | Fondo de arena - limo, 50 a 200 m    | 838.912   | 29,4       |
|                 | Fondo de arena - roca, 0 a 50 m      | 50.574    | 1,8        |
|                 | Fondo de arena - roca, 50 a 200 m    | 22        | <0,1       |
|                 | Fondo de arena, 0 a 50 m             | 498.452   | 17,5       |
|                 | Fondo de arena, 50 a 200 m           | 388.158   | 13,6       |
|                 | Fondo de arrecife de coral, 0 a 50 m | 17        | <0,1       |
|                 | Fondo de grava, 0 a 50 m             | 5.823     | 0,2        |
|                 | Fondo de limo, 0 a 50                | 321.874   | 11,3       |
|                 | Fondo de limo, 50 a 200 m            | 171.413   | 6,0        |
|                 | Fondo de roca, 0 a 50 m              | 8.419     | 0,3        |
|                 | Fondo de roca, 50 a 200 m            | 743       | <0,1       |
| UEM Tropical    | Total                                | 1.195.164 | -          |
|                 | Fondo de arena - limo, 0 a 50 m      | 393.560   | 32,9       |
|                 | Fondo de arena - limo, 50 a 200 m    | 686.524   | 57,4       |
|                 | Fondo de arena - roca, 0 a 50 m      | 29.745    | 2,5        |
|                 | Fondo de arena, 0 a 50 m             | 58.051    | 4,9        |
|                 | Fondo de limo, 0 a 50 m              | 21.716    | 1,8        |
|                 | Fondo de roca, 0 a 50 m              | 5.568     | 0,5        |
| UEM Mixta       | Total                                | 1.655.709 | -          |
|                 | Bajo rocoso, 0 a 50 m                | 8.646     | 0,5        |
|                 | Fondo de arena - limo, 0 a 50 m      | 164.260   | 9,9        |
|                 | Fondo de arena - limo, 50 a 200 m    | 152.389   | 9,2        |
|                 | Fondo de arena - roca, 0 a 50 m      | 20.829    | 1,3        |
|                 | Fondo de arena - roca, 50 a 200 m    | 22        | <0,1       |
|                 | Fondo de arena, 0 a 50 m             | 440.401   | 26,6       |
|                 | Fondo de arena, 50 a 200 m           | 388.158   | 23,4       |
|                 | Fondo de arrecife de coral, 0 a 50 m | 17        | <0,1       |
|                 | Fondo de grava, 0 a 50 m             | 5.823     | 0,4        |
|                 | Fondo de limo, 0 a 50 m              | 300.158   | 18,1       |
|                 | Fondo de limo, 50 a 200 m            | 171.413   | 10,4       |
|                 | Fondo de roca, 0 a 50 m              | 2.851     | 0,2        |
|                 | Fondo de roca, 50 a 200 m            | 743       | <0,1       |



### 4.3 Comunidades

La costa del Ecuador presenta una alta diversidad de comunidades localizadas en áreas reducidas. La singularidad de los substratos, la variable exposición al oleaje y la pendiente de las playas permiten observar agregación de comunidades que caracterizan cada sistema si se realiza un análisis detallado y a pequeña escala. Por ejemplo, el conjunto de especies típicas de la zona alta del intermareal rocoso es muy distinto del conjunto de especies que se encuentran en la zona intermareal baja, pero estas comunidades se encuentran separadas por uno pocos metros. De la misma manera, los organismos que habitan lajas de piedra conglomerada son distintos de los organismos en piedras perforadas por bivalvos perforadores, pero las dos clases de piedra a veces se encuentran en estratos adyacentes.

En la zona submareal, ocurre algo similar en cuanto a la alta diversidad de comunidades en zonas reducidas por influencia de variables físicas como temperatura, substrato y profundidad.

El detalle exigido para la caracterización de comunidades marinas no se ajusta al escala cartográfica adoptada para este estudio. Por esta razón, las comunidades no son consideradas como objetos de conservación en este análisis, a excepción de 3 comunidades especiales las cuales se integran al concepto tradicional de una comunidad ecológica (Mapa 4).

Estas comunidades se consideran dentro del análisis por agrupar especies importantes, que se encuentran presentes en varios hábitats. Cada comunidad se considera como un gremio o conjunto de especies de similares características o nivel de parentesco. Estas comunidades especiales fueron seleccionadas como objeto de conservación dentro del proyecto Evaluación Ecorregional del Pacífico Ecuatorial (TNC *et al.* 2004) ya que engloban especies importantes o en su conjunto representan áreas que no necesariamente han sido identificadas como sistemas. Cada una de ellas es de especial importancia y por ello requieren un trato especial dentro de la valoración de áreas prioritarias. Estas comunidades se clasifican de la siguiente forma:

#### **Colonias de anidación de aves marinas**

Son lugares en los cuales existe gran concentración de aves marinas, entre ellas principalmente pelícanos, fragatas, piqueros de varias especies, gaviotas, gaviotines, pájaros tropicales, etc.

Las aves marinas tienen importancia no solamente por su rol como depredadores y piezas fundamentales en varias cadenas tróficas, sino también porque evidencian zonas de alta productividad y son parte integral de un paisaje de gran connotación para procesos de conservación y turismo (Foto 9).

**Foto 9.** Comunidad de colonia de anidación de aves marinas. Refugio de Vida Silvestre Isla Santa Clara en la Provincia de El Oro. Colonia de piqueros patas azules (*Sula nebouxii*) y fragatas (*Fregata magnificens*) anidando.

Las colonias de anidación de aves marinas se encuentran distribuidas a lo largo del perfil costero ecuatoriano, con un mayor porcentaje de ocurrencias dentro de la UEM Mixta (70 %). Las fragatas son aves muy comunes en las costas del Ecuador, sus zonas de anidación se encuentran principalmente en áreas de manglar o vegetación arbustivas, están presentes en todos los sistemas estuarinos, incluyendo a la Isla de La Plata e Isla Santa Clara. Los piqueros son menos frecuentes en el litoral ecuatoriano, este grupo puede anidar a ras del piso y en acantilados generalmente en zonas protegidas, existen importantes áreas de anidación de piqueros en el peñón de Súa, la Isla de La Plata, Isla Santa Clara, Islote El Pelado frente a la población de Valdivia. Los pelícanos son otro grupo de aves que se encuentran dentro de esta comunidad, son muy comunes y están distribuidos a lo largo de toda la costa, son menos específicos en sus áreas de anidación que generalmente están constituidos por vegetación arbustiva.

Esta comunidad se ve amenazada principalmente por la colecta de huevos y jóvenes (en pequeña escala), las especies introducidas en la Isla de la Plata como gatos y ratas. Otra amenaza potencial es el efecto de la exploración y explotación de gas en el Golfo de Guayaquil (por la colonia de la Isla Santa Clara), la destrucción de hábitat y contaminación de zonas estuarinas.

### *Aves migratorias playeras*

La comunidad llamada aves migratorias playeras, representa áreas en las cuales ocurren grandes congregaciones de varias especies. Aunque la mayoría de estas especies son migratorias, llamadas playeras (grandes, medianas y pequeñas), también existe una fauna compuesta principalmente por aves que no necesariamente son considerados como migratorios o playeros (Foto 10).

**Foto 10.** Gaviotas en una playa de limo, Provincia del Guayas, Isla Puna

Algunas de estas zonas especiales (principalmente playas de limo o ciénagas de agua dulce o salada) han sido creadas artificialmente y se han convertido en hábitats favorables para aves acuáticas y playeras. Las concentraciones más grandes corresponden a los llamados playeros (*e.g.*, chorlitos), los cuales son aves migratorias que pasan el invierno boreal o austral en zonas tropicales, alimentándose de invertebrados en las playas. Además, estas zonas son lugares importantes para patos, garzas, flamencos, cormoranes y los depredadores (*e.g.*, águilas y halcones) que se alimentan de ellos.

La comunidad de aves migratorias se encuentra distribuida equitativamente entre

las dos.

### **Zonas de anidación de tortugas marinas.**

La comunidad llamada zona de anidación de tortugas marinas, abarca principalmente playas de arena expuestas al oleaje y con una pendiente moderada a pronunciada donde las tortugas van para construir sus nidos y desovar. A pesar de que son cuatro especies de tortugas que se encuentran presentes en el área de estudio, solamente existe evidencia reproductiva de tres de ellas: *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas* y *Dermochelys coriacea*. La especie *Lepidochelys olivacea* aparentemente solo viene a las aguas ecuatoriales para alimentarse.

Alrededor del 99 % de las playas donde se ha documentado la anidación de tortugas se encuentra en la UEM Mixta, específicamente en el Parque Nacional Machalilla y San Lorenzo, Manabí. En la UEM Tropical, esta comunidad especial ha sido muy poco estudiada y es posible que existan playas de anidación no registradas. El único registro actual de anidación de tortugas para esta UEM se encuentra en Mompiche, aún que las playas entre Atacames y Tonsupa fueron consideradas como playas de anidación, actualmente las actividades humanas que ocurren en estas playas como: el pisoteo, la circulación de vehículos, construcción de infraestructura, el alumbrado público, recolección de huevos y la depredación por animales domésticos han deteriorado las condiciones de anidación en estas playas.

## **4.4 Especies**

Para la identificación de las especies potenciales objeto de conservación, dentro del proyecto de Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004), se elaboró una lista preliminar de la biodiversidad marina del Ecuador continental, que fue usada para la identificación de especies potenciales objetos de conservación. De esta lista se elaboró una base de datos que incluyó los registros y ocurrencias de las especies encontradas durante el levantamiento de información en el campo, al igual que los registros hechos por diferentes autores en la costa del Ecuador.

### **4.4.1 Criterios y puntuación**

Las especies fueron evaluadas y clasificadas individualmente para concretar una lista final de especies objeto de conservación. Los criterios empleados tienen diferentes valoraciones; los factores fueron el endemismo y el alto grado de amenaza actual, seguido por factores ecológicos y biológicos y luego por otros criterios (*e.g.*, utilidad como especie bandera). En este estudio, se realizó una revisión detallada de los criterios y puntuación empleada para la selección de las especies objetos de conservación, incluyendo además los registrados y ocurrencias en el Norte del país.

Los criterios para la selección de las especies objeto de conservación y su puntuación se describen a continuación:

**Grado de amenaza.** Este criterio se divide en dos procesos de valoración. El primero, valora el grado y las consideraciones de la amenaza internacional para cada especie. Especies listadas por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) con estado crítico recibieron 6 puntos; en peligro (5 puntos) y las vulnerable (4 puntos). Especies listadas por Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) en el Apéndice I (4 puntos) y en el Apéndice II (3 puntos).

El segundo proceso de valoración considera el grado de amenaza para cada especie en el Ecuador. Debido a la falta de información sobre las especies marino - costeras y al no existir designación oficial de las especies amenazadas a nivel nacional para la mayor parte de las especies bajo análisis, según el grado de amenaza, se consideran tres factores relacionados al grado de amenaza producido sobre cada especie:

*Explotación.* Pone énfasis sobre aquellas especies que están siendo extraídas para diferentes fines: como pesca industrial, artesanal, autoconsumo, ornamental o turísticos. Dentro de este criterio, cabe resaltar que no se consideran las especies que son objeto de pesca incidental. (3 puntos).

*Declinación poblacional.* Referida a las especies que sufren una disminución poblacional por efecto indirecto de una actividad antrópicas en su medio según información procedente de investigaciones, publicaciones u observaciones directas (3 puntos).

*Destrucción de hábitat.* Especies que son afectadas por la alteración o pérdida de su hábitat natural (3 puntos)

Se sumaron todos los puntos de amenazas para cada especie, permitiendo un puntaje máximo de 9 puntos.

**Endémica.** Una especie endémica es aquella que su distribución se encuentra restringida a determinada región geográfica. Estas especies dependen totalmente de un área limitada para vivir, y por ello, pueden ser más vulnerables (Groves *et al.* 2000). En este estudio, se considera a una especie como endémica cuando el 50 % o más de su distribución esta restringida al país. (6 puntos)

**Especies clave.** Algunas especies son directa o indirectamente responsables de la estructura, composición y biomasa de una comunidad, por ende, de su diversidad. Por esta razón, el retirar una especie clave, tendrá un impacto significativo en la comunidad (Groves *et al.* 2000). Esto ocurre, por ejemplo, con los depredadores claves que determinan la estructura de la comunidad de sus presas, como los patrones de distribución, abundancia, tamaño y diversidad (Menge *et al.* 1994) (4 puntos).

**Constructora de hábitat.** Algunas especies tiene la capacidad de cambiar la estructura física de un hábitat proporcionando, de esta manera, refugio para una mayor diversidad de especies y alterando la composición de las comunidades. Entre los organismos constructores y modificadores de hábitat podemos mencionar a los corales y a los bivalvos perforadores de roca: (barrenadores) (4 puntos).

**Migratorias.** Especies migratorias presentan movimientos periódicos de un lugar a otro

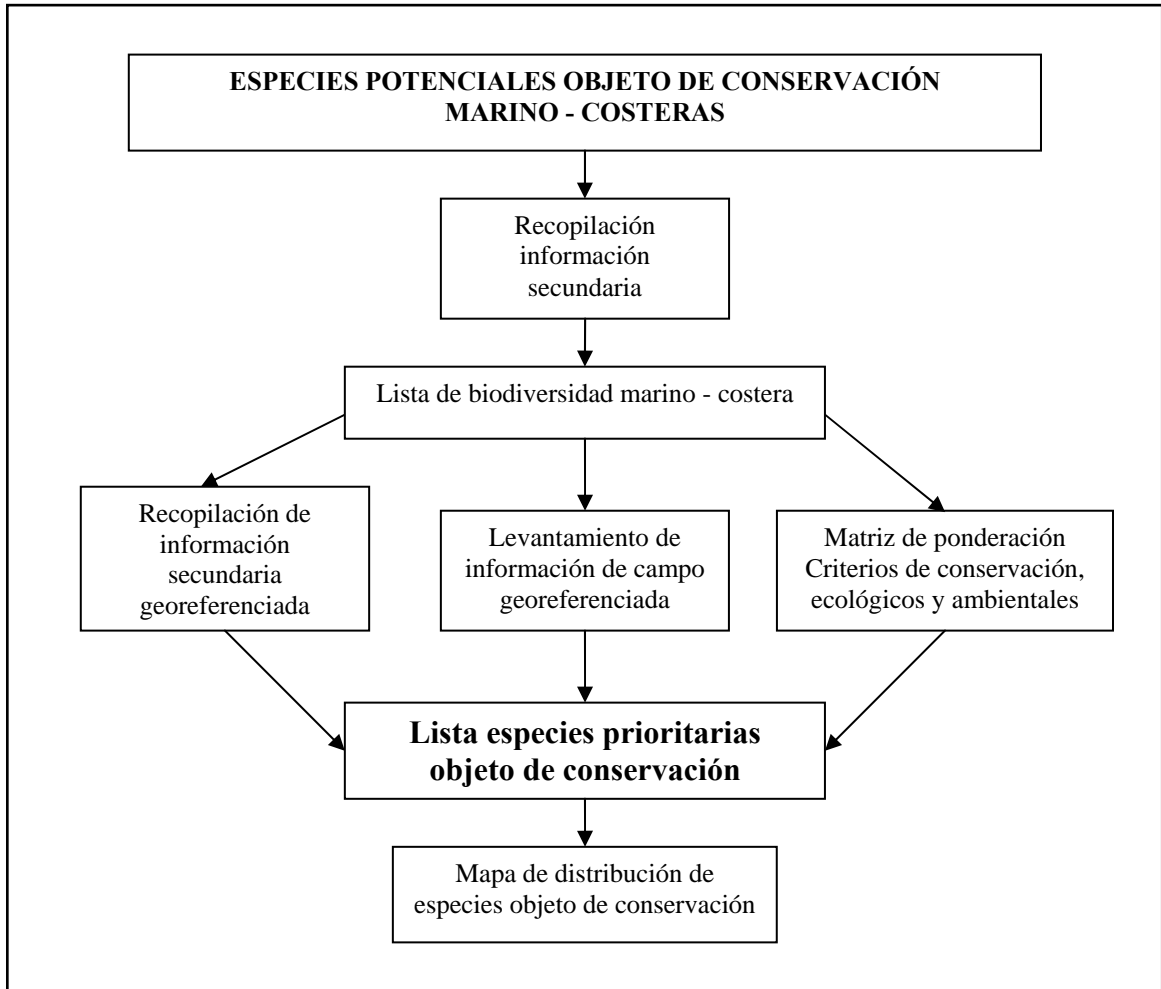
(Nybakken 1997). Utilizan determinados hábitats como sitios de reproducción, alimentación y descanso durante sus desplazamientos (4 puntos).

**Efecto de El Niño.** Está ampliamente reconocido que los ecosistemas marinos son afectados por condiciones oceanográficas, y perturbaciones climatológicas periódicas como el fenómeno de *El Niño* en oscilaciones de ciclos irregulares (Chavez *et al.* 1999; y Glynn *et al.* 2001). Estos eventos extremos impactan las redes alimenticias en su conjunto, desde los productores primarios como los corales hermatípicos, microalgas y fitoplancton, hasta los depredadores tope como lobos marinos y tiburones (Podestá & Glynn 2001). Especies impactadas directamente por este evento climatológico recibieron (2 puntos).

**Especificidad de hábitat.** Especies que presentan una distribución restringida y están adaptadas a hábitats o condiciones muy específicas generalmente son más vulnerables (2 puntos).

**Especies paraguas.** Este concepto se basa en el supuesto que la presencia de ciertas especies en una área geográfica, indica que otras especies asociadas a ésta, también van a estar presentes en la misma área. Las especies paraguas son, generalmente, especies con rangos de distribución amplio, requiriendo grandes extensiones de un hábitat natural o inalterado, para lograr mantener poblaciones viables. La protección de los hábitats de esas especies puede proteger el hábitat y poblaciones de muchas otras especies con distribución restringida (Groves *et al.* 2000). El concepto de especie paraguas ha sido muy utilizado en la selección de sitios importantes para la conservación, donde las comunidades y hábitats pueden ser identificados a través de la identificación de especies paraguas (2 puntos).

**Especies bandera.** Son especies carismáticas o con alguna importancia cultural, que han sido utilizadas para lograr el apoyo social a esfuerzos de conservación. El propósito final de la conservación de especies carismáticas, es la conservación de un determinado hábitat, comunidad o especie. Por ejemplo, la protección del caballito de mar podría proteger los sistemas de arrecife rocoso y por ende, todas las especies que forman la comunidad de la que es parte (1 punto) (Figura 8).



**Figura 8.** Diagrama de flujo del proceso para la selección de la Especies Objeto de Conservación. En la figura se describen los pasos seguidos en el análisis (TNC *et al.* 2004)

#### **4.4.2 Selección de especies potenciales objeto de conservación**

En la Evaluación Ecorregional, se sumaron los puntos recibidos para los nueve criterios de cada especie. El máximo puntaje recibido fue definido como el límite superior de la valoración; las especies que alcanzaron 70 % o más de esta valoración fueron escogidas como especies potenciales objetos de conservación. Este mismo procedimiento de valoración se aplicó para este estudio.

#### **4.4.3 Resultados**

En la Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004), se identificó un total de 83 especies objetos de conservación. En algunos casos particulares, las especies de una familia o un genero fueron agrupadas y tratadas como un objetos por falta de información específica o simplemente por compartir un mismo hábitat. Los siguientes grupos fueron considerados como “especies objeto”: las gorgóneas (abanicos de mar), corales, los foládidos y mitílidos perforadores. Las 83 especies constituyeron el punto de partida para la lista de especies marino – costeras utilizadas en la selección de áreas prioritarias para la conservación marina en Ecuador continental.

Dentro de este proyecto, se analizaron las especies que fueron consideradas como especies objeto en la Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004), y utilizando la nueva información recopilada de todo el país se procedió a una revaloración de criterios con un total de 53 especies prioritarias objeto de conservación para Ecuador continental (Anexo 1 y Mapa 5). Algunas especies consideradas anteriormente, pese a ser de gran importancia, y tener un puntaje suficientemente alto para ser consideradas como objeto de conservación, no tuvieron ocurrencias confiables ni georeferenciadas a lo largo de todo el país, razón por la cual fue imposible realizar su distribución espacial. Estas especies conforman una lista especial que también debería ser considerada dentro de cualquier esfuerzo de conservación que se realice en un futuro (Anexo 2).

Las especies prioritarias objeto de conservación están dentro de siete grupos taxonómicos. Los peces, moluscos y mamíferos marinos representan los grupos más abundantes con 19, 11 y 8 especies respectivamente, seguidos por los corales, crustáceos y aves, con 5, 4 y 3 especies respectivamente (Tabla 3).

**Tabla 3.** Especies prioritarias objeto de conservación, por grupo, número de especies, grado de protección y aspectos ecológicos de la zona marino costera continental del Ecuador

| Grupo        | Número de especies | Amenaza UICN | Amenaza CITES | Destrucción de hábitat | Endémica | Clave | Constructor hábitat | Migratorias |
|--------------|--------------------|--------------|---------------|------------------------|----------|-------|---------------------|-------------|
| Peces        | 18                 | 1            | 0             | 7                      | 6        | 4     | 0                   | 1           |
| Mamíferos    | 8                  | 1            | 0             | 1                      | 0        | 8     | 0                   | 7           |
| Moluscos     | 11                 | 0            | 0             | 10                     | 1        | 1     | 3                   | 0           |
| Equinodermos | 5                  | 0            | 0             | 2                      | 1        | 4     | 2                   | 0           |
| Reptiles     | 5                  | 5            | 0             | 5                      | 0        | 1     | 0                   | 4           |
| Aves         | 3                  | 0            | 0             | 3                      | 1        | 2     | 0                   | 0           |
| Corales      | 5                  | 0            | 2             | 4                      | 1        | 0     | 5                   | 0           |
| Crustáceos   | 4                  | 0            | 0             | 3                      | 0        | 0     | 1                   | 0           |

## 4.5 Aspectos ecológicos, distribución y estado de conservación de las especies objeto marino - costeras en el Ecuador

### 4.5.1 Cnidarios

Los cnidarios reciben su nombre del griego *knide* (ortiga). Dentro de este phylum se encuentran las anémonas, zoántidos y corales (Clase Anthozoa), medusas (Clases Scyphozoa y Cubozoa), y los hydrozoos (Clase Hydrozoa).

Se han descrito unas 9000 especies de cnidarios en el mundo. En el Ecuador, este es un grupo poco estudiado, con aproximadamente 30 especies reportadas. Muchos viven pegados a un sustrato duro pero otras especies nadan libremente como es el caso de las medusas. Los cnidarios se alimentan de zooplancton y de animales de mayor tamaño (moluscos, crustáceos, peces) que capturan e inmovilizan con sus tentáculos.

Dentro de los cnidarios hemos considerado una familia, 2 géneros y dos especies como objeto de conservación

#### *Gorgoniidae*

Los abanicos de mar (gorgonias) constituyen un grupo muy diverso. Algunos de los géneros más comunes son: *Muricea*, *Pacifigorgia*, *Leptogorgia*, y *Lophogorgia*. Son organismos sésiles que habitan usualmente sobre sustratos rocosos, plataformas y, ocasionalmente, en zonas arenosas. Las gorgóneas construyen un hábitat críptico para muchos invertebrados y peces. Las gorgóneas son planctívoros y entre sus depredadores naturales se encuentran algunos gasterópodos (*e.g.*, *Simnia* spp.).

En el Ecuador continental, las gorgóneas son muy comunes a lo largo de la costa, con concentraciones importantes en las zonas entre Punta Santa Elena y Manta, de Cabo San Francisco hasta Punta Galera, y también en los fondos rocosos de Atacames.



### ***Pavona* spp.**

También conocidos como coral macizo o coral cerebro, en el Ecuador existen tres especies: *Pavona clavus*, *P. gigantea*, y *P. varians*. Estos organismos sésiles son planctívoros, habitan fondos rocosos, y tienen la capacidad de formar un hábitat biogénico muy complejo conocido como arrecife de coral donde se desarrollan comunidades de algas, invertebrados, y vertebrados muy particulares.

El coral macizo se encuentra en la provincia de Manabí, principalmente en la Isla de la Plata y también en la costa continental cerca de La Playita. En ambos sitios se observa la formación de arrecifes de coral. Estas zonas posiblemente constituyen el límite sur para la presencia de arrecifes de coral significativos en el Pacífico Este (Glynn, en prensa). Existen otras zonas con colonias aisladas que no llegan a consolidarse en arrecifes, como Punta Machalilla, Los Frailes, Islote Sucre, y Horno de Pan. Estas localidades se encuentran dentro del Parque Nacional Machalilla. En Esmeraldas, estas especies son muy poco comunes; se conocen colonias pequeñas y aisladas en los fondos rocosos de Atacames y en Estero del Plátano

Este género es depredado por la estrella de mar *Acanthaster planci*. Frecuentemente, las colonias presentan heridas producidas por los peces *Balistides* spp., las cuales generalmente se transforman en necrosis del tejido y son aprovechados por los peces damisela para expandir sus territorios.

### ***Pocillopora* spp.**

Estas especies se conocen como coral ramificado. En el Ecuador, existen 5 especies *Pocillopora elegans*, *P. eydouxi*, *P. capitata*, *P. inflata*, y *P. ligulata* (Foto 11). Son organismos sésiles relacionados a sustratos rocosos submareales. Las especies son planctívoras y, como corales hermatípicos, tienen la capacidad de formar arrecifes. En el Ecuador continental, se encuentran distribuidos mayormente en el Parque Nacional Machalilla, con una buena representación en la Isla de la Plata e Isla Salango. También se los puede observar, en menor cantidad, en el Islote El Pelado, Provincia del Guayas y en Atacames, Provincia de Esmeraldas.

**Foto 11.** *Pocillopora* sp, Provincia Manabí, Isla Salango, La Parcela

Este género de corales es depredado por el pez tambulero *Arothron meleagris*, los gastrópodos *Coralliophila* spp., cangrejos ermitaños, *Aniculus* sp. y *Trizopagurus* sp., y por la estrella de mar, *Acanthaster planci*. *Pocillopora* posee una relación mutualista con camarones del género *Alpheus* para disminuir la depredación.

### ***Antipathes galapaguensis*.**

Conocido como coral negro de Galápagos, este cnidario es un animal sésil y planctívoro, asociado a fondos duros. Esta especie estaba considerada como endémica para Galápagos (Hickman, en prensa), pero se conoce su presencia en varias localidades del Ecuador continental. La especie ha sido registrada como abundante en Manabí en zonas profundas de la Isla de la Plata y del sur de Esmeraldas (Quingue). Hay colonias dispersas en algunas

localidades del Parque Nacional Machalilla, como Punta Machalilla, Punta Piqueros, e Islote Sucre. En El Guayas, hay poca representación de esta especie; la mayoría de ocurrencias se concentran en El Islote El Pelado

### ***Antipathes panamensis***

Esta especie se conoce como coral negro. Estos organismos son sésiles y planctívoros y tienen la capacidad de formar un hábitat singular que permite la vida de algunas especies asociadas. La presencia de coral negro crea hábitats crípticos para muchos invertebrados y peces

En el Ecuador continental, se distribuye comúnmente en algunas islas continentales de la provincia de Manabí, como La Viudita, y la Roca Honda en la Isla de la Plata. Está común en las Rocas Ballena, la Punta Machalilla, el Islote Sucre, y la Punta Piqueros. Todas estas localidades pertenecen al Parque Nacional Machalilla. Esta especie también ha sido encontrada en Quingue, al sur de Esmeraldas y en los fondos rocosos de Atacames. En la provincia del Guayas, se ha podido observar pequeñas colonias en el Bajo de Copé e Islote El Pelado

De las especies de cnidarios consideradas como especies objeto de conservación, únicamente el género *Antipathes* está incluido en el Apéndice II de CITES desde 1981 y en el Libro Rojo desde 1990. Estas especies, a pesar de tener una categoría de amenaza a nivel internacional, no poseen ningún tipo de protección a nivel nacional.

Para los cnidarios, una de las principales amenazas es la pesca con artes destructivas como la pesca de arrastre que destruye su hábitat. La destrucción ocasionada por el anclaje de barcos en zonas turísticas y de pesca es otra amenaza. Especies del género *Pocillopora* y *Antipathes* son extraídas como objetos decorativos o para la fabricación de artesanías. *Antipathes* ha desaparecido de muchos lugares debido a la sobre explotación. La eutroficación producida por aportes de materia orgánica al agua produce un crecimiento acelerado de algas que colonizan la superficie de los corales perjudicándolos en sus funciones fotosintéticas y alimenticias. Otra amenaza tiene relación con fenómenos naturales como el evento de *El Niño* y todas las anomalías oceanográficas que implica como: aumento de la temperatura superficial del mar, baja salinidad y alto grado de sedimentación.

### **4.5.2 Crustáceos**

Los crustáceos se encuentran dentro del phylum Arthropoda e incluyen especies microscópicas que forman parte del zooplankton hasta especies de gran tamaño como el cangrejo araña japonés cuyas tenazas pueden llegar a medir hasta 4 m de longitud. Los crustáceos se han modificado para consumir una amplia gama de alimentos; existen especies que filtran plancton y partículas de materia orgánica del agua (*e.g.*, los balanos), otras son herbívoras (*e.g.*, los copépodos), carnívoras (muchos cangrejos), o carroñeras. Además, algunos crustáceos son parásitos que se alimentan del mucus, la sangre, o los tejidos del huésped.

Se conocen más de 38.000 especies de crustáceos en el mundo, la mayoría de ellas marinas. En el Ecuador, este grupo ha sido poco estudiado con la excepción de las

especies importantes para la pesca y la acuicultura (en especial los camarones). Hay probablemente varios miles de especies presentes en el país. Para este estudio se han considerado 4 especies como objetos de conservación

### ***Ucides occidentalis***

Conocido como cangrejo rojo de manglar, *U. occidentalis* habita substratos lodosos en manglares, lagunas, y otros ambientes salobres. Generalmente, se encuentra en áreas no inundadas, pero próximo a cuerpos de agua. Viven en colonias poco densas en la zona intermareal alta donde construyen madrigueras de lodo poco profundas entre las raíces del mangle. Se alimenta de microalgas, bacterias, crustáceos microscópicos, y detritos.

La distribución de este cangrejo en el Ecuador comprende principalmente las zonas de manglar y lodo del Golfo de Guayaquil y de los otros estuarios. *Ucides* es blanco de extracción artesanal, principalmente en las Provincias de El Oro y Guayas; en Esmeraldas, *Ucides* es menos preciada que el cangrejo azul (*Cardisoma crassum*). Se ha establecido vedas nacionales entre el 15 de enero y el 28 de febrero y entre el 1 de septiembre y el 15 de Octubre. En el estuario del Río Chone, se ha declarado una veda permanente hasta nuevo aviso del INP. Aparte de la extracción artesanal, la tala del manglar es su principal amenaza.

### ***Cardisoma crassum***

Este cangrejo, conocido como el cangrejo azul, tiene hábitos terrestres y puede ingresar varios kilómetros tierra adentro, haciendo sus madrigueras en la tierra arriba de la marea alta. Sin embargo, debe dirigirse al mar para depositar sus huevos y hace migraciones masivas para este propósito. Durante las migraciones, *Cardisoma* es vulnerable a animales depredadores y recolectores humanos. Esta especie se encuentra principalmente cerca de camarónicas, en bosques aledaños, y en centros poblados. *Cardisoma* es muy apetecida por los pobladores de la Provincia de Esmeraldas.

### ***Uca spp.***

Conocido como cangrejos violinistas, las especies de *Uca* se encuentran en los fondos blandos cerca de manglares y camarónicas a lo largo de toda la costa ecuatoriana. Viven en colonias densas entre las raíces de los mangles y cerca de la línea de la marea alta. Se alimenta de microalgas, bacterias y crustáceos microscópicos que son colectados por el animal durante las horas de la marea baja.

### ***Pollicipes elegans***

También conocidos como percebes, estos crustáceos sésiles viven adheridos a sustratos rocosos intermareales en zonas expuestas al oleaje fuerte (Raimondi *et al.* 1999). Son filtradores que se alimentan de detritos y organismos planctónicos suspendidos en el agua.

Su área de distribución en el país comprende principalmente la zona entre la Puntilla de Santa Elena y Manta. También es posible encontrarlos en las playas rocosas de la zona sur de Esmeraldas. Los percebes son cosechados por recolectores artesanales durante la marea baja y sus poblaciones son cada vez más escasas. Estudios con *Pollicipes* han demostrado que esta especie, al ser una especie filtradora, es susceptible a contaminantes suspendidos

en el agua de mar, especialmente con derivados de petróleo (Foster *et al.* 1971; Chan 1973).

#### **4.5.3 Equinodermos**

El phylum Echinodermata está constituido por organismos exclusivamente marinos, solitarios, y generalmente bentónicos. Los equinodermos más comunes son las estrellas de mar (Stelleroidea), los erizos (Echinoidea), los pepinos de mar (Holothuroidea), y las estrellas frágiles (Ophiuroidea). Los miembros de este phylum presentan una gran variedad de hábitos alimenticios: las estrellas de mar son principalmente carnívoras (anélidos, esponjas, cnidarios, moluscos, crustáceos, otros equinodermos, y peces); las estrellas frágiles pueden ser carnívoras, carroñeras o filtradoras; los erizos se alimentan principalmente de algas y materia orgánica sedimentada; y los pepinos son básicamente carroñeros.

Se conocen unas 6000 especies de equinodermos en el mundo. En el Ecuador, es un grupo poco estudiado; se estiman alrededor de 48 especies, de las cuales 4 han sido consideradas como objetos de conservación. Algunas especies de erizos y pepinos de mar son importantes recursos pesqueros.

##### ***Tripneustes depressus***

Conocido como erizo blanco, esta especie está asociada a fondos rocosos submareales y zonas infralitorales. Es una especie herbívora que se alimenta de algas incrustantes y se ha comprobado que tiene gran incidencia sobre las comunidades de algas. En el Ecuador continental, esta especie se distribuye mayormente en la zona del Parque Nacional Machalilla.

##### ***Eucidaris thouarsii***

Esta especie es conocida como el erizo lapicero. Es un herbívoro que se alimenta de algas incrustantes. *Eucidaris* es un bioerosionador que construye refugios que pueden ser ocupados por otras especies. *Eucidaris* es muy común en fondos rocosos y menos frecuentes en zonas rocosas intermareales. Su área de distribución se extiende desde los fondos de Atacames hasta la Isla Santa Clara, con concentraciones entre la Península de Santa Elena y Manta y cerca de Galera-Cabo San Francisco.

En observaciones en las Islas Galápagos, se constató que esta especie incrementa su densidad poblacional durante el fenómeno El Niño, ya que aprovecha para alimentarse de pólipos de corales debilitados por la temperatura cálida del agua (Danulat 2002).

##### ***Stichopus fuscus***

Este pepino de mar está asociada a fondos rocosos submareales; es una especie detritívoro consumiendo materia orgánica en descomposición. Se encuentra distribuido principalmente en los fondos rocosos de Atacames y desde la zona del Parque Nacional Machalilla hasta el norte de la Península de Santa Elena. *Stichopus* es ampliamente explotada en las Isla Galápagos. En el continente, la explotación es ahora reducida debido

a sobre explotación anterior. Por conversaciones personales, se conoce reportes de su explotación por pescadores peruanos cerca de Cabo Pasado, Manabí.

### ***Heliaster cumingii***

Esta estrella se conoce como el sol de mar. La especie se encuentra en las zonas intermareales rocosas media y baja. Se alimenta de presas sedentarias o sésiles, incluyendo moluscos, cangrejos, corales, gusanos, u otros equinodermos (Foto 12).

**Foto 12.** *Heliaster cumingii*, Provincia de Manabí, La Playita

*Heliaster cumingii* fue antes considerada endémica para las Islas Galápagos donde prácticamente desapareció después del fenómeno de El Niño, 1982-1983. Actualmente, se encuentra en el intermareal rocoso del Parque Nacional Machalilla. Al parecer, esta presencia tiene relación con el último fenómeno de El Niño en la costa (1997). Sus principales amenazas conocidas son la contaminación y fenómenos naturales como El Niño.

Entre las especies de equinodermos consideradas como objetos de conservación, la única especie que sufre de intensa presión pesquera es el pepino de mar, *Stichopus*. Esta especie ha sido altamente explotada en las Islas Galápagos y su estado de conservación es preocupante; en la costa continental, la pesca es ahora poco intensiva y la especie está recuperándose. Esta especie no posee una categoría de amenaza a nivel internacional pero sí a nivel de Ecuador donde existen vedas e intentos de control de su extracción.

Las otras especies de equinodermos son vulnerables principalmente a la destrucción de hábitat en zonas rocosas submareales y a la contaminación de playas rocosas.

#### **4.5.4 Moluscos**

Este phylum sigue el phylum Arthropoda en el número de especies descritas, con más que 50.000 especies modernas (algunos expertos dicen más que 100.000) a nivel mundial, la mayoría de ellas marinas. En la costa continental del Ecuador, se ha reportado la presencia de unas 1400 especies (Keen 1971), pero es probable que el total sea alrededor de 1800, considerando la frecuencia de nuevos registros para el país. La riqueza de especies de moluscos en aguas continentales es aproximadamente dos a tres veces mayor que la riqueza en Galápagos.

Los moluscos se caracterizan por un cuerpo blando con los órganos internos protegidos por una envoltura de tejido (el manto). En la mayoría de las especies, el cuerpo es protegida por una concha calcárea, aunque a veces ésta es muy reducida, internalizada, o totalmente ausente. Los moluscos tienen hábitos alimentarios diversos. Existen especies herbívoras (quitones y algunos gasterópodos), carnívoras que se alimentan de anélidos, crustáceos, peces, o de otros moluscos (cefalópodos y muchos gasterópodos), y filtradores de plácton y detritus (bivalvos). Los modos de reproducción también son diversos: generalmente tienen los sexos separados, la fertilización puede ser interna o externa, la vida larval es

muy variable pero muchas especies (especialmente los bivalvos) tienen larvas planctónicas.

Entre los moluscos, los grupos más abundantes son: los gasterópodos (caracoles, babosas, nudibranchios), los pelecípodos (almejas, ostiones, y demás bivalvos), los polioplacóforos (quitones), los escafópodos (conchas colmillo), y los cefalópodos (pulpos y calamares). Miembros de todos estos grupos son comunes y ampliamente distribuidos en aguas ecuatorianas. Representantes de este phylum pueden encontrarse en todos los sistemas marinos y en todos los substratos, desde la zona más alta del intermareal hasta las aguas profundas. La mayoría de las especies son bentónicas como adultos pero algunas son planctónicas y los calamares son nadadores muy activos en el nécton.

Los moluscos son vulnerables a varios tipos de amenaza. Con la excepción de los cefalópodos, son animales lentos, sedentarios, o sésiles, con poca posibilidad de evadir los recolectores humanos. Casi todas las especies grandes y muchas de las pequeñas que viven en la zona intermareal o en la submareal somera son blanco de recolectores, por lo menos ocasionalmente. El impacto de esta extracción casera es evidente – los ejemplares grandes de muchas especies comunes solo se encuentran en lugares muy aislados (por ejemplo, Isla Santa Clara). Otras especies son recolectadas por pescadores artesanales para la venta, y algunas de ellas parecen ser sobre explotadas (*Anadara grandis* y *Spondylus* spp.). La limitada movilidad de los moluscos les hace vulnerables a la contaminación del agua, especialmente los bivalvos que se alimentan por filtración. Por la misma razón, no pueden escapar eventos de sedimentación acelerada como lo que ocurrió en el Estuario del Chone durante El Niño 1997-98 donde hubo una pérdida de 100 % de los moluscos estuarinos o por sedimentación o por inundación con agua dulce. La tala de manglares es la amenaza principal para las especies del género *Anadara*.

A pesar de su gran diversidad, su abundancia, y la importancia comercial de algunas especies (pulpos, calamares, ostiones, concha prieta), poco se sabe sobre la distribución, ecología, y biología de los moluscos en el Ecuador. Por esta razón, se escogieron como especies objeto 11 especies (o grupos) de moluscos que representan diversos sistemas, que podrían ser amenazadas, y que son importantes para la pesca o que son constructores de hábitat para otras especies. Con la excepción del pulpo (*Octopus* sp.), todas son bivalvos. Las especies objeto pueden dividirse en cuatro categorías:

#### ***Anadara tuberculosa*, *A. similis*, *A. grandis*, y *Ostrea columbiensis***

La concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) y el ostión de mangle (*Ostrea columbiensis*) son especies típicas del manglar; la pata de mula (*A. grandis*) vive en las playas de limo que bordean los manglares. En el Ecuador, estas especies se encuentran principalmente en el Golfo de Guayaquil y en los estuarios de Cojimíes, Muisne, y San Lorenzo. Todas son especies comerciales y dos de ellas, la pata de mula y el ostión, parecen ser al borde de la sobreexplotación.

#### ***Spondylus princeps*, *S. calcifer*, y *Ostrea irridescens***

*Spondylus princeps*, *S. calcifer*, y *Ostrea irridescens* (ostión de roca) son especies que viven adheridas permanentemente a las piedras de la zona submareal. El hábitat del ostión se extiende hasta la zona intermareal rocoso. El ostión es común en fondos y playas rocosas desde la Punta Santa Elena hasta Atacames. Las dos especies de *Spondylus* son

mucho menos abundantes y, aunque se puede encontrar ocasionalmente las conchas muertas en las playas desde la Punta Santa Elena hasta Atacames, los lugares submareales específicos donde viven son poco conocidos (excepto por los recolectores artesanales dedicados a su extracción). Durante los últimos diez años aproximadamente, ambas especies de *Spondylus* han sufrido una explotación excesiva y sin control (Foto 13).

**Foto 13.** *Spondylus princeps*, Provincia Esmeraldas, Bajo Spondylus

**Familia Pholadidae (14 especies), familia Mytilidae (12 especies), y *Litharca lithodomus***

Los miembros de la familia Pholadidae (14 especies), algunos miembros de la familia Mytilidae (12 especies), y el árcido, *Litharca lithodomus*, son moluscos poco conocidos. Estos bivalvos hacen perforaciones en las piedras y otros sustratos duros desde la zona intermareal hasta el submareal, formando sitios de refugio para una gran diversidad de organismos. Se encuentran a lo largo de la costa ecuatoriana en lugares que presentan sustratos apropiados (especialmente piedras sedimentarias blandas con una textura uniforme o arcillas endurecidas) (Foto 14).

**Foto 14.** Pholadidae, *Parapholas* sp., Provincia de Manabí, Barbasquillo; y una roca sedimentaria con agujeros producidos por bivalvos perforadores.

***Octopus* sp.**

Los pulpos son depredadores de los sustratos rocosos desde la zona intermareal hasta la submareal. Se esconden entre y debajo de las piedras de los fondos y arrecifes rocosos donde se alimentan principalmente de crustáceos (cangrejos), moluscos y algunos peces. Los pulpos son los invertebrados más inteligentes, acercando a los vertebrados en la complejidad de su comportamiento y en el desarrollo de sus sentidos de visión y tacto. Aunque los pulpos adultos son animales bentónicos, muchos de ellos tienen larvas que se dispersan en el plancton. Estos moluscos, de forma muy particular, son uno de los principales objetos de la pesca peatonal durante la marea baja y también son explotados ocasionalmente por buzos; muchos de los individuos capturados son juveniles.

**4.5.5 Peces**

Los peces constituyen el grupo más abundante entre los vertebrados, con una gran diversidad de tamaños, formas, colores, y modos de vida. Han conquistado ambientes marinos y acuáticos y existen algunas especies que pueden resistir periodos fuera del agua en lugares húmedos. Dentro de los peces, existen dos grupos principales: los peces que poseen un esqueleto hecho de cartílago (Chondrichthyes) y los peces con un esqueleto óseo (Osteichthyes). El primer grupo abarca a los tiburones y rayas mientras que el segundo incluye el resto de los peces marinos y de agua dulce.

Existen por lo menos 20.000 especies en el mundo, el 40% en agua dulce y el 60% en ambientes marinos. De los peces marinos, más de tres cuartas de las especies conocidas se encuentran distribuidas en la zona litoral entre 0 y 200 m de profundidad (la plataforma continental). En la zona marina continental del Ecuador, se han reportado 796 especies (Jiménez & Beárez, 2004) (Foto 15).

**Foto 15.** *Scarus perrico*, Scaridae, Provincia de Guayas, Bajo Copé



Se consideraron 18 especies como objetos de conservación, de las cuales 12 corresponden a peces óseos y 6 a peces cartilagosos. Las familias Myrocongridae, Sciaenidae y Urobatidae (3 especies) están asociadas a fondos blandos y se encuentran mayormente distribuidas en el Golfo de Guayaquil. Las familias Carangidae, Chaetodontidae, Pomacentridae, Zanclidae, Muraenidae, Syngnathidae, Scaridae y Serranidae (10 especies) tienen afinidad a fondos rocosos y presentan su mayor distribución entre la Península de Santa Elena y Manta, en la zona de Cabo San Francisco - Galera, y en los fondos rocosos de Atacames. Se tomaron en cuenta también a las familias Carcharhinidae y Myliobatidae (5 especies) son pelágicas con la mayoría encontrada cerca de la Isla Salango e la Isla de la Plata en el Parque Nacional Machalilla y en los fondos de arena con rocas emergentes de Atacames.

Muchas de estas especies se encuentran amenazadas por la explotación pesquera para el consumo humano ya sea con la utilización de redes de arrastre, de enmalle, o de cerco, o con anzuelos o arpón. Varias especies asociadas a fondos rocosos son capturadas por pescadores de arpón. Un ejemplo es el mero, *Epinephelus itajara*. Su carne es de gran calidad y la especie ha sido el objeto de una pesca intensiva por muchos años; esto ha resultado en la desaparición del mero de los fondos rocosos del Parque Nacional Machalilla y la reducción de sus poblaciones en los fondos rocosos de Atacames. Otras especies como *Seriola rivoliana* y *Cratinus agassizii* también son objetos de pesca de arpón pero con menor intensidad. Otras especies de fondos rocosos sufren de una explotación con fines meramente ornamentales, como la mariposa, *Johnrandallia nigrirostris*, y *Zanclus cornutus* o, incluso, por atribuirles propiedades afrodisíacas como al caballito de mar, *Hippocampus ingens*.

Otro grupo de especies que constantemente ha sido capturado con fines comerciales son los tiburones (Compagno 1984). En Ecuador, se han registrado 38 especies de tiburones (13 familias) pero once especies (pertenecientes a cinco familias - Alopiidae, Carcharhinidae, Lamnidae, Sphyrnidae, y Triakidae) constituyen el principal componente de la captura. Está prohibida la pesca dirigida a tiburones, permitiéndose solamente el aprovechamiento de la captura incidental. Los pescadores artesanales del continente tradicionalmente han aprovechado todo el animal, sin embargo, la creciente demanda por aletas incentiva el aleteo. En octubre de 2004, se prohibió la exportación y comercialización de aletas de tiburón en todo el territorio ecuatoriano, incluso en el evento de que su captura haya sido incidental (Decreto Ejecutivo 2130, Registro Oficial 437 de 7 de Octubre de 2004). Pese a todas las presiones pesqueras, pocas son las especies de tiburones que han sido incluidas en una categoría de protección a nivel mundial. Considerando las especies objeto de conservación, únicamente *Rhincodon typus* (el tiburón ballena) y *Triaenodon obesus* (cazón) se encuentran en las listas rojas de la UICN.

#### **4.5.6 Reptiles**

Existen alrededor de 6300 especies de reptiles en el mundo, la mayoría de ellos terrestres o de agua dulce. En el área marina costera del Ecuador, se han registrado 4 de las 5 especies de tortugas marinas reportadas en el Pacífico sudeste y una especie de serpiente de mar (*Pelamis platurus*). Adicionalmente, el cocodrilo se encuentra asociado a ambientes

estuarinos y manglares. Para el análisis de especies objeto, se consideraron 4 especies de reptiles, tres tortugas y un cocodrilo.

### ***Crocodilus acutus***

El cocodrilo marino es una especie poco abundante que está asociada a los estuarios y manglares. La mayoría de los registros de esta especie en la costa ecuatoriana se encuentran en el Golfo de Guayaquil, con avistamientos poco frecuentes en San Lorenzo (Esmeraldas). Esta es una especie que se encuentra amenazada principalmente por la tala de manglares, por la cacería, y por la destrucción de sus nidos.

### ***Lepidochelys olivacea***

Conocida como la tortuga oliva, es una especie de hábitos epipelágicos que se encuentra frecuentemente de 32 a 97km fuera del litoral a lo largo de toda la costa del Ecuador. Estas tortugas están más concentradas en su principal área de alimentación, cerca de la Isla de La Plata. Cuando suceden anomalías térmicas, esta especie cambia sus patrones de distribución, probablemente debido a que se desplaza en búsqueda de alimento. Durante los eventos El Niño se mueve hacia el sur del Golfo de Guayaquil. No se han encontrado nidos de esta especie en las playas continentales ni tampoco en Galápagos (Green 1978, Hurtado *et al.* 1999b)

### *Chelonia mydas*

Esta especie es conocida como la tortuga verde. Se encuentra tanto en aguas someras como oceánicas y ha sido observado nadando en la superficie o, ocasionalmente, descansando en fondos rocosos o de coral (Foto 16). La tortuga verde ha sido principalmente observada en los alrededores de la Isla de la Plata y La Playita en el Parque Nacional Machalilla, y en los fondos rocosos de Atacames en la Provincia de Esmeraldas. Algunos nidos de esta especie de tortuga han sido encontrados en las playas del Parque Nacional Machalilla y en la zona de Mompiche, Provincia de Esmeraldas.

**Foto 16.** *Chelonia mydas*, Provincia de Manabí, Isla de La Plata

### *Dermochelys coriacea*

Se sabe muy poco de la presencia de la tortuga laúd en aguas ecuatorianas. Esta especie, la más grande de las tortugas marinas, tiene un solo registro confirmado (anidación) en la playa de San Lorenzo, Manabí.

Cuando están alimentándose en el mar, las tortugas se encuentran amenazadas principalmente por la pesca, muriendo enredadas y ahogadas en las redes de enmalle. Las hembras, cuando salen del mar para construir sus nidos, son amenazadas por recolectores artesanales y los huevos son consumidos no solo por la población humana sino por animales domésticos y silvestres. El desarrollo turístico de las playas (construcciones, alumbrado, tráfico vehicular) destruye los lugares habituales de anidación.

#### 4.5.7 Aves

Se han registrado alrededor de 9.040 especies de aves en el mundo. En el Ecuador, Ridgely, Greenfield & Guerrero (1998) mencionan 89 especies de aves asociadas a ambientes marino-costeros, de las cuales 11 se encuentran bajo alguna categoría de amenaza.

Como objetos de conservación, se han considerado 3 especies de aves: *Aramides axillaris* (Rallidae), con dos ocurrencias en los manglares del estuario del Río Guayas e Isla Puná, *Pterodroma phaeopygia* (*storm petrel*, Procellariidae), con registros únicamente en la Isla de la Plata, y *Phoebastria irrorata* (albatros, Diomedidae), con ocurrencias en la Isla de la Plata donde ha sido observado anualmente desde 1924 hasta el 2004. La Isla de la Plata es el único lugar en la costa continental donde anida *Phoebastria*.

Para las aves, las principales amenazas son la destrucción de hábitat (sobre todo el manglar), los animales depredadores introducidos (en la Isla de La Plata), el disturbio potencial de las visitas turísticas, los posibles efectos de la exploración y explotación de gas en el Golfo de Guayaquil (por las colonias en la Isla de Santa Clara), y la contaminación por pesticidas en el golfo (Ministerio del Ambiente 2000).

#### 4.5.8 Mamíferos

La mayoría de los mamíferos son terrestres; pocos se han adaptado a la vida acuática reemplazando sus extremidades por aletas que le facilitan su movilidad dentro de este medio. En el mundo, existen unas 4.000 especies de mamíferos, de las cuales 120 son marinas. En el Ecuador se ha reportado el avistamiento de 24 especies de mamíferos marinos que corresponden a seis familias. Estos incluyen: cinco de las ocho especies de ballenas grandes (mysticetos), 16 de las 33 especies de ballenas dentadas (odontocetos) reportadas para el Pacífico Sudeste, y 3 de las 12 especies de lobos marinos (pinnípedos).

Entre de los cetáceos, se distinguen dos grupos o subordenes: las ballenas de dientes, o odontocetos, y las ballenas de barbas, o mysticetos. Los odontocetos son cazadores y los mysticetos filtradores que usan las barbas como filtros para extraer el plancton del agua. Pero no solamente por los dientes o barbas se distinguen estos dos grupos; los mysticetos son mucho más grandes que los odontocetos y tienen dos orificios en la nariz, mientras que la nariz de los odontocetos tiene un solo orificio.

El mysticeto más conocido en aguas costeras ecuatorianas es la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Esta ballena pasa los meses del invierno austral (junio a septiembre) en la costa del Ecuador donde tiene importantes sitios de concentración en zonas someras cerca de la Isla de la Plata, Manabí y cerca de Atacames en el sur de Esmeraldas. En estos dos lugares, las ballenas jorobadas dan luz a sus crías. Otra ballena de barba encontrada en aguas ecuatorianas es *Balaenoptera physalus*, el rorcual común o ballena de aleta (*fin whale*).

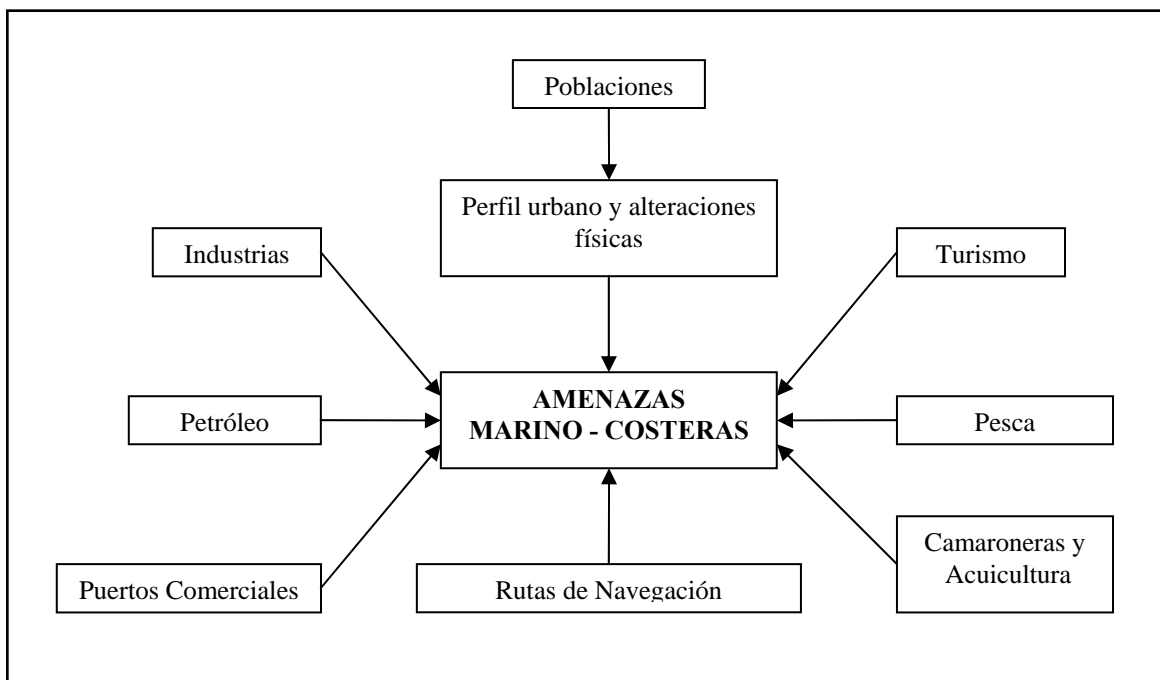
Los odontocetos están representados en el Ecuador por muchas especies, incluyendo: el cachalote, *Physeter macrocephalus*, la ballena asesina, *Orcinus orca* y varias especies de delfines como el bufeo, *Tursiops truncatus*.

Los pinnípedos (focas y lobos marinos) son animales anfibios, adaptados para vivir en el agua y en la tierra. En el agua se alimentan y en la tierra se aparean y crían a sus cachorros. Como adaptación a la vida acuática desarrollaron un pelaje más denso que lo de mamíferos terrestres y poseen de una capa de grasa y músculos delgados debajo de la piel con los cuales pueden cambiar la configuración de la piel y así reducir la resistencia en el agua. Los lobos marinos a veces aparecen en la costa del Ecuador, principalmente en la Isla Santa Clara, La Punta Santa Elena, y en la Isla de la Plata.

Hoy en día, la intensa pesca y la contaminación de los mares son las mayores amenazas para los mamíferos marinos. Ballenas, delfines, y lobos marinos caen en redes de la pesca artesanal e industrial en grandes cantidades y también chocan con barcos. En el Ecuador, alrededor del 80% de los varamientos que se han registrado son a causa de impactos de mamíferos marinos con redes de la pesca o con barcos grandes.

## 5. AMENAZAS Y FACTORES POSITIVOS

Las amenazas son el principal componente para evaluar la aptitud de las áreas para la conservación y, como tal, el análisis cartográfico de sus impactos es un paso fundamental para el diseño de un plan de conservación. Las amenazas fueron identificadas y agrupadas en cinco clases: 1) Contaminación, 2) Turismo, 3) Extracción, 4) Alteraciones Físicas y 5) Población (Figura 9). Cada uno de estos grupos fue analizado y procesado en varias capas de información georeferenciada, el efecto de las amenazas sobre los diferentes sistemas marino-costeros se encuentra resumido en el Anexo 3



**Figura 9.** Diagrama de flujo de las diferentes fuentes de amenaza en el Ecuador. En la figura, se mencionan las categorías de amenazas que fueron consideradas

Esta clasificación de amenazas no incluye todos los riesgos posibles y debe considerarse como un análisis general. Por ejemplo, introducción de especies exóticas, contaminación agrícola y minera, y dragado de canales y puertos son algunos de los factores que no están considerados en el análisis.

Además de las amenazas, se consideraron tres tipos de factores positivos, los cuales mejoran la aptitud potencial de un área. Estos factores son: la presencia de áreas protegidas (parques, reservas, etc.) y la presencia de alta biodiversidad.

## 5.1 Metodología

### 5.1.1 Impacto Poblacional

La población humana del Ecuador está concentrada cerca de la costa. El 39 % del territorio nacional se encuentra a menos de 100 km de la costa y allí vive el 58 % de la población. La zona costera, incluida la plataforma continental, es de gran importancia en la economía nacional (Figura 10)

**Figura 10.** Imagen satelital. Invasión de manglares en la ciudad de Guayaquil

En la zona litoral de Ecuador se encuentran cuatro provincias con frente costero, cuyas poblaciones se quintuplicaron en la segunda mitad del siglo pasado, y se prevé que lleguen a casi 13 millones en el año 2030. Ochoa *et al.* (2000), identificó que en el año 2000 el Golfo de Guayaquil concentraba el 65,5 % de la población total de los cantones costeros. Según el censo del 2001 el Cantón Guayaquil concentra la mayor población de la costa con 2.039.789 habitantes, le siguen en tamaño Portoviejo y Machala. Se estima que los cantones de Machala, Huaquillas, Atacames, Salinas y Durán multiplicarán su población más de 10 veces entre 1974 y 2030. Este incremento poblacional genera fuertes demandas por recursos como: espacio (para vivienda permanente y vacacional, e infraestructura) agua, alimentos y tierra.

Se han desarrollado importantes polos de desarrollo en todas las provincias, los más notables son: Esmeraldas (actividad portuaria, desarrollo urbano, turístico y petrolero), Manta y Bahía de Caráquez (actividad portuaria e industrial, y desarrollo urbano y turístico), el área norte de la península de Santa Elena (actividad portuaria e industrial, desarrollo urbano, turístico y petrolero) y en la provincia del Oro la ciudad de Machala (actividad portuario e industrial) (Mapa 12)

El incremento poblacional trae consigo graves problemas ambientales producidos, principalmente, por los frecuentes asentamientos humanos y construcciones (vivienda e infraestructura) en áreas costeras. Este evento puede generar un constate incremento de los procesos erosivos de playas, fragmentación de hábitats, incremento de la producción de desechos domésticos e industriales y la explotación intensiva de muchos recursos marinos. Estas actividades provocan una alteración del equilibrio de los ambientes costeros.

### 5.1.2 Contaminación

Aún cuando la mayoría de contaminantes se dispersan al llegar al mar, los estuarios y las bahías son los primeros receptores de las aguas servidas municipales, las escorrentías urbanas y agrícolas, los efluentes de la acuicultura y los desechos químicos industriales. La zona litoral de poca profundidad es la más afectada por la contaminación, especialmente cerca de las grandes ciudades.

En el Ecuador, ninguna población de la costa cuenta con un sistema para el tratamiento adecuado de las aguas servidas. Los químicos industriales y agrícolas y la materia orgánica de los desechos domésticos están depositados en los sedimentos de los estuarios y bahías o son levemente diluidos en el agua. La eutroficación y contaminación de las aguas costeras y los crecientes niveles de materiales tóxicos en los sedimentos constituyen un riesgo a la salud pública y una amenaza a la productividad y la diversidad de esta zona tan importante para la pesca y el turismo (Majluf 2002). Además, los químicos tóxicos pueden ser transmitidos a través de las cadenas alimenticias en los ecosistemas. Los organismos acuáticos son particularmente vulnerables a los efectos de contaminantes disueltos o suspendidos en el agua, en especial aquellos organismos sedentarios o sésiles que respiran por branquias o se alimentan por filtrando.

La contaminación de los sistemas marino-costeros proviene de muchas fuentes, pero la mayor parte de los contaminantes tienen su origen en las actividades humanas en tierra. Solo el 20 % de la contaminación de los océanos proviene de las actividades en las zonas oceánicas (por ejemplo, tráfico de embarcaciones o explotación petrolera y minera) (Majluf 2002). Todas las actividades humanas contribuyen a la contaminación del mar, incluyendo los sectores pesquero y turístico.

Los efectos más evidentes de la degradación ambiental de los sistemas marinos – costeros están concentrados en la zona intermareal, los estuarios y las aguas someras cerca de la costa debido a que la mayor parte de las actividades humanas se concentran en esta zona. Generalmente, los esfuerzos para contrarrestar la degradación del medioambiente marino ocurren en el punto afectado cuando, en realidad, las medidas deberían enfocarse al control de las fuentes.

### **Contaminación de origen doméstico**

Los desechos domésticos residuales de las poblaciones costeras son descargados directa o indirectamente en los ríos de la zona costera (Hurtado, 1995). Por lo tanto, con una estimación de la población costera, se puede inferir el impacto de la contaminación doméstica sobre los ecosistemas marino - costeros (Foto 17)

**Foto 17.** Contaminación doméstica Provincia de Esmeraldas, San Lorenzo

Se obtuvo información demográfica parroquial (nivel más fino de información al que se pudo acceder) estimada para el año 2001 a partir del VI censo de población y V de vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). La información se recopiló utilizando el portal de Internet del INEC.

La información demográfica se integró con la división política correspondiente y se generó un mapa político con la información poblacional, la ubicación de los centros poblados, y los polígonos de las ciudades más importantes en el área de estudio. Los mapas de DINAREN, escala 1:250.000, y los mapas de proyección del borde costero generados por Ochoa *et al.* (2000), sirvieron como insumos para realizar un mapa de la división de los impactos de contaminación doméstica a lo largo de la línea costera.

Se consideraron cuatro categorías para establecer el impacto de contaminación por descargas domésticas en la línea costera: *Muy alta*, *Alta*, *Media* y *Baja*. Se estableció como *Muy alta* a las parroquias donde la población excedió los cien mil habitantes, *Alta* entre 50.000 y 100.000 habitantes, *Media* entre 10.000 y 50.000 habitantes y *Baja* menos de 10.000 habitantes. Para los casos específicos de poblaciones grandes como Guayaquil, Manta y Esmeraldas, donde la información parroquial no refleja la realidad demográfica, se utilizó el mapa de polígonos de ubicación de ciudades, y a la franja costera correspondiente a la ciudad se le atribuyó la más alta categoría.

El impacto de la contaminación no está restringido a la zona directamente adyacente a los centros poblados, sino que los contaminantes se acumulan en las bahías y estuarios debido a la limitada circulación del agua. Con la información analizada y valorada, se realizó, con el programa *ArcView*, una capa de información (mapa) donde el impacto geográfico de la contaminación doméstica se representa por una serie de zonas de amortiguamiento (*buffers*) alrededor de los centros poblados. El tamaño del *buffer* se relacionó con la intensidad y dispersión de los contaminantes.

Se graficó un *buffer* para la categoría *Baja* de 2 km de radio desde el centro de origen. Este *buffer* fue dividido en dos anillos, el primero de 1 km de ancho, con un peso asignado de 2, y el segundo con un peso de 1 hasta los 2 km de distancia.

La categoría *Media* tiene un *buffer* de 5 km, dividido en 3 anillos: el primero de 1 km de ancho desde el origen, con un peso de 3; el segundo hasta los 3 km, con un peso de 2; y el tercero hasta los 5 km de distancia, con un peso de 1.

La categoría *Alta* tiene un radio de 10 km desde el origen, dividido en 4 anillos: el primero de 1 km, con un peso de 4; el segundo hasta los 3 km, con un peso de 3; el tercero hasta los 6 km, con un peso de 2; y el cuarto hasta los 10 km de distancia con un peso de 1.

Para la categoría *Muy alta* se hizo un *buffer* de 20 km, dividido en 4 anillos: el primero de 4 km, con un peso de 4; el segundo hasta los 6 km, con un peso de 3; el tercero hasta los 10 km, con un peso de 2; y el cuarto anillo hasta los 20 km, con un peso de 1.



El crecimiento de la población en la zona costera de Ecuador es alarmante y esta incrementándose. Esta amenaza es la más difícil de controlar y, por ende, la que tiene más relación con la futura destrucción de hábitats y extracción de recursos. Por estas razones, el impacto de la población humana fue multiplicado por 5 puntos, considerando a este valor como el más alto en la escala de impactos producidos por amenazas. Este valor fue analizado y propuesto en el taller de expertos realizado en Quito en abril del 2004.

Las zonas con mayor impacto causado por la contaminación doméstica coinciden con polos de desarrollo urbano. Guayaquil es la ciudad costera con mayor producción de desechos domésticos, también se puede mencionar a las poblaciones de Santa Elena, Salinas y La Libertad, en la provincia de Manabí, a Manta y la zona del estuario del Chone y en Esmeraldas a Atacames y Esmeraldas (Mapa 12)

### **Contaminación de origen industrial**

La información utilizada en los análisis se obtuvo del Directorio Industrial proporcionado por el Ministerio de Comercio Exterior, Industria, Pesca y Competitividad de la República del Ecuador (2003). El Directorio es una base de datos, a nivel nacional, de todas las industrias de transformación registradas por ciudad y categorizadas de acuerdo al tipo de producto elaborado según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU). El Directorio no incluye actividades de producción como la agricultura o el cultivo de camarón. Se utilizó únicamente la información descrita para ciudades costeras, es decir, las ciudades que quedaron circunscritas dentro de un área de 50 km a partir de la línea de costa.

Para determinar el impacto de contaminación se agrupó a las industrias según los tipos de desecho que producen en: *Muy alto*, *Alto*, *Medio* y *Bajo*.

- *La categoría Muy alto* incluye a todas las industrias con efluentes industriales con niveles mayores a los permisibles de DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), o metales pesados (Encalada, 1991; Ministerio de Ambiente, 2003). En esta categoría se incluyen a industrias de fertilizantes, farmacéuticas, mataderos, goma animal, fundición, refinación y procesamiento de hidrocarburos, curtiembres, lácteos, harina de pescado, textil y papel.
- *La categoría Alta* incluye las industrias de productos plásticos, algunos alimentos, jabones y detergentes, y las industrias de la madera.
- *La categoría Media* incluye las industrias de materiales de construcción, manufactura, imprentas, y algunos productos químicos.
- *La categoría Baja* incluye industrias de confección y algunos alimentos.

Para cada ciudad costera, se obtuvo un impacto industrial total al sumar todas las industrias en todas las categorías, ponderando el impacto de cada industria según su categoría de la siguiente manera: muy alto impacto multiplicado por cuatro, alto por tres, medio por dos, y bajo por uno.

Esta información generó un mapa donde los valores de los puntos representan el impacto total de las industrias. Sin embargo, para evaluar el impacto de la contaminación sobre los ambientes marinos, los puntos fueron desplazados al lugar de desembocadura en el mar, utilizando las capas de información de las cuencas hidrográficas y ríos.

Para la contaminación de origen industrial, se realizaron zonas de amortiguamiento (*buffers*) alrededor del punto de origen (la desembocadura).

Donde el valor total de la industria fue entre 1 y 5 puntos (es decir, un impacto total bajo), se graficó un *buffer* con radio de 1 km con un peso asignado de 1 punto.

Donde el valor total de la industria fue entre 6 y 10 puntos (impacto medio), se hizo un *buffer* de 5 km, dividido en 3 anillos: el primero de 1 km con un peso de 3; el segundo hasta los 3 km, con un peso de 2; y el último hasta los 5 km, con un peso de 1.

Donde el valor total de la industria fue entre 11 y 100 puntos (impacto alto), se hizo *buffer* de 10 km, dividido en 3 anillos: el primero de 3 km con un peso de 3; el segundo hasta los 6 km con un peso de 2; y el tercero hasta los 10 km, con un peso de 1.

Donde el valor total de la industria fue mayor de 100 puntos (impacto muy alto), se hizo un *buffer* de 20 km, dividido en 4 anillos: el primero hasta los 3 km, con un peso de 4; el segundo hasta los 6 km, con un peso de 3; el tercero hasta los 10 km, con un peso de 2; y el cuarto hasta los 20 km, con un peso de 1.

Finalmente, se asignó un *buffer* especial para la zona de Guayaquil de 50 km, dividido en 4 anillos: el primero de 10 km, con un peso de 4; el segundo hasta los 20 km, con un peso de 3; el tercero hasta los 30 km, con un peso de 2; y el cuarto hasta los 50 km, con un peso de 1.

Los valores asignados a la contaminación industrial fueron multiplicados por 4 puntos, refiriéndose a un orden jerárquico de importancia propuesta en el taller de expertos realizado en Quito, abril 2004.

El impacto producido por la contaminación de industrias se encuentra distribuido a lo largo de toda la costa. La provincia del Guayas cuenta con el mayor número de industrias en relación al resto del país, entre las que se destacan cinco ciudades: en el Guayas, Guayaquil y La Libertad; en Manabí, Manta y Jaramijó; y en el Oro las industrias se encuentran concentradas en Machala y Jambelí. La provincia de Esmeraldas, pese a no tener un desarrollo industrial muy importante, en relación a las otras provincias, se encuentra afectada principalmente por la industria petrolera, como ocurre en la ciudad de Esmeraldas donde está ubicada la refinería de mayor importancia del país (Mapa 13)

### **Contaminación por actividades petroleras**

En la costa ecuatoriana, las áreas con mayor riesgo de contaminación por derrames de petróleo son Esmeraldas, Manta, la Península de Santa Elena y el Golfo de Guayaquil (incluyendo los estuarios y los puertos de Guayaquil y Bolívar). Se estima que el Río Guayas y el Estero Salado reciben una descarga de 200.000 galones de aceite por año (CPPS 2000, en Majluf 2002) y que la fuente de contaminación por petróleo corresponde a

los vertimientos accidentales, los que ocurren, por lo general, en áreas de difícil navegación (Escobar *et al.* 1988, en Majluf 2002).

Las amenazas provenientes de actividades petroleras son de origen operativo, especialmente durante las actividades de cargue y descargue de petróleo y sus derivados. Por lo tanto, al determinar la ubicación de las diferentes fases de explotación, producción, transporte y almacenamiento se puede evaluar y establecer zonas de alto riesgo de contaminación.

Petroecuador (2003), elaboró el mapa petrolero (de difusión pública) que cuenta con información de ubicación de refinerías, oleoductos, gasoductos, centrales de almacenamiento, rutas de transportación marítima de los productos elaborados, pozos en exploración, explotación y licitación. El mapa petrolero ecuatoriano se digitalizó y se integró al sistema de información geográfica de este estudio (Mapa 21).

Los pesos que se otorgaron a las diferentes fuentes de amenazas petroleras fueron: plataformas petroleras, 2 puntos; bloques y campos petroleros, 1 punto; tanques de almacenamiento, 2 puntos; refinerías, 4 puntos; y plantas eléctricas o de gas, 3 puntos. Estos valores fueron multiplicados por 1 punto, según la escala de ponderación propuesta en el taller de expertos realizado en Quito, abril 2004.

### **5.1.3 Turismo**

Las actividades turísticas están afectando algunas de las características naturales de los ecosistemas y los organismos marinos por un proceso de degradación paulatina. En algunos casos, se ve una degradación acelerada por actividades descontroladas que no respetan la capacidad de carga de los ambientes marino - costeros.

La contaminación y perturbación de las playas, el contacto indebido con organismos marinos, la destrucción de los arrecifes, fondos y bajos marinos por el anclaje, y la producción de desechos líquidos y sólidos que son vertidos al mar sin tratamiento adecuado son los principales impactos del turismo en la costa ecuatoriana. Este deterioro progresivo está asociado con la demanda de uso y acelerado desarrollo de la infraestructura hotelera que, en muchos casos, provoca la destrucción de zonas de gran valor natural por la introducción de nueva infraestructura turística sin tomar en consideración la necesidad de conservar el entorno natural.

Las principales fuentes de información de la intensidad de la actividad turística en el litoral ecuatoriano fueron los mapas de proyección del borde costero generados por (Ochoa *et al.* 2000) y las estadísticas recopiladas por el Ministerio de Turismo (2003), a través de: encuestas realizadas en las principales ciudades del país sobre los lugares costeros más visitados por turistas nacionales durante tres períodos (julio a septiembre y octubre a diciembre 2002, y enero a marzo 2003) y información de la oferta turística en la zona costera, es decir, el número de establecimientos de alojamiento para turistas en las poblaciones costeras.

Los datos estadísticos sobre los lugares costeros más visitados por turistas nacionales se clasificaron en cuatro categorías de acuerdo al número de visitantes por período: *Muy alta*,

más de 100.000 visitantes; *Alta*, 50.000 a 100 000; *Media*, 10.000 a 50.000; y *Baja*, menos de 10.000 turistas.

Tomando en cuenta estas fuentes de información y las observaciones personales de los técnicos de este proyecto, se dividió al borde costero en tramos de acuerdo a la intensidad de la actividad turística en dos tipos: turismo selectivo y turismo masivo (Ochoa *et al.* 2000). Algunas playas con turismo selectivo son: Los Frailes en el Parque Nacional Machalilla, Same y Mompiche en la provincia de Esmeraldas. En relación al turismo masivo, este ocupa la mayoría de las playas del Ecuador, especialmente en épocas de feriados, fines de semana y vacaciones escolares. Algunas playas especialmente impactadas por un turismo masivo son: Jambelí en la provincia del Oro. Salinas y Playas en la provincia del Guayas. Manta, Puerto López, y Bahía de Caráquez en la provincia de Manabí, y Atacames y Súa en la provincia de Esmeraldas. Se otorgó 3 puntos al turismo masivo y dos puntos para el turismo selectivo y para zonas de uso residencial/vacacional (Mapa 20).

Adicionalmente, se ubicaron los sitios en los que se realizan actividades de buceo y snorkel recreativo en el litoral ecuatoriano (INEFAN *et al.* 1998; ECOLAP 2000; Ochoa *et al.* 2000). La mayoría de estos lugares se encuentran en ecosistemas frágiles del Parque Nacional Machalilla. Estos sitios recibieron una puntuación de 2 (Mapa 20).

Los valores asignados para el turismo fueron multiplicados por 2 puntos, la ponderación propuesta en el taller de expertos realizado en Quito, abril 2004.

#### **5.1.4 Extracción**

La extracción de los recursos marinos (industrial y artesanal) sin control en las zonas intermareal y submareal es una amenaza seria a la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas marino - costeros. Es importante recordar que toda actividad extractiva produce impactos sobre los ecosistemas y que afecta a muchos organismos incluyendo los que no son blancos directos de la extracción. En general, las especies explotadas demuestran cambios en su estructura poblacional, con una reducción en el número y tamaño de los individuos, la interrupción de la frecuencia de tallas y la reducción de la edad de madurez sexual. Otras especies que no son objeto directo de la explotación mueren incidentalmente o sufren por cambios en la cadena alimenticia.

En el Ecuador continental existen flotas pesqueras artesanales e industriales que concentran mayormente su esfuerzo en la captura de peces y crustáceos que son destinados al mercado interno y externo. De acuerdo a las estadísticas oficiales sobre desembarques pesqueros (INP, 1999), la pesca artesanal e industrial se sustenta principalmente en 118 especies que corresponden a una cuarta parte de la diversidad de peces marinos conocidos para el Ecuador.

La falta de control y reglamentación de las actividades pesqueras es notable. La ausencia casi total de información básica sobre la biología, ecología y estadísticas pesqueras de las especies comerciales en Ecuador constituye un serio impedimento para la implementación de programas de manejo y alternativas de extracción. El vacío de información es, por supuesto, peor para las miles de especies sin importancia económica. La falta de información para un manejo adecuado de la pesca es un factor importante en la

degradación de los ecosistemas marinos. Para algunas especies, puede existir un estado de sobre explotación pero la ausencia de información poblacional impide determinar definitivamente el estado de conservación. Por ejemplo, en Manabí y Esmeraldas, los moluscos *Spondylus princeps* y *Spondylus calcifer* han sido blanco de una pesca intensiva y alarmante durante los últimos diez años, pero no existen datos biológicos, ecológicos ni pesqueros que permitan evaluar las consecuencias de esta actividad, aunque los mismos pescadores informan de la declinación poblacional de estas dos especies. Otros moluscos que posiblemente están en peligro de sobre explotación son la pata de mula (*Anadara grandis*), que actualmente esta siendo explotada en estado juvenil, y el ostión de manglar (*Ostrea columbiensis*) que aparentemente ha desaparecido de los manglares en gran parte de la costa. Cabe mencionar que otra especie de ostión (*Ostrea corteziensis*) aparentemente desapareció durante la época precolombina cuando fue blanco de una explotación masiva.

Algunas especies de peces también han sufrido los efectos de una pesca sin control como es el caso del pez sierra, *Pristis perotteti*, el cual prácticamente ha desaparecido de bahías y estuarios desde hace algunos años. El mismo camino sigue el mero, *Epinephelus itajara*, cuyas poblaciones han sido mermadas en los últimos años, principalmente como efecto de la pesca de arpón. Adicionalmente, el mero es una especie protoginia (es decir inicia su fase de desarrollo como hembra y, una vez que alcanza una talla determinada tiene una reversión de sexo) razón por la cual, los individuos de mayor tamaño que constituyen el blanco preferido de pescadores son generalmente machos. Esto produce un desequilibrio en las poblaciones y podría estar afectando a la viabilidad de la especie en el futuro.

### **Pesca artesanal**

La pesca artesanal incluye principalmente artes de pesca como el enmalle, anzuelos, arpón y recolección manual.

Los pescadores artesanales con un sector heterogéneo y puede cambiar de tamaño, composición y de una provincia a otra, dependiendo del peso que tenga la pesca para la economía local. Por lo menos hay 56.058 pescadores artesanales distribuidos en 138 caletas o puertos pesqueros. El 66 % de las 15.514 embarcaciones de pesca artesanal posee motor fuera de borda o estacionario (Villegas *et al.* 2005)

La mayor cantidad (40 %) de pescadores artesanales se encuentran en la provincia de Manabí, donde la mayoría de embarcaciones cuentan con un motor fuera de borda que les permite desplazarse grandes distancias en sus faenas pesqueras. En la provincia de Esmeraldas, aunque hay mayor número de pescadores que en la provincia de El Oro, menos de la mitad de las embarcaciones poseen motores por lo que el desplazamiento en sus faenas pesqueras puede ser limitada.

Casi todas las comunidades animales de la zona intermareal reciben presión constante por la recolección de ciertas especies para el autoconsumo o para la venta. Los pescadores y recolectores artesanales tienen un impacto decisivo en la estructura de estas comunidades. En los lodazales, la recolección esta dirigida a la pata de mula (*Anadara grandis*), concha prieta (*Anadara similis* y *A. tuberculosa*) y a las almejas (*Chione subrugosa* y *Protothaca asperrima*), las zonas de mayor extracción son el Archipiélago de Jambelí, el Estuario del Río Muisne y la zona de San Lorenzo. La captura del cangrejo rojo (*Ucides occidentales*)

es otra actividad importante que se concentra principalmente en las áreas de manglar de las provincias de El Oro y Guayas, lamentablemente no existen datos sobre la extracción total anual. En el intermareal rocoso, los pulpos y una gran cantidad de moluscos pequeños (*Chiton stokesi*, *Thais* spp., *Leucozonia cerata*, *Fissurella virescens*, y otras) son los blancos principales, pero hemos visto también la extracción de los bivalvos perforadores en la zona intermareal rocosa. En algunos lugares, las pequeñas almejas coquina (*Donax* spp.) son cosechadas en las playas de arena

En la zona submareal, la pesca artesanal ahora incluye buzos que explotan no solamente los peces, sino también los gasterópodos y bivalvos grandes, pulpos, langostas y otras especies (e.g., los corales) para el mercado turístico. La pesca de arpón se realiza en fondos rocosos poco profundos, este tipo de pesca tiene una mayor intensidad en la Provincia de Esmeraldas, dentro de la zona de los fondos de roca en Atacames y también en Galera-Cabo San Francisco. En la provincia de Manabí este tipo de arte de pesca ha mermado poblaciones importantes de peces grandes y macroinvertebrados como se puede evidenciar en el Parque Nacional Machalilla incluyendo a la Isla de La Plata. En la zona del Guayas, la pesca de arpón es una actividad no intensiva y se realiza en zonas específicas, como parte de la pesca deportiva (Mapa 16).

La flota artesanal es una de las principales responsables de la pesca de tiburones, particularmente del aleteo. En Ecuador se han registrado 38 especies de tiburones (pertenecientes a 13 familias), pero once especies (pertenecientes a cinco familias - Alopiidae, Carcharhinidae, Lamnidae, Sphyrnidae y Triakidae) constituyen el principal componente de la captura. Está prohibida la pesca dirigida a tiburones, permitiéndose solamente el aprovechamiento de captura incidental. Los pescadores artesanales del continente tradicionalmente han aprovechado todo el animal, sin embargo la creciente demanda por aletas incentiva el aleteo

La fuente utilizada para establecer la capa de información sobre actividad pesquera artesanal en Ecuador fue Ormaza & Arriaga (1999). Se ingresó en una base de datos el número de pescadores y embarcaciones, artes y especies objeto de la pesca de todas las caletas pesqueras. Esta información se incluyó en el sistema de información geográfico del presente estudio (Foto 18).

**Foto 18.** Pesca artesanal de enmalle, Provincia de Esmeraldas, Bahía de Súa

Se consideró que la zona impactada por la actividad pesquera artesanal (pesca de enmalle y pesca con línea de mano) se extiende desde la línea costera hasta los 30 km. Esto es la distancia máxima generalmente alcanzada por las embarcaciones artesanales (Pedro Jiménez, com. per.). Esta zona se dividió en tres partes según la batimetría: de 0 a 50 m de profundidad, considerada como impacto alto, con un peso de 3; de 50 a 100 m, impacto medio, con un peso de 2; y de 100 a 200 m, impacto bajo, con un peso de 1 (Mapa 15).

El valor de ponderación asignado para la pesca artesanal fue de 3, según lo propuesto en el taller de expertos realizado en Quito, abril 2004.

### **Pesca industrial**

La pesca industrial incluye la pesca de cerco de pelágicos pequeños y pelágicos grandes, la pesca de arrastre de camarón y la pesca de peces demersales.

#### ***Pesca de cerco***

##### ***Peces pelágicos pequeños***

Estos son capturados principalmente por la flota cerquera industrial, la zona de pesca se extiende, en forma general, desde el Golfo de Guayaquil hasta frente a la costa de Manabí. La flota se compone de aproximadamente 143 barcos, de los cuales un porcentaje pasan a la inactividad durante los períodos en que disminuye la disponibilidad de peces pelágicos pequeños o desarrolla faenas de pesca para capturar peces demersales; desconociéndose en la actualidad el número de embarcaciones sardineras que se dedican a la captura de éstos.

Las capturas están conformadas principalmente por cinco especies *Sardinops sagax* (sardina), *Scomber japonicus* (macarela), *Trachurus murphyi*(jurel), *Ophistonema* spp (pinchagua) y *Cetengraulis mysticetus* (chueco)

En general existe una amplia disminución de la abundancia y disponibilidad de los peces pelágicos pequeños en las áreas tradicionalmente explotadas por la flota cerquera, paralelamente a la disminución de la biomasa de sardina y macarela, especies cuyas poblaciones son compartidas entre Ecuador y Perú, siendo esta situación un claro indicador de la declinación de las poblaciones explotadas.

##### ***Peces pelágicos grandes.***

Estas son especies que se caracterizan por ser transzonales y altamente migratorias. La flota cerquera atunera de Ecuador está constituida por 106 embarcaciones y las especies objetivo son: *Thunnus albacares* (atún aleta amarilla), *Katsuwonus pelamis* (barrilete) y *Thunnus obesus* (atún ojo grande).

A través de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) se realizan los estudios para determinar la situación poblacional de los recursos, en esfuerzo pesquero y las condiciones oceanográficas; de tal manera que se genera un manejo regional que establece

regulaciones tales como cuotas anuales de captura, veda y limitaciones en la capacidad de acarreo de la flota, y prohibiciones temporales entre otras; siendo Ecuador parte de dicha Comisión.

Los mayores intereses de la flota atunera industrial están fuera de las áreas cercanas a la costa continental, al operar en función de las áreas de distribución del atún; esto implica que no compitan por áreas de pesca, con los pescadores artesanales y con la flota arrastrera camaronera.

Los peces pelágicos grandes también son capturados por la flota artesanal que se orienta a la captura de atunes, pez espada, picudos y dorado.

### ***Pesca de arrastre***

La pesca de arrastre se basa en la captura del camarón blanco que es objeto de una intensa explotación e incluye tres especies: *Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* y *L. occidentales*.

La flota arrastrera captura además de camarón blanco, otras especies de camarón: *Farfantepenaeus brevis* (camarón rojo), *F. californiensis* (camarón café), *Trachypenaeus buyrdi*, *T. similis pacificus* y *T. faoea* (camarones cebrá), *Xiphopenaeus riveti* (camarón pomada) y *Sicyona disdorsalis* (camarón pomada carapachudo)

Tradicionalmente la captura se realizó con barcos arrastreros y trasmallos artesanales. Sin embargo el desarrollo de la industria de cultivo de camarones generó operaciones de captura de larvas y reproductores, que generaron preocupación por su posible impacto en las poblaciones silvestres. El colapso parcial de la industria de cultivo de camarones producto del virus de la mancha blanca eliminó la necesidad de larvas silvestres, aunque aún se mantiene una muy pequeña pesquería por reproductores.

Según los registros de la Dirección General de Pesca, la flota arrastrera se compone de 215 embarcaciones, aunque se considera que entre las embarcaciones registradas y las efectivamente activas, existe una diferencia significativa; las estimaciones indican que – a partir del año 1998- las capturas totales anuales se mantienen inferiores a las 6.000 toneladas y que solamente durante los eventos El Niño se produce el incremento de las capturas; debido a las condiciones oceanográficas favorables para la reproducción y crecimiento del camarón, a lo que se une el desplazamiento de sus depredadores naturales.

Las áreas de pesca de la flota arrastrera camaronera están principalmente localizadas sobre la plataforma continental, incidiendo en los fondos blandos que son factibles de ser barridos con las redes de arrastre de fondo, gran parte de la flota se concentra en el Golfo de Guayaquil, frente a Manabí y Esmeraldas, en áreas que tienen profundidades entre aproximadamente los 2 y 68 metros; siendo el Golfo de Guayaquil el lugar donde se concentra mayormente la flota. Frecuentemente se puede encontrar restos de redes de arrastre atrapadas en fondos rocosos poco profundos, lo que implica la destrucción de hábitats submareales rocosos

### ***Pesca peces demersales***

En el Golfo de Guayaquil, las especies asociadas al fondo marino presentan una baja diversidad y alta abundancia, mientras que en la parte central hacia el norte de la costa,



existe una gran diversidad y baja abundancia. Se han registrado en la plataforma continental alrededor de 450 especies demersales, de las cuales se estima que unas 50 están siendo explotadas artesanalmente en forma continua, mediante el uso de las artes de pesca denominadas espineles o por redes de enmalle de fondo (Villegas *et al.* 2005).

Entre las especies más importantes dentro de este tipo de pesca se encuentran: *Paralabrax* spp (perela), *Larimus* spp. (barriga juma), *Prionotus* spp (gallineta), *Prepilus medius* (chazo), *Cynoscion* spp (corvina plateada), *Merluccius gayi* (merluza), *Selene* spp. – (carita), *Diplectrum* spp. (camotillo), *Mycteroperca xenarcha* (cherna), *Haemulopsis* sp. – (boquimorado), *Brotula clarkae* (corvina de roca), *Lutjanus* spp. (pargo), *Epinephelus* spp (colorado), *Lopophidium* spp (congrío), *Bagre* spp. (bagre), *Trachinotus* spp (pámpano), *Seriola* spp (Huayaípe) y *Paralichthys* spp. (lenguado)

La evaluación de la pesca industrial que opera en aguas costeras ecuatorianas se realizó a dos niveles: 1) el número de embarcaciones por puerto pesquero (Arriaga & Martínez, 2002) y 2) zonas de pesca por tipo de arte y especie objeto. Se clasificó a la intensidad de pesca en Alta, donde las embarcaciones superaron las 60 unidades por puerto; Media, entre 10 y 59 unidades; y Baja, menos de 10 embarcaciones por puerto pesquero. Para este análisis se utilizaron varias fuentes de información: descripciones de las zonas de pesca (Arriaga & Martínez, 2002; FAO, 2004), mapas de las zonas de pesca (INP, 1999; Chalen & Sandoval, 2002), y la información personal de Pedro Jiménez (2004). Se hizo capas de información de estas amenazas, graficando polígonos que representan las distintas zonas y tipos de pesca: pesca de arrastre (camarón y merluza), asignando un peso de 4; pesca de cerco (peces pelágicos grandes y pequeños), con pesos de 2, 3 o 4 según la zona y la intensidad de la pesca; y pesca de especies demersales (trasmallo y espinel de fondo), con un peso de 2. (Mapas 17, 18 y 19)

Para la pesca industrial, los pesos fueron multiplicados por un valor de ponderación que dependió del tipo de arte. A la pesca de arrastre se dio un valor de 4 y para la pesca de cerco y de demersales, un valor de 3 puntos. Estos valores fueron propuestos en el taller de expertos realizado en Quito, abril 2004.

### **5.1.5 Alteraciones físicas de la costa**

Las alteraciones físicas son más evidentes en la zona intermareal que en aguas más profundas, aunque la destrucción de ecosistemas no es tan evidente, pequeñas alteraciones físicas pueden tener grandes efectos sobre las comunidades bentónicas. Gran parte de la degradación ambiental en los sistemas marino-costeros puede atribuirse al aumento de la población en general y, especialmente, al de las comunidades costeras. Existen pocos reglamentos de control en el Ecuador sobre la alteración física de los sistemas marinos. Un resultado de esto es el crecimiento sin planificación de las zonas urbanas en la costa. La falta de planificación también ha permitido la desordenada proliferación de infraestructura pública y construcciones privadas en la línea costera, en muchos casos dentro de la zona intermareal (Foto 19).

La construcción de obras en las playas es común en casi todos los pueblos de la costa. En muchos casos, esta infraestructura está mal diseñada, produciendo cambios en los patrones de transporte de arena a lo largo de la playa e impactando negativamente en la fauna. Los

malecones, rompeolas y muros de contención frecuentemente destruyen la vegetación natural de las dunas, la zona de anidación de las tortugas marinas, la zona de alimentación de aves playeras, y el hábitat de los organismos pequeños (*e.g.*, cangrejos fantasmas)

**Foto 19.** Rompeolas, Provincia de Esmeraldas, Same - Casablanca

El hábitat costero marino que ha sufrido mayor modificación es el manglar. El mangle ha sido tradicionalmente utilizado para diferentes tipos de construcciones (*e.g.*, muelles, puentes, viviendas) y la producción de carbón. Así también las poblaciones costeras han utilizado sus recursos hidrobiológicos asociados como medio de subsistencia (principalmente cangrejos y conchas).

En Ecuador, según Ochoa *et al.* 2000, se ha perdido alrededor del 40 % de la superficie total de manglar durante los últimos 20 años. La destrucción de manglares, incluyendo los salitrales, ha ocurrido en casi todas las zonas estuarinas de la costa, causada principalmente, como consecuencia de la expansión de piscinas para el cultivo de camarones. Esta tendencia se detuvo debido al fuerte impacto del virus de la mancha blanca sobre la industria camaronera del Ecuador. Al momento los problemas de tala de manglar continúan en una escala mucho menor y están asociados a extracción de material para construcción.

La reducción de cobertura de manglar afectó grandemente la dinámica de los estuarios, y principalmente del estuario del Río Chone donde la deforestación es casi completa. Adicionalmente se deterioró la calidad de vida de los usuarios tradicionales y se incrementaron los conflictos entre usuarios por el acceso al uso de los recursos del manglar.

Otras alteraciones son el resultado indirecto de actividades extractivas, como la destrucción de arrecifes por redes de arrastre y el anclaje de barcos pesqueros y turísticos. Estos son problemas serios en ecosistemas intensamente visitados, especialmente arrecifes de coral y sitios de avistamiento de ballenas. El turismo es todavía una industria que crece casi sin reglamentación ni normas, y que podría acabar con los mismos recursos que busca explotar.

Información recogida durante la fase de campo en el litoral ecuatoriano sirvió de base para hacer una evaluación cualitativa del grado de alteración física de los sitios estudiados. Se recopiló la ubicación de muelles, embarcaderos, malecones, rompeolas, entre otras construcciones que, de alguna manera, alteran los ecosistemas marino-costeros. Esta información se complementó con datos publicados por Ormaza & Arriaga (1999).

Las localidades identificadas con algún tipo de alteración física se encuentran en poblaciones costeras. Los pesos asignados para cada alteración dependen del efecto que provoca cada una sobre los sistemas costeros. Se asignó a los embarcaderos un peso de 2 puntos; muelles, 2; malecones, 3; muros de contención, 3; y donde se identificaba en una misma localidad más de una alteración física, se asignó un peso de 4. (Mapa 14)

Estos valores se multiplicaron por 3 de acuerdo a la escala de ponderación propuesta en el taller de especialistas, Quito, abril 2004.

### **Camaroneras**

A través de imágenes satelitales y fotografías aéreas, se ubicaron las zonas destinadas a la actividad camaronera y acuicultura así como también los remanentes de manglar en el borde costero del Ecuador. Esta información también se incluyó en el sistema de información geográfica. Las zonas identificadas como camaroneras presentan un peso equivalente a 4 puntos. Este valor fue multiplicado por 4 puntos de acuerdo a lo propuesto en el taller de expertos, Quito, abril 2004. (Mapa 14)

### ***Rutas Marítimas y Puertos Comerciales***

Las rutas marítimas fueron graficadas de acuerdo a la distancia promedio que recorren buques nacionales e internacionales, unas 9 millas desde la costa (Cristian Suárez, com. pers.). Alrededor de estas rutas, se realizó un *buffer* de 1 km a cada lado lo que dio como resultado una zona de afectación de 2 km de ancho. El efecto de las rutas marítimas se clasificó en tres niveles: bajo para embarcaciones que circulan lejos de la costa, con un peso de 1; medio para embarcaciones que se acercan a puertos, con un peso de 2; y alto para las embarcaciones que ingresan en el Golfo de Guayaquil, con un peso de 3 puntos (Mapa 22)

Los pesos de esta amenaza fueron multiplicados por 2 puntos de acuerdo a la escala de ponderación propuesta en el taller de expertos, Quito, abril 2004.

Los puertos comerciales industriales fueron clasificados de acuerdo al número de embarcaciones (Arriaga. & Martínez 2002). Un nivel bajo fue considerado de 1-10 embarcaciones y en este caso se realizó un *buffer* de 1 km con un peso de 1. De 11 a 100 embarcaciones tuvo un nivel medio, con un *buffer* de 2 km alrededor del puerto y un peso de 1. Para el nivel más alto (Manta y Guayaquil), se consideró la presencia de más de 200 embarcaciones, con un *buffer* de 3 km y un peso de 2. Los pesos de los puertos comerciales se multiplicaron por 1 punto de acuerdo a la escala de ponderación propuesta en el taller de expertos, Quito, abril 2004.

### ***Factores Positivos***

Para los análisis de aptitud también se consideran factores positivos que podrían mejorar las perspectivas de conservación en ciertas áreas. En el análisis de aptitud consideramos dos factores importantes: el primero es la presencia de áreas protegidas declaradas y zonas con alta diversidad.

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas ha declarado 33 áreas en el Ecuador, de ellas 8 contienen elementos marino - costeros. La Reserva Ecológica Manglares Mataje, Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Muisne y Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, las tres están ubicadas en la UEM Tropical. En la UEM Mixta existen una mayor representación de áreas protegidas entre las que se encuentran, Parque Nacional Machalilla, la Reserva de Vida Silvestre Isla Santa Clara, estos dos últimos son los únicos con elementos marinos dentro del SNAP, también podemos mencionar la Reserva

Ecológica Manglares Churute, Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado y la Reserva Ecológica Arenillas (Mapa 23).

Existen seis sitios Ramsar en la costa continental del Ecuador, cuatro de ellas corresponden a porciones de APs (Anexo 4, modificado del *Anexo 4* de *Villegas et al.* 2005), los otros dos sitios Ramsar, La Segua e Isla Santay están en áreas de humedales consideradas prioritarias según el estudio de Wetlands, de estas zonas únicamente una se encuentra dentro del área de estudio, pero al no tener una categoría dentro del SNAP no fue considerada dentro de las áreas protegidas, sino como un área importante para la diversidad.

Otra capa positiva considerada es la presencia de zonas de altas diversidad identificadas por el equipo técnico marino. Las zonas de alta diversidad corresponden a los sitios que representan la mayor riqueza biológica según la categorización de sistemas, es decir el mejor ejemplo de cada tipo de sistema. Estas zonas son importantes no solo por su riqueza taxonómica, sino que también reflejan condición relativamente poco impactada por factores antrópicos. Por ejemplo los fondos rocosos de Atacames, son según nuestra experiencia, los más diversos de la UEM Tropical, mientras los fondos rocosos presentes en el Parque Nacional Machalilla son los más diversos de la UEM Mixta. En la zona intermareal destacan las playas de arena de Pedernales - Cojimíes y Canoa en la UEM tropical, mientras que en la UEM Mixta las playas de Jambelí presentan la mayor diversidad biológica (Mapa 24).

Otra capa de información que se intentó utilizar como una capa positiva para el análisis de aptitud fue la productividad primaria. Lastimosamente la información sobre este parámetro es limitada y no responden a la escala cartográfica utilizada en este proyecto. Sin embargo es importante considerar este tipo de información para proyectos posteriores sobre planificación marino - costero

Las áreas protegidas y las zonas con alta diversidad restan 5 puntos en cada caso, del impacto total de las amenazas antrópicas

## 5.2 Resultados

El resultado de la recopilación de información sobre las amenazas marino-costeras nos permite cartografiar la distribución y el efecto de 17 tipos de amenazas marino - costeras en Ecuador. Estas capas de información georeferenciada son el principal requerimiento para la evaluación de la calidad ambiental y forman la base del análisis de aptitud (Mapas 6 al 11).

## 6. VIABILIDAD / APTITUD

Según Groves *et al.* (2000), “la viabilidad se refiere a la habilidad de una especie para persistir por muchas generaciones, o en su caso, de una comunidad o sistema ecológico de persistir durante un período específico de tiempo”. Este concepto puede aplicarse a la viabilidad de una población o a ocurrencias de comunidades o sistemas. El análisis de viabilidad tiene como finalidad identificar las ocurrencias viables de los objetos de conservación (sistemas, comunidades y especies), aplicando criterios de tamaño, condición y contexto paisajístico (Groves *et al.* 2000). *Tamaño*, es una medida del área ocupada por un objeto y/o su abundancia o densidad poblacional. *Condición*, es la calidad de factores bióticos y/o abióticos, las estructuras, y los procesos que definen a los objetos de conservación. Los criterios para medir la condición incluyen el éxito y regularidad de reproducción, la presencia o ausencia de depredadores o competidores, el grado de impacto antrópico y la presencia de legados biológicos. El *Contexto paisajístico*, se refiere a la conectividad con otras poblaciones y la integridad de los procesos ecológicos y regímenes ambientales que las rodean.

El concepto de viabilidad en la evaluación ecorregional ha sido diseñado principalmente para sistemas, comunidades y especies terrestres en lugares donde existe un buen nivel de información biológica, ecológica e histórica sobre los objetos de conservación. En el caso de ambiente marinos en el Ecuador, el concepto de viabilidad es menos útil, especialmente porque la base de información es muy reducida y los procesos biológicos y ecológicos de sistemas y especies han sido muy poco estudiados.

Considerando que un análisis detallado de la viabilidad no fue posible, en la Evaluación Ecorregional (TNC *et al.* 2004), se realizó una evaluación geográfica de la aptitud (*suitability*). Este índice es muy efectivo para mantener los sitios prioritarios de conservación alejados de zonas con mayor impacto por actividades antrópicas, asumiendo que éstas son áreas más costosas de manejar y conservar, y donde las especies objetos tendrían una menor probabilidad de persistir. Este mismo concepto se aplicó dentro de este estudio.

### 6.1 Metodología

#### 6.1.1 Viabilidad

Para el análisis de la viabilidad el primer paso fue diferenciar los *registros* y *ocurrencias* de las especies objeto. Un *registro* se considera como una observación ocasional de una especie en una localidad pero no necesariamente representa una población estable o permanente. Una *ocurrencia* representa un reporte confiable de una especie en una localidad y generalmente hace referencia a una población o a una zona definida donde la especie cumple alguna función vital como alimentación, reproducción, anidación o descanso durante su desplazamiento migratorio.

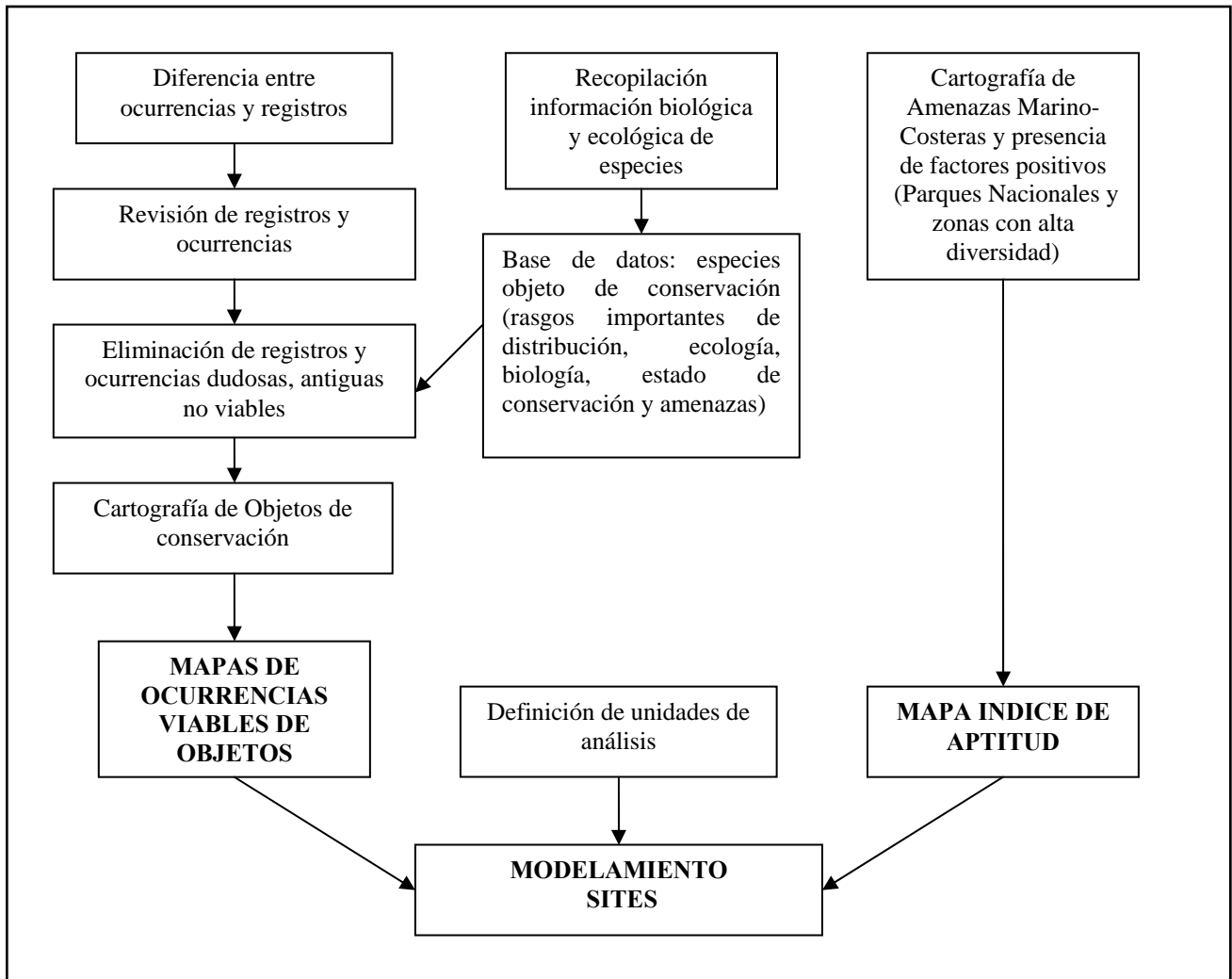
Se realizó una revisión de cada registro y ocurrencia de los objetos de conservación con especial énfasis para la zona norte del país. En este proceso, se seleccionaron los

registros y las ocurrencias más confiables, referentes a la fuente de información. No fueron considerados los registros u ocurrencias dudosas, con poca información del sitio de observación, o relativamente antiguas (más de 25 años). Un criterio adicional en la revisión de los registros fue en el caso de existir más de tres registros de un objeto en la misma localidad. Este factor convierte a los registros múltiples en ocurrencias. Muchos registros fueron eliminados, incluyendo registros de puertos pesqueros y varamientos de animales marinos.

### **6.1.2 Aptitud**

La herramienta de modelamiento *SITES* del programa SIG, *ArcView*, tiene la capacidad de dividir el área de estudio en unidades de análisis más pequeñas. Esto permite puntualizar los efectos negativos y positivos focalmente, en su área de distribución. En el Proyecto Evaluación Ecorregional, se emplearon unidades de análisis hexagonales de 150ha. Unidades del mismo tamaño y forma se usaron para la evaluación de toda la zona marino–costera de Ecuador Continental.

Se calculó el índice de aptitud, restando la sumatoria de los impactos cuantificados en base a sus efectos, y el valor cuantificado y sumado de los factores positivos en cada unidad de análisis. Empleando la herramienta *SITES* del programa *ArcView*, el resultado de este proceso biogeográfico fue el índice de aptitud cartográfico para cada unidad de análisis, bajo cuatro categorías: *Muy alta*, *Alta*, *Media* y *Baja* (Mapa 25, Figura 11).



**Figura 11.** Diagrama de flujo del proceso para obtener mapas de ocurrencias viables de los objetos y el *Índice de Aptitud* de cada unidad de análisis.

La cartografía de viabilidad y aptitud es un requerimiento importante para la utilización de la herramienta *SITES* y la selección del portafolio en este programa.

## 7. DEFINICIÓN DE METAS

### 7.1 Metodología

Las metas de conservación definen el tamaño y la distribución espacial de áreas protegidas necesarias para asegurar la conservación adecuada de cada objeto (sistema, comunidad o especie) dentro del área de análisis. Las metas se expresan en hectáreas (manglares y sistemas submareales), en metros (tramos intermareales y playas de anidación de tortugas), o en número de ocurrencias (especies y comunidades de aves). Idealmente, las metas para la conservación deberían basarse en información histórica de distribución o estimaciones de abundancia de los objetos antes de su explotación, comparada con información recopilada luego de ser explotados. Desafortunadamente, la mayoría de veces esta información no está disponible y se han utilizado las distribuciones actuales de los objetos (Beck & Odaya 2001); caso tomado para el Ecuador.

Hay dos enfoques para el establecimiento de metas de conservación en reservas marinas. El primero está centrado en identificar el tamaño del área de reserva requerida para la conservación de las poblaciones de especies comercialmente explotadas (Villegas *et al.* 2005). El segundo enfoque intenta establecer metas para conservar áreas considerando a toda la biodiversidad de la región. Nuestro análisis intenta este enfoque y cubrir toda la biodiversidad. Muchos estudios sugieren que las reservas marinas deben incluir del 10 al 40% de una región para ser herramienta efectiva de conservación. Este rango es útil como una guía preliminar, pero es necesario asignar metas individuales para cada objeto de conservación (sistemas, comunidades y especies), debido a que los objetos de conservación varían mucho en términos de su abundancia y vulnerabilidad. Es preciso también, estratificar la distribución geográfica de las metas, para asegurar una buena representación de los objetos en toda la zona, evitando una dependencia peligrosa en pocas o una sola reserva.

La metodología para determinar las metas de conservación sigue los procedimientos del *Proyecto Evaluación Ecorregional del Pacífico Ecuatorial* (TNC *et al.* 2004). La costa continental del país está estratificada con base en las Unidades Ecológicas Marinas (UEM) previamente definidas. Para los sistemas y comunidades objeto de conservación, hemos definido metas globales y metas dentro de cada UEM. En el caso de las especies objeto de conservación, sólo se emplearon metas globales.

Se empleó la Planificación Ecorregional Marina del Sur de California y la Evaluación Ecorregional Marina de Guayaquil (TNC, *draft summary* y TNC/Simbioe 2004) como modelos de proporción para calcular las metas de sistemas y objeto en la costa de Ecuador Continental. La meta global para cada sistema fue establecida basándose en el área total (ha) de cada sistema submareal y de manglar comparada con el área total de la zona de estudio, y la longitud total (m) de cada sistema intermareal comparada con la longitud total de la costa. Usando una escala logarítmica, se asignó una calificación de abundancia a los sistemas objeto de conservación; las calificaciones se resumen en la Tabla 4.



**Tabla 4.** Rangos empleados para la clasificación de abundancia global de los sistemas marino – costeros

| Calificación | Sistemas Submareales (ha) | Sistemas Intermareales (m) | Manglares (ha)      |
|--------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| Abundante    | > 250.000                 | >2.000.000                 | >1.000.000          |
| Común        | 25.000 - 250.000          | 200.000 – 2.000.000        | 100.000 - 1.000.000 |
| Poco Común   | 2.500 – 25.000            | 20.000 - 200.000           | No aplica           |
| Raro         | 250 – 2.500               | < 2.000                    | No aplica           |
| Muy raro     | < 250                     | No aplica                  | No aplica           |

El mismo procedimiento fue empleado para calificar la abundancia de sistemas submareales e intermareales dentro de cada UEM. Los resultados para las UEM se resumen en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Rangos empleados para la clasificación de abundancia de los sistemas marino – costeros en la UEM Tropical y la UEM Mixta.

| Calificación | Sistemas Submareales (ha) | Sistemas Intermareales (m) | Manglares (ha)      |
|--------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| Abundante    | > 100.000                 | >250.000                   | >1.000.000          |
| Común        | 10.000 - 100.000          | 25.000 – 250.000           | 100.000 - 1.000.000 |
| Poco Común   | 1.000 – 10.000            | 2.500 - 25.000             | No aplica           |
| Raro         | 100 – 1.000               | 250 - 2.500                | No aplica           |
| Muy raro     | < 100                     | No aplica                  | No aplica           |

Para las comunidades y las especies, las metas se establecieron fueron establecidas analizando el número de ocurrencias de cada objeto y su abundancia con la experiencia adquirida para este estudio. Al igual que en el *Proyecto Evaluación del Pacífico Ecuatorial*, se juntaron todas las ocurrencias de anidación de las cuatro especies de tortugas marinas como una “comunidad de anidación”, la cual se midió en tramos de playa (m). Esto fue necesario porque en algunos casos no se identificó la especie que hizo el nido. Las ocurrencias de tortugas en el mar se fueron tomadas como un punto de alimentación o, en el caso de *Lepidochelys olivacea*, como una zona (polígono) de alimentación.

En relación a la lista de especies objeto, algunas de ellas reciben inicialmente una meta de 0 porque se considera que serán capturadas en el portafolio por sus sistemas. Durante las corridas preliminares del programa de selección del portafolio SITES, estos resultados fueron verificados y se definió una meta para la especie que no fue considerada adecuadamente en el análisis del portafolio.

Se calculo las metas como un porcentaje de la cantidad (hectáreas, metros, u ocurrencias) de cada objeto, bajo cinco categorías: *Abundante*, *Común*, *Poco común*, *Raro*, *Muy raro* (Tabla 6).

**Tabla 6.** Porcentajes empleados para calcular metas de conservación para sistemas, comunidades y especies objeto.

| Calificación | Meta       |
|--------------|------------|
| Abundante    | 20%        |
| Común        | 30%        |
| Poco común   | 50%        |
| Raro         | 60%        |
| Muy raro     | 75% o 100% |

En el caso de los manglares, aunque éstos se califican como comunes o abundantes, se aplicó una meta del 50 % de su área, debido a la destrucción masiva de manglares durante los últimos 25 años y al alto nivel de fragmentación que presenta este sistema.

## 7.2 Resultados

Las metas preliminares para los sistemas, comunidades, y especies objetos de conservación se resumen en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Metas preliminares de sistemas, comunidades y especies objeto

| TIPO        | SISTEMA, COMUNIDAD, GRUPOS | CLASIFICACIÓN, ESPECIES                                | SUPERFICIE, OCURRENCIA (ha, m, oc) | DISTRIBUCIÓN | META CONSER. (%) | META CONSER. (ha, m, oc) |
|-------------|----------------------------|--|------------------------------------|--------------|------------------|--------------------------|
| Intermareal | Playa arena, Total         |  | 703.181                            | común        | 30               | 210.955                  |
|             |                            | Playa de arena, UEM Tropical                           | 280.442                            | común        | 30               | 84.133                   |
|             |                            | Playa de arena, UEM Mixta                              | 279.428                            | común        | 30               | 83.829                   |
|             |                            | Playa de arena, UEM Tropical, influencia de agua dulce | 93.459                             | poco común   | 50               | 46.730                   |
|             |                            | Playa de arena, UEM Mixta, influencia de agua dulce    | 49.852                             | poco común   | 50               | 24.926                   |
|             |                            | Playa de roca, Total                                   | 203.186                            | poco común   | 50               | 101.593                  |
|             |                            | Playa de roca, UEM Tropical                            | 101.395                            | común        | 30               | 30.419                   |
|             |                            | Playa de roca, UEM Mixta                               | 98.108                             | poco común   | 50               | 49.054                   |
|             |                            | Playa de roca, UEM Tropical, influencia de agua dulce  | 3.683                              | raro         | 60               | 2.210                    |

|           |  |         |            |    |         |
|-----------|--|---------|------------|----|---------|
|           | Playa de limo,<br>Total  | 688.622 | común      | 30 | 206.587 |
|           | Playa de limo, UEM<br>Mixta  | 73.152  | poco común | 50 | 36.576  |
|           | Playa de limo, UEM<br>Tropical, influencia<br>de agua dulce                | 61.940  | poco común | 50 | 30.970  |
|           | Playa de limo, UEM<br>Mixta, influencia de<br>agua dulce                   | 553.530 | abundante  | 20 | 110.706 |
|           | Manglar, Total   | 144.441 | abundante  | 50 | 72.221  |
|           | Manglar, UEM<br>Tropical   | 22.421  | común      | 50 | 11.211  |
|           | Manglar, UEM<br>Mixta  | 122.020 | abundante  | 50 | 61.010  |
| Submareal | Bajo rocoso 0 a<br>50m, Total  | 8.646   | poco común | 50 | 4.323   |
|           | Fondo arena-<br>limo 0 a 50m,<br>Total                                     | 557.821 | abundante  | 20 | 111.565 |
|           | Fondo arena - limo<br>0 a 50 m, UEM<br>Tropical                            | 337.554 | abundante  | 20 | 67.511  |
|           | Fondo arena - limo<br>0 a 50 m, UEM<br>Mixta                               | 78.597  | común      | 30 | 23.580  |
|           | Fondo arena-limo 0<br>a 50 m, UEM<br>Tropical, influencia<br>de agua dulce | 56.005  | común      | 30 | 16.802  |
|           | Fondo arena - limo<br>0 a 50 m, UEM<br>Mixta, influencia de<br>agua dulce  | 85665   | común      | 30 | 25.700  |
|           | Fondo arena-<br>limo 50 a 200m,<br>Total                                   | 838.912 | abundante  | 20 | 167.783 |
|           | Fondo arena - limo<br>50 a 200 m, UEM<br>Tropical                          | 686.524 | abundante  | 20 | 137.305 |
|           | Fondo arena - limo<br>50 a 200 m, UEM<br>mixta                             | 152.388 | abundante  | 20 | 30.478  |
|           | Fondo arena-<br>roca 0 a 50m,<br>Total                                     | 50.572  | común      | 30 | 15.172  |
|           | Fondo arena - roca 0<br>a 50 m, UEM<br>Tropical                            | 29.570  | común      | 30 | 8.871   |
|           | Fondo arena - roca 0<br>a 50 m, UEM Mixta                                  | 20.827  | común      | 30 | 6.249   |

|   |         |            |     |        |
|---|---------|------------|-----|--------|
| Fondo arena - roca,<br>0 a 50 m, UEM<br>Tropical, influencia<br>de agua dulce | 175     | raro       | 60  | 105    |
| Fondo arena-<br>roca 50 a 200m,<br>Total                                      | 22      | muy raro   | 75  | 17     |
| Fondo arena 0 a<br>50m, Total   | 498.448 | abundante  | 20  | 99.690 |
| Fondo arena 0 a 50<br>m, UEM Tropical   | 52.058  | común      | 30  | 15.618 |
| Fondo arena 0 a 50<br>m, UEM mixta  | 379.601 | abundante  | 20  | 75.921 |
| Fondo arena 0 a 50<br>m, UEM Tropical,<br>influencia de agua<br>dulce         | 5.993   | poco común | 50  | 2.997  |
| Fondo arena 0 a 50<br>m, UEM Mixta,<br>influencia de agua<br>dulce            | 60.796  | común      | 30  | 18.239 |
| Fondo arena 50<br>a 200m, Total   | 388.158 | abundante  | 20  | 77.632 |
| Fondo arrecife de<br>coral 0 a 50 m, Total                                    | 18      | muy raro   | 100 | 18     |
| Fondo grava 0 a<br>50m, Total   | 5.823   | poco común | 50  | 2.912  |
| Fondo limo 0 a<br>50m, Total  | 321.874 | abundante  | 20  | 64.375 |
| Fondo limo 0 a 50<br>m, UEM Mixta   | 111.176 | común      | 30  | 33.353 |
| Fondo limo 0 a 50<br>m, UEM Tropical,<br>influencia de agua<br>dulce          | 21.716  | común      | 30  | 6.515  |
| Fondo limo 0 a 50<br>m, UEM Mixta,<br>influencia de agua<br>dulce             | 188.982 | abundante  | 20  | 37.797 |
| Fondo limo 50 a<br>200m, Total  | 171.413 | común      | 30  | 51.424 |
| Fondo roca 0 a<br>50m, Total  | 8.421   | poco común | 50  | 4.211  |
| Fondo roca 0 a 50<br>m, UEM Tropical  | 5.270   | poco común | 50  | 2.635  |
| Fondo roca 0 a 50<br>m, UEM Mixta   | 2.795   | poco común | 50  | 1.398  |
| Fondo roca 0 a 50<br>m, UEM Tropical,<br>influencia de agua<br>dulce          | 299     | raro       | 60  | 180    |

|           |            |  |        |            |     |        |
|-----------|------------|--|--------|------------|-----|--------|
|           |            | Fondo roca 0 a 50 m, UEM Mixta, influencia de agua dulce | 57     | muy raro   | 75  | 43     |
|           |            | Fondo roca 50 a 200m, Total                              | 743    | raro       | 60  | 446    |
| Comunidad | Aves       | Aves migratorias playeras, Total                         | 17     | común      | 30  | 6      |
|           |            | Aves migratorias playeras, UEM Tropical                  | 8      | poco común | 50  | 4      |
|           |            | Aves migratorias playeras, UEM Mixta                     | 9      | común      | 30  | 3      |
|           |            | Anidación aves marinas, Total                            | 20     | común      | 30  | 6      |
|           |            | Aves marinas, anidación, UEM Tropical                    | 6      | poco común | 50  | 3      |
|           |            | Aves marinas, anidación, UEM Mixta                       | 14     | común      | 30  | 5      |
|           |            | Anidación tortugas marinas, Total                        | 17.967 | raro       | 60  | 10.781 |
|           |            | Tortugas marinas, playas de anidación, UEM Tropical      | 125    | muy raro   | 100 | 125    |
|           |            | Tortugas marinas, playas de anidación, UEM Mixta         | 17.843 | raro       | 60  | 10.706 |
| Especies  | Gorgonias  | Gorgoniidae  | 101    | común      | 30  | 31     |
|           | Corales    | <i>Antipathes galapaguensis</i>                          | 10     | raro       | 60  | 6      |
|           |            | <i>Antipathes panamensis</i>                             | 9      | raro       | 60  | 6      |
|           | Moluscos   | <i>Spondylus princeps</i>                                | 2      | muy raro   | 100 | 2      |
|           |            | <i>Spondylus calcifer</i>                                | 9      | muy raro   | 75  | 8      |
|           |            | <i>Litharca lithodomus</i>                               | 11     | poco común | 50  | 6      |
|           | Crustáceos | <i>Cardisoma crassum</i>                                 | 11     | raro       | 60  | 7      |
|           |            | <i>Uca spp</i>   | 6      | poco común | 50  | 2      |
|           |            | <i>Pollicipes elegans</i>                                | 7      | poco común | 50  | 4      |
|           | Peces      | <i>Acopias vulpinus</i>                                  | 1      | común      | 30  | 1      |
|           |            | <i>Carcharhinus limbatus</i>                             | 2      | poco común | 50  | 1      |
|           |            | <i>Triaenodon obesus</i>                                 | 2      | poco común | 50  | 1      |
|           |            | <i>Manta birostris</i>                                   | 2      | raro       | 60  | 2      |
|           |            | <i>Rhincodon typus</i>                                   | 2      | raro       | 60  | 2      |
|           |            | <i>Epinephalus itajara</i>                               | 5      | muy raro   | 100 | 5      |
|           |            | <i>Hippocampus ingens</i>                                | 2      | raro       | 60  | 2      |
|           | Aves       | <i>Phoebastria irrorata</i> anidación                    | 8      | muy raro   | 100 | 8      |
|           |            | <i>Phoebastria irrorata</i> alimentación                 | 2      | raro       | 60  | 2      |

|              |                                   |                          |            |      |     |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------|------------|------|-----|
| Mamíferos    | <i>Balaenoptera physalus</i>      | 1                        | muy raro   | 60   | 1   |
|              | <i>Megaptera novaeangliae</i>     | 573                      | poco común | 50   | 287 |
|              | <i>Delphinus delphis</i>          | 3                        | poco común | 50   | 2   |
|              | <i>Orcinus orca</i>               | 9                        | raro       | 60   | 6   |
|              | <i>Pseudorca crassidens</i>       | 13                       | raro       | 60   | 8   |
|              | <i>Stenella attenuata</i>         | 13                       | poco común | 50   | 7   |
|              | <i>Tursiops truncatus</i>         | 16                       | común      | 30   | 5   |
|              | <i>Otaria byronia</i>             | 6                        | raro       | 60   | 4   |
|              | Reptiles                          | <i>Crocodylus acutus</i> | 9          | raro | 60  |
| Corales      | <i>Pocillopora</i> spp.           | 14                       | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Pavona</i> spp.                | 12                       | raro       | x    | 0   |
| Moluscos     | <i>Anadara grandis</i>            | 23                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Anadara tuberculosa</i>        | 38                       | abundante  | x    | 0   |
|              | <i>Anadara similis</i>            | 30                       | abundante  | x    | 0   |
|              | <i>Ostrea columbiensis</i>        | 23                       | poco común | x    | 0   |
|              | <i>Ostrea iridescens</i>          | 33                       | abundante  | x    | 0   |
|              | Mytilidae                         | 36                       | común      | x    | 0   |
|              | Pholadidae                        | 35                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Octopus</i> spp                | 28                       | común      | x    | 0   |
| Crustáceos   | <i>Ucides occidentalis</i>        | 13                       | común      | x    | 0   |
| Equinodermos | <i>Heliaster cumingii</i>         | 6                        | poco común | x    | 0   |
|              | <i>Eucidaris thouarsi</i>         | 38                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Diadema mexicanum</i>          | 34                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Tripneustes depressus</i>      | 17                       | poco común | x    | 0   |
|              | <i>Stichopus fuscus</i>           | 30                       | raro       | x    | 0   |
| Peces        | <i>Pristis</i> spp.               | x                        | muy raro   | x    | 0   |
|              | <i>Sphyrna zigaena</i>            | x                        | común      | x    | 0   |
|              | <i>Triakis acutipinna</i>         | x                        | poco común | x    | 0   |
|              | <i>Isurus oxyrhynchus</i>         | x                        | poco común | x    | 0   |
|              | <i>Urobatis tumbesensis</i>       | 3                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Seriola rivoliana</i>          | 16                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Johnrandallia nigrirostris</i> | 33                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Gymnothorax angusticeps</i>    | 3                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Gymnothorax serratidens</i>    | 1                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Ginglymostoma cirratum</i>     | x                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Myroconger nigrodentatus</i>   | 1                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Stegastes flavilatus</i>       | 23                       | común      | x    | 0   |
|              | <i>Scarus perrico</i>             | 21                       | poco común | x    | 0   |
|              | <i>Ctenosciaena peruviana</i>     | x                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Cynoscion nortoni</i>          | 10                       | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Cratinus agassizii</i>         | 3                        | raro       | x    | 0   |
|              | <i>Anthias noeli</i>              | x                        | raro       | x    | 0   |

|           |                                   |             |            |   |   |
|-----------|-----------------------------------|-------------|------------|---|---|
|           | <i>Serranus huascarii</i>         | x           | común      | x | 0 |
|           | <i>Zanclus cornutus</i>           | 5           | raro       | x | 0 |
| Aves      | <i>Pterodroma phaeopygia</i>      | 1           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Aramides axillaris</i>         | 2           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Aramides wolfi</i>             | x           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Chelonia mydas</i>             | 13          | común      | x | 0 |
| Reptiles  | <i>Eretmochelys imbricata</i>     | x           | poco común | x | 0 |
|           | <i>Lepidochelys olivacea</i>      | 796.128.990 | poco común | x | 0 |
|           | <i>Dermochelys coriacea</i>       | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Balaenoptera boreales</i>      | x           | raro       | x | 0 |
| Mamíferos | <i>Balaenoptera edeni</i>         | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Grampus griseus</i>            | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Feresa attenuata</i>           | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Globicephala macrorhynchus</i> | x           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Peponocephala electra</i>      | x           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Stenella coeruleoalba</i>      | x           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Stenella longirostris</i>      | x           | raro       | x | 0 |
|           | <i>Phocaena spinipinnis</i>       | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Kogia breviceps</i>            | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Kogia simus</i>                | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Physeter macrocephalus</i>     | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Mesoplodon peruvianus</i>      | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Ziphius cavirostris</i>        | x           | muy raro   | x | 0 |
|           | <i>Delphinus capensis</i>         | x           | poco común | x | 0 |

## 8. DISEÑO DE PORTAFOLIO

### 8.1 Portafolio de sitios

El portafolio debe estar diseñado para lograr más eficazmente las metas establecidas para los objetos de conservación. Al igual que TNC (Groves *et al.* 2000) lo propone, se consideraron algunos principios para el diseño de un portafolio eficiente y funcional.

- *Enfoque a escala gruesa.* Es importante capturar todos los objetos de conservación a escala gruesa. De esta forma se aseguró la estratificación del área de análisis en UEM, con metas específicas para cada una.
- *Representatividad.* Es preferible capturar múltiples ejemplos de cada objeto distribuidos en el área de análisis con el fin de no concentrar todos los esfuerzos e inversiones de conservación en pocos sitios y considerar a toda la biodiversidad en el área de análisis.
- *Eficiencia.* Se dio prioridad en el proceso de selección del portafolio a ocurrencias de sistemas ecológicos a escala gruesa que contengan múltiples ejemplos de objetos de conservación.
- *Funcionalidad.* Se asegura que todas las áreas de conservación contengan objetos que son viables o que puedan persistir a lo largo del tiempo.
- *Irremplazabilidad.* Fue importante en el diseño del portafolio cumplir la mayoría de las metas de los objetos, escogiendo los sitios más aptos (menor costo para la conservación) con una representación múltiple de los objetos.

Se pueden adoptar varias metodologías para diseñar un portafolio sí, el área es pequeña o el número de objetos de conservación es reducido, sería factible escoger un portafolio manualmente con la opinión de varios expertos. En regiones grandes, como la costa de Ecuador Continental, donde existen amplias áreas disponibles para la conservación y un número de objetos de conservación alto, la selección de un portafolio es difícil si no se emplean modelos computarizados.

#### Algoritmo Computarizado para la Selección del Portafolio

Existen varios programas diseñados para la selección de portafolios de conservación. Cuatro de ellos son matemáticamente parecidos (*SPEXAN*, *MARXAN*, *SITES* y *SPOT*), siguiendo un algoritmo llamado “*simulated annealing*”. Este algoritmo fue empleado primero en los programas *SPEXAN* y *MARXAN* (Diseñados por Ball & Possingham 2000). *SITES* y *SPOT* son herramientas derivadas de los anteriores.

La herramienta *SITES* fue usada debido a las facilidades que ofrece para crear los archivos de datos y su algoritmo “*simulated annealing*” tiene una ventaja importante comparada con otros modelos de selección. Produce una secuencia de soluciones al azar cuyo



resultado final se acerca a una solución óptima, mientras que los algoritmos que agregan unidades una por una, siempre escogen la mejor unidad en cada paso (*stepwise*), pudiendo desviarse mucho del óptimo (Andelman *et al.* 1999). El algoritmo *Greedy* es un ejemplo de un modelo que hace una selección “*stepwise*.”

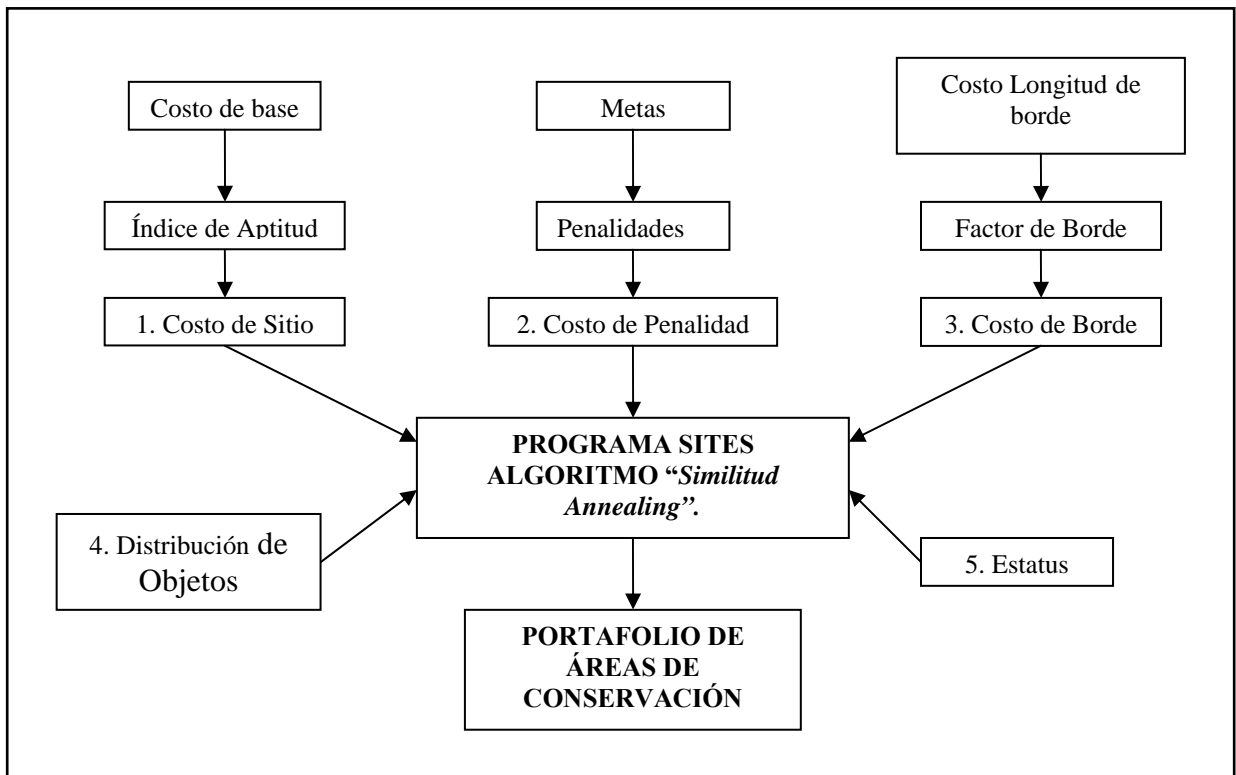
El algoritmo en SITES busca minimizar el costo total del portafolio, seleccionando un conjunto de sitios que abarcan el mayor número de objetos posibles, con el menor costo posible y con la agrupación más eficiente de unidades de análisis. Este proceso puede entenderse en la siguiente ecuación:

**Costo total del Portafolio =**

$$\sum_i \text{Costo de sitio } i + \sum_j \text{Costo de penalidad del objeto } j + w \sum \text{Longitud de borde}$$

En esta ecuación, el costo de sitio tiene dos componentes: un costo de base que tiene cada unidad de análisis y el costo total de las amenazas y factores positivos (índice de aptitud). El costo de penalidad es un costo que impone el modelo sobre el portafolio al no cumplirse una meta. El costo de longitud de borde es un costo que considera la dispersión de las áreas que conforman el portafolio. “*w*” es un factor que determina la importancia de cohesión de las áreas del portafolio y es definido por el usuario. Cuando se aumenta el valor de “*w*” se incrementa el grado de cohesión del portafolio (Figura 12).

## 8.2 Metodología



**Figura 12.** Diagrama de flujo del proceso para la obtención del Portafolio de Sitios. En la figura se describen la información requerida por el programa SITES necesita para el diseño del portafolio

*SITES* necesita 3 tipos de costo e información sobre la distribución espacial de los objetos. Esta información se presenta en 6 archivos en formato de texto.

### 8.2.1 Costo de Sitio

#### Costo Base

Todas las unidades de análisis (hexágonos) tienen un costo base al entrar en el modelo; ninguna unidad es gratis. Este valor es arbitrario y tiene que ser igual para cada una de las unidades. Para este análisis, se asignó un valor de 5 puntos como costo base.

#### Costo de Aptitud

El costo de aptitud de cada unidad hace referencia a la diferencia entre las sumatorias de las amenazas y factores positivos, descrito en el capítulo 6.

Los costos de sitio (costo base + costo de aptitud) se presentan en un archivo de costos por unidad (*cost.dat*).

## 8.2.2 Costos de Penalidad

La penalidad se refiere a un costo asignado por *SITES* sobre el portafolio, por no haber cumplido la meta definida para un objeto de conservación. Este costo es arbitrario y la penalidad empleada (5 puntos) se determinada en un proceso de experimentación con el modelo durante el análisis. Las penalidades deben equilibrarse con los valores del costo de sitio, es decir hay que buscar un punto donde los distintos costos estén balanceados, así, no se cumplan al 100 % todas las metas de objeto de conservación (Dorfman com. pers.).

Cada objeto recibió la misma penalidad y, en el caso de los objetos con metas estratificadas por UEM, la mitad de la penalidad fue asignada a la meta global y la otra mitad dividida entre sus subcomponentes geográficos (Tabla 8).

**Tabla 8.** Tabla de penalidades asignadas a cada objeto de conservación.

| TIPO   | GRUPO | NOMBRE   | PENALIDAD |                                   |       |
|--|-------|--|-----------|-----------------------------------|-------|
| Intermareal  |       | Playa de arena, Total                                  | 2,500     |                                   |       |
|  |       | Playa de arena, UEM Tropical                           | 0,625     |                                   |       |
|  |       | Playa de arena, UEM Mixta                              | 0,625     |                                   |       |
|  |       | Playa de arena, UEM Tropical, influencia de agua dulce | 0,625     |                                   |       |
|  |       | Playa de arena, UEM Mixta, influencia de agua dulce    | 0,625     |                                   |       |
|  |       | Playa de roca, Total                                   | 2,500     |                                   |       |
|  |       | Playa de roca, UEM Tropical                            | 0,833     |                                   |       |
|  |       | Playa de roca, UEM Mixta                               | 0,833     |                                   |       |
|  |       | Playa de roca, UEM Tropical, influencia de agua dulce  | 0,833     |                                   |       |
|  |       | Playa de limo, total                                   | 2,500     |                                   |       |
|  |       | Playa de limo, UEM Mixta                               | 0,833     |                                   |       |
|  |       | Playa de limo, UEM Tropical, influencia de agua dulce  | 0,833     |                                   |       |
|  |       | Playa de limo, UEM Mixta, influencia de agua dulce     | 0,833     |                                   |       |
|  |       | Manglar, total   | 2,500     |                                   |       |
|  |       | Manglar, UEM Tropical                                  | 1,250     |                                   |       |
|  |       | Manglar, UEM Mixta                                     | 1,250     |                                   |       |
|  |       | Submareal  |           | Bajo rocoso 0 a 50 m., Total      | 5,000 |
|  |       |  |           | Fondo arena-limo 0 a 50 m., Total | 2,500 |
| Fondo arena-limo 0 a 50 m., UEM Tropical                           | 0,625 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-limo 0 a 50 m., UEM Mixta                              | 0,625 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-limo 0 a 50 m., UEM Tropical, influencia de agua dulce | 0,625 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-limo 0 a 50 m., UEM Mixta, influencia de agua dulce    | 0,625 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-limo 50 a 200 m., Total                                | 2,500 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-limo 50 a 200 m., UEM Tropical                         | 1,250 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-limo 50 a 200 m., UEM Mixta                            | 1,250 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-roca 0 a 50 m., Total                                  | 2,500 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-roca 0 a 50 m., UEM Tropical                           | 0,833 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-roca 0 a 50 m., UEM Mixta                              | 0,833 |  |           |                                   |       |
| Fondo arena-roca, 0-50 m, UEM Tropical, influencia de agua dulce   | 0,833 |  |           |                                   |       |

|           |   |       |
|-----------|---|-------|
|           | Fondo arena-roca 50 a 200 m., Total                           | 5,000 |
|           | Fondo arena 0 a 50 m., Total                                  | 2,500 |
|           | Fondo arena 0 a 50 m., UEM Tropical                           | 0,625 |
|           | Fondo arena 0 a 50 m., UEM Mixta                              | 0,625 |
|           | Fondo arena 0 a 50 m., UEM Tropical, influencia de agua dulce | 0,625 |
|           | Fondo arena 0 a 50 m., UEM Mixta, influencia de agua dulce    | 0,625 |
|           | Fondo arena 50 a 200 m., Total                                | 5,000 |
|           | Fondo arrecife de coral 0 a 50 m., total                      | 5,000 |
|           | Fondo grava 0 a 50 m., Total                                  | 5,000 |
|           | Fondo limo 0 a 50 m., Total                                   | 2,500 |
|           | Fondo limo 0 a 50 m., UEM Mixta                               | 0,833 |
|           | Fondo limo 0 a 50 m., UEM Tropical, influencia de agua dulce  | 0,833 |
|           | Fondo limo 0 a 50 m., UEM Mixta, influencia de agua dulce     | 0,833 |
|           | Fondo limo 50 a 200 m., Total                                 | 5,000 |
|           | Fondo roca 0 a 50 m., total                                   | 2,500 |
|           | Fondo roca 0 a 50 m., UEM Tropical                            | 0,625 |
|           | Fondo roca 0 a 50 m., UEM Mixta                               | 0,625 |
|           | Fondo roca 0 a 50 m., UEM Tropical, influencia de agua dulce  | 0,625 |
|           | Fondo roca 0 a 50 m., UEM Mixta, influencia de agua dulce     | 0,625 |
|           | Fondo roca 50 a 200 m., Total                                 | 5,000 |
| Comunidad | Aves migratorias playeras, Total                              | 2,500 |
|           | Aves migratorias playeras, UEM Tropical                       | 1,250 |
|           | Aves migratorias playeras, UEM Mixta                          | 1,250 |
|           | Aves marinas, anidación, Total                                | 2,500 |
|           | Aves marinas, anidación, UEM Tropical                         | 1,250 |
|           | Aves marinas, anidación, UEM Mixta                            | 1,250 |
|           | Tortugas marinas, playas de anidación, Total                  | 2,500 |
|           | Tortugas marinas, playas de anidación, UEM Tropical           | 1,250 |
|           | Tortugas marinas, playas de anidación, UEM Mixta              | 1,250 |
| Especies  | Gorgonias Gorgoniidae   | 5,000 |
|           | Corales <i>Antipathes galapaguensis</i>                       | 5,000 |
|           | <i>Antipathes panamensis</i>                                  | 5,000 |
|           | Moluscos <i>Spondylus princeps</i>                            | 5,000 |
|           | <i>Spondylus calcifer</i>                                     | 5,000 |
|           | <i>Litharca lithodomus</i>                                    | 5,000 |
|           | Crustáceos <i>Cardisoma crassum</i>                           | 5,000 |
|           | <i>Uca spp.</i>   | 5,000 |
|           | <i>Pollicipes elegans</i>                                     | 5,000 |
|           | Peces <i>Alopias vulpinus</i>                                 | 5,000 |
|           | <i>Manta birostris</i>  | 5,000 |
|           | <i>Ccarcharhinus limbatus</i>                                 | 5,000 |
|           | <i>Trianenodon limbatus</i>                                   | 5,000 |
|           | <i>Rhincodon typus</i>  | 5,000 |
|           | <i>Epinephalus itajara</i>                                    | 5,000 |
|           | <i>Hippocampus ingens</i>                                     | 5,000 |
|           | Aves <i>Phoebastria irrorata anidación</i>                    | 5,000 |
|           | <i>Phoebastria irrorata alimentación</i>                      | 5,000 |
|           | Mamíferos <i>Balaenoptera physalus</i>                        | 5,000 |
|           | <i>Megaptera novaeangliae</i>                                 | 5,000 |
|           | <i>Delphinus delphis</i>                                      | 5,000 |
|           | <i>Orcinus orca</i>   | 5,000 |
|           | <i>Pseudorca crassidens</i>                                   | 5,000 |
|           | <i>Stenella attenuata</i>                                     | 5,000 |

|          |                           |       |
|----------|---------------------------|-------|
|          | <i>Tursiops truncatus</i> | 5,000 |
|          | <i>Otaria byronia</i>     | 5,000 |
| Reptiles | <i>Crocodylus acutus</i>  | 5,000 |

Las metas y penalidades se presentan en un archivo (*species.dat*). En este archivo también se puede definir un tamaño mínimo para cada objeto. Este parámetro determina el número mínimo de hexágonos que deben incluirse en un bloque del portafolio para cumplir con la meta propuesta para el objeto de conservación. Se usó un valor de 10 hexágonos como mínimo solo en los casos de sistemas de fondo blando y de *Lepidochelys olivacea*. Esto produjo una mejor aglomeración de estos objetos y eliminó el problema de bloques muy pequeños (1 a 3 hexágonos) y aislados en el portafolio.

### 8.2.3 Costo de Borde

SITES calcula automáticamente los bordes compartidos entre cada par de hexágonos para emplearlos posteriormente y calcular el costo de borde del portafolio. El costo de borde se refiere al costo del perímetro total de las áreas escogidas para el portafolio. El programa intenta minimizar este costo, juntando hexágonos con base en el factor de borde designado por el usuario. Los costos de borde se ingresan en un archivo llamado *bound.dat*.

Utilizamos el factor de borde (BLM, *Moundary Length Modifier*) del programa SITES para controlar el nivel de cohesión entre unidades de análisis. Este parámetro determina el peso que da el modelo a los costos de borde, de igual forma, como el aumento de la penalidad da más peso al cumplimiento de las metas. Este factor es definido por el usuario en el momento de correr el programa y es muy sensible a cambios pequeños. El factor de borde usado en la selección del portafolio (0,05), fue escogido por experimentación con distintos factores entre 0,01 y 3, y variando el número de iteraciones entre 1 y 60 millones.

### 8.2.4 Distribución de objetos

Adicionalmente, el modelo SITES requiere información sobre la distribución espacial de los objetos de conservación. Para esto, se realizó una intersección entre las unidades de análisis (hexágonos) y la distribución espacial de las ocurrencias de cada objeto de conservación. Estos pueden ser polígonos (sistemas submareales y manglares), líneas (sistemas intermareales) o puntos (comunidades y especies). Empleando el programa *ArcView*, se puede calcular la representación total (hectáreas, metros o puntos) de cada objeto en cada unidad de análisis. El resultado de este proceso es uno de los archivos que requiere SITES para su modelamiento (*pvspr.dat*).

### 8.2.5 Estatus

SITES tiene la opción de incluir otro archivo (*status.dat*) al modelamiento. En este archivo, se puede definir el estatus de las unidades de análisis y asegurar la selección de un portafolio bien distribuido sobre la zona de estudio. Se puede emplear las categorías

“*locked in*” para siempre incluir una unidad de análisis, “*locked out*” para excluir una unidad, o “*seed*” para definir las unidades como puntos de partida para el análisis. En esta evaluación, se utilizó *locked out* para excluir 7 unidades dentro de la zona altamente contaminada del estuario del Río Esmeraldas; estas unidades frecuentemente fueron seleccionados por SITES porque representan playas de limo, un sistema no muy común en la UEM Tropical. Se empleó *locked in* para asegurar la selección de dos sitios pequeños pero importantes (Isla Santa Clara y el manglar de Majagual) que no siempre salieron seleccionados en las corridas de pruebas iniciales con el programa.

Después de varios ensayos preliminares (alrededor de 200 corridas) para definir el factor de borde, la relación de costos y penalidades, y el tamaño mínimo para los sistemas de fondo blando, se definió un portafolio preliminar con base en 120 corridas, cada una de cincuenta millones de iteraciones. De estas corridas, se escogió la que mejor capturó los objetos y, a partir de este portafolio, se realizó un *lock in* de todos los bloques con excepción de las zonas de mar profundo y de algunos sectores del Golfo de Guayaquil. El modelo se corrió de nuevo con 60 corridas y 3 millones de iteraciones con los bloques *locked in* para redefinir los sectores de aguas profundas y en el golfo, y producir el portafolio final.

SITES tiene una herramienta (*sum runs*) que permite visualizar las unidades más frecuentemente seleccionadas en una serie de corridas. Se utilizó esta herramienta para identificar las unidades medulares que deberían formar la base de cualquier portafolio de conservación. Se realizó un *sum runs* de 60 portafolios.

### 8.3 Resultados

Se obtuvo un portafolio de 933.450 ha distribuidas en 25 bloques (Mapa 26), lo cual incluye el 30 % del área total de estudio (933.450 ha) y, también el 35% de la línea costera (1.578 km). Los bloques están bien distribuidos en las unidades ecológicas marinas, con 11 bloques en la UEM Tropical (323.850 ha) y 14 bloques (609.600 ha) en la UEM Mixta. Adicionalmente existen 10 hexágonos sueltos, los cuales aportan al cumplimiento de las metas de los objetos dentro del portafolio, pero debido a su reducido tamaño, no forman parte del mismo. Los bloques fueron enumerados y nombrados de norte a sur con el fin de indicar su ubicación geográfica y el área submareal, área de manglar y la longitud intermareal de cada bloque.

El portafolio representa bien los objetos de conservación y cumple con casi todas las metas establecidas; solo 3 sistemas incumplen su meta con menos que el 98%: playas de arena en la zona de influencia del Río Guayas (66 %), fondo de roca de la UEM Tropical (73 %), y fondo de roca en la zona de influencia del Río Guayas. Algunas especies ingresaron al modelo sin meta, de estas especies un bivalvo (*Anadara grandis*), una especie de ave (*Aramides axuillaris*) y dos peces (*Cynoscion nortoni* y *Urobatis tumbesensis*) no fueron representados adecuadamente en el portafolio. Con excepción del bivalvo las otras especies son móviles, lo que dificulta definir su área de distribución, con *A. grandis* es probable que realmente el portafolio sí represente bien la distribución de esta especie en el país, ya que su hábitat natural, las playas de limo, si están bien representadas en el portafolio.

Para verificar la coherencia del portafolio escogido, se utilizó la herramienta de *sum runs* (corridas sumadas) en *SITES* para producir un mapa (Mapa 27) de las unidades de análisis más frecuentemente seleccionadas por el algoritmo “*simulated annealing*”. Las unidades siempre seleccionadas pueden considerarse irremplazables. Hay una buena coincidencia entre estas unidades y el portafolio final.

Puede haber flexibilidad en escoger los sitios de conservación en gran parte de la zona submareal, especialmente en aguas más profundas y áreas de fondos blandos, porque el modelo tuvo poca información para poder discriminar los sectores más aptos para el portafolio. A pesar de la dificultad de definir precisamente los bloques importantes en aguas profundas, estos sistemas son importantes para muchos organismos planctónicos, pelágicos y migratorios, además la diversidad de comunidades asociadas con fondos blandos es desconocida pero sin lugar a duda alta.

De los bloques propuestos dentro del portafolio, 16 coinciden con iniciativas para la creación de áreas protegidas o han sido designadas por grupos nacionales, internacionales, públicos o privados como áreas prioritarias para la conservación (Arriaga *et al.* 2005). Los bloques que no han sido incluidos son, en su mayoría, bloques de aguas profundas y fondos blandos. Este portafolio reafirma y fortalece los criterios de otros sectores preocupados por la conservación de recursos marino-costeros en el país (Tabla 9).

**Tabla 9.** Iniciativas de conservación

| NUM. | NOMBRE           | RESERVAS CIENTÍFICAS (INP 2001 - 2002) | ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD | HUMEDALES PRIORIDAD RAMSAR (Canevari <i>et al.</i> 1998) | INICIATIVAS LOCALES (Municipio y ONGs) | RESERVA BIOSFERA (Guayas y El Oro) |
|------|------------------|--|--------------------------------------|--|--|------------------------------------|
| 1    | San Lorenzo      |  | x                                    | x  |  |                                    |
| 3    | Atacames Costa   |  |                                      |  | x                                      |                                    |
| 5    | Galera - Muisne  | x                                      |                                      | x  | x                                      |                                    |
| 6    | Cojimíes         |  |                                      | x  |  |                                    |
| 7    | Pedernales Costa |  |                                      | x  |  |                                    |
| 13   | Isla de la Plata | x                                      |                                      |  |  |                                    |
| 14   | Machalilla       | x                                      |                                      | x  |  |                                    |
| 15   | Santa Elena      | x                                      |                                      | x  | x                                      |                                    |
| 18   | Data de Posorja  |  |                                      | x  |  | x                                  |
| 19   | Churute          |  | x                                    | x  |  | x                                  |
| 20   | Puná             |  | x                                    | x  |  | x                                  |
| 21   | Bajoalto         |  |                                      | x  |  | x                                  |
| 22   | Arenillas        |  | x                                    | x  |  | x                                  |
| 23   | Jambelí          |  | x                                    | x  |  | x                                  |
| 24   | Isla Santa Clara | x                                      |                                      | x  |  |                                    |

## 9. PRIORIZACIÓN DEL PORTAFOLIO

No existe un pronunciamiento oficial respecto a los ecosistemas marino-costeros considerados prioritarios para la conservación. La Estrategia Nacional de Biodiversidad plantea la necesidad de asegurar una adecuada representación de los ecosistemas marino-costeros dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) pero no indican las prioridades de conservación.

Villegas *et al.* (2005), hacen un importante aporte para el proceso y diseño de una red de áreas protegidas marinas. En su estudio, presenta un resumen de criterios propuestos por varios autores en algunos países (Salm & Clark 1984, ANZECC 1998, Kelleher 1999 y Roberts & Hawkins, 2000) y aportes de especialistas nacionales sobre la definición y priorización de áreas para la conservación.

Estos autores dividen los criterios en 5 grandes categorías: Pragmáticos; Ecológicos; Ciencia, Investigación y Educación; Social; Económico y Cultural; y Criterios Regionales (Anexo 5, modificado del *Cuadro III.2* de Villegas *et al.* 2005).

Es importante considerar que en esta fase de priorización, para cumplir con nuestro objetivo y conservar la biodiversidad, no se mezcló la parte social ni institucional. En este análisis se consideraron únicamente aspectos biológico y ecológico como fundamentos principales para la primera priorización de áreas protegidas. Posteriormente deben ser analizados conjuntamente con información socio - económica, cultural y político a fin de determinar aspectos de factibilidad para la implementación de un SNAP marino.

Para definir prioridades, comparamos el costo por hectárea de cada bloque con su valor biológico. El valor biológico es un índice que incluye criterios de tamaño, diversidad de sistemas y comunidades, especies únicas, conectividad y representatividad.

### 9.1 Tamaño

El tamaño de los bloques es un criterio importante, bloques grandes pueden proteger mejor una buena muestra de hábitats y poblaciones. Cuando una reserva es de gran tamaño sus especies no salen muy rápidamente de ella y generalmente produce una población residente que puede servir como reproductora generando juveniles para la repoblación de zonas aledañas (Roberts 1994). Adicionalmente el contar con áreas grandes provee de zonas de amortiguamiento contra la pérdida causada por fluctuaciones ambientales u otros factores impredecibles como El Niño (Satie *et al.* 2003). En este análisis los bloques varían entre 750ha y más de 150.000ha, los bloques fueron clasificados en cuatro categorías: *Muy grande* (>100.000 ha), *Grande* (50 - 100.000 ha), *Mediano* (10 - 50.000 ha) y *Pequeño* (<10.000 ha). Los bloques *Muy grandes* recibieron un puntaje de 5, *Grandes* 3, *Medianos* 1 y *Pequeños* 0 (Tabla 10).

Villegas *et al.* (2005), hace mención a 9 criterios ecológicos: *dependencia, naturalidad, representatividad, singularidad, diversidad, productividad, mantenimiento de procesos ecológicos esenciales, integridad y conectividad.*



Algunos de estos criterios, aunque importantes, no han sido utilizados en el análisis por falta de información de buena calidad y de una escala cartográficamente adecuada. Por ejemplo, aunque reconocemos que la productividad es un factor importante no tuvimos datos georeferenciados ni de la escala necesaria para ser utilizados. También existen datos insuficientes para determinar el grado de dependencia de las especies en relación a su hábitat y a otras especies. El concepto de naturalidad ha sido analizado considerando impacto producido por amenazas y se refleja en el costo de las unidades de análisis. El criterio de mantenimiento de procesos ecológicos esenciales es importante, pero no cuantificable, se espera que los criterios relacionados con el tamaño, diversidad y conectividad; garanticen juntos el mantenimiento de estos procesos ecológicos. El caso de integridad es un criterio que resume los otros criterios, la cual no fue utilizado.

## **9.2 Diversidad y Singularidad**

En el diseño de un portafolio es importante que los bloques sean ecológicamente diversos, es decir que contengan varios sistemas, hábitats, comunidades y especies. Mientras más diverso es el bloque mejor puede mantener los procesos ecológicos entre sus diferentes componentes. Esto es especialmente importante en el ámbito marino, donde las relaciones entre sistemas no son bien conocidas. Para estimar la diversidad biológica de los bloques del portafolio, sumamos el número total de objetos (sistemas y comunidades) y adicionalmente el número de sistemas y comunidades, raros y muy raros. El objetivo de esto no es únicamente premiar a los bloques con gran diversidad de objetos sino también aquellos que poseen objetos únicos e irremplazables.

En el diseño del portafolio la diversidad de especies no es un criterio utilizado en la priorización del portafolio, debido a que el esfuerzo de colección no ha sido igual en todas partes de la costa, lo que beneficiaría excesivamente a ciertos lugares como el Parque Nacional Machalilla y el Golfo de Guayaquil donde los científicos han concentrado sus investigaciones. Se espera que donde existe una alta diversidad de sistemas y comunidades se encuentre también una alta diversidad de especies. Las especies raras y muy raras basadas en criterios de especialistas en los diferentes grupos, son un criterio que aporta al valor biológico del bloque y pueden ser indicadoras de algunas condiciones especiales. El número de especies raras y muy raras también se sumó en el índice de valor biológico (Tabla 10).

## **9.3 Representatividad**

En el diseño de áreas protegidas, es importante considerar una buena representación de las distintas zonas biogeográficas, con el fin de no concentrar todo el portafolio en un sector reducido, que no represente toda la diversidad geográfica del país. Con esa finalidad, estratificamos la zona de estudio en Unidades Ecológicas Marinas (tropical y mixta) por profundidad y por la influencia de aguas fluviales.

Para calcular el valor de representatividad se consideró la representación de cada uno de los sistemas dentro de los bloques. La medida de representatividad incluye dos

componentes: la abundancia global de los sistemas y el porcentaje que cada sistema ocupa dentro del bloque. Los sistemas fueron categorizados por su abundancia en: *Muy raro* con 5 puntos, *Raro* 4 puntos, *Poco común* 3, *Común* 2 y *Abundante* 1 punto (Tabla 8). Los sistemas que ocuparan de 0 a 20 % del bloque tienen 1 punto, de 21 a 40 % con 2 puntos, de 41 a 60 % 3 puntos, de 61 a 80 % 4 puntos y de 81 a 100% 5 puntos. Estos dos factores se multiplicaron, para calcular la representatividad del sistema dentro del bloque, por ejemplo un sistema común (2 puntos) con un porcentaje de 45 % (3 puntos) en un bloque, nos da un valor de 6 puntos como resultado.

La representatividad total del bloque corresponde a la sumatoria del valor de representatividad de todos los sistemas presentes en el bloque (Anexo 6)

## 9.4 Conectividad

La conectividad se refiere a la conexión de áreas por la dispersión y migración de los organismos durante su vida. Según algunos estudios biológicos, el tiempo y la distancia de dispersión de las larvas de organismos marinos son muy variables y depende, en muchos casos, de corrientes marinas. Se ha encontrado que las larvas pueden permanecer en el plancton por menos de 2 minutos hasta más de 290 días, y la distancia que recorren puede variar de menos de 1m hasta más de 20 km. Con esta información se sugiere que las reservas marinas deben estar espaciadas entre si una distancia promedio de 20km. Esta distancia permite que las larvas con pequeños rangos de dispersión se asienten en la misma reserva y aquellas con rangos más amplios puedan ser acarreadas y alimenten otras reservas y zonas adyacentes no protegidas (Shanks *et al.* 2003).

El análisis de conectividad en nuestra zona de estudio es complicado y difícil de evaluar debido a la falta de información detallada, por un lado las dinámicas de las corrientes marinas y por el otro, aspectos biológicos relacionados con los ciclos de vida de la mayoría de especies presentes en la zona. Por esta razón hemos estimado la conectividad entre los bloques del portafolio considerando únicamente la distancia entre bloques vecinos. Medimos la distancia mínima entre cada bloque y sus tres bloques vecinos más cercanos, las distancias se calificaron como: *Muy Cercana* (< 10km) 5 puntos, *Cercana* (11 a 20 km) 3 puntos, *Medio* (21 a 40 km) 1 punto, y *Lejos* (> 40 km) sin puntos. Se sumaron los valores de los tres vecinos para obtener un valor de conectividad total del bloque (Figura 13).

**Figura 13.** Distancia entre bloques para el análisis de conectividad

Como muestra la Figura 13, el bloque 21 (Bajoalto) se encuentra a 24 km del bloque 19 Churute (1 punto), 18 km de Jambelí bloque 23 (3 puntos) y 15 km de Puná Bloque 20 (3 puntos), para un total de 7 puntos de conectividad para el bloque 21. Este valor es otro componente para el índice de valor biológico del bloque. Los datos de conectividad para todos los bloques se encuentran en el (Anexo 7).

La sumatoria del tamaño del bloque, diversidad, representatividad y conectividad dan como resultado un índice de valor biológico total para cada bloque. Los resultados de costo y de importancia biológica fueron combinados para definir una lista de prioridades para la conservación, donde los sitios de alta prioridad son aquellos que presentan mayor importancia biológica por menor costo. Los bloques del portafolio se calificaron como: *Muy alta*, *Alta*, *Media* y *Baja* prioridad. Estos resultados se encuentran en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Priorización de bloques del portafolio

| BLOQUE |                        |              | COSTO          |          | VALOR BIOLÓGICO |                                    |                                    |                   |         |            | TOTAL | VALOR/<br>COSTO/<br>ha. | PRIORIDAD |
|--------|------------------------|--------------|----------------|----------|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|---------|------------|-------|-------------------------|-----------|
| Núm.   | Nombre                 | Area<br>(ha) | Costo<br>Total | Costo/Ha | Tamaño          | Diversidad                         |                                    |                   | Conect. | Represent. |       |                         |           |
|        |                        |              |                |          |                 | Sistemas y<br>Comunidades<br>Total | Sistemas y<br>Comunidades<br>Raras | Especies<br>Raras |         |            |       |                         |           |
| 1      | San Lorenzo            | 50.850       | 10.710         | 0,211    | 3               | 6                                  | 0                                  | 1                 | 5       | 62         | 77    | 366                     | Muy alto  |
| 2      | Las Peñas              | 21.900       | 6.402          | 0,292    | 1               | 7                                  | 0                                  | 1                 | 5       | 18         | 32    | 109                     | Mediano   |
| 3      | Atacames Costa         | 22.950       | 7.149          | 0,312    | 1               | 9                                  | 0                                  | 3                 | 10      | 29         | 52    | 167                     | Mediano   |
| 4      | Atacames Fondos        | 33.000       | 7.432          | 0,225    | 1               | 4                                  | 0                                  | 10                | 6       | 8          | 29    | 129                     | Mediano   |
| 5      | Galera – Muisne        | 49.200       | 13.229         | 0,269    | 1               | 18                                 | 2                                  | 4                 | 9       | 74         | 108   | 402                     | Muy alto  |
| 6      | Cojimés                | 3.150        | 1.197          | 0,38     | 0               | 2                                  | 0                                  | 0                 | 8       | 17         | 27    | 71                      | Bajo      |
| 7      | Pedernales Costa       | 22.650       | 6.138          | 0,271    | 1               | 4                                  | 0                                  | 0                 | 6       | 9          | 20    | 74                      | Bajo      |
| 8      | Pedernales Fondos      | 2.550        | 374            | 0,147    | 0               | 1                                  | 0                                  | 0                 | 1       | 1          | 3     | 20                      | Bajo      |
| 9      | Canoa Costa            | 8.250        | 2.276          | 0,276    | 0               | 8                                  | 0                                  | 0                 | 8       | 17         | 33    | 120                     | Mediano   |
| 10     | Canoa Fondos           | 105.150      | 20.299         | 0,193    | 5               | 1                                  | 0                                  | 0                 | 5       | 4          | 15    | 78                      | Bajo      |
| 11     | Chone                  | 3.600        | 1.635          | 0,454    | 0               | 8                                  | 2                                  | 0                 | 6       | 59         | 75    | 165                     | Mediano   |
| 12     | Puerto Cayo            | 24.900       | 6.704          | 0,269    | 1               | 8                                  | 2                                  | 4                 | 11      | 35         | 61    | 227                     | Alto      |
| 13     | Isla de la Plata       | 9.300        | 2.655          | 0,285    | 0               | 12                                 | 3                                  | 14                | 8       | 81         | 118   | 413                     | Muy alto  |
| 14     | Machalilla             | 105.450      | 24.653         | 0,234    | 5               | 15                                 | 4                                  | 13                | 13      | 56         | 106   | 453                     | Muy alto  |
| 15     | Santa Elena            | 156.000      | 45.063         | 0,289    | 5               | 13                                 | 2                                  | 7                 | 10      | 78         | 115   | 398                     | Muy alto  |
| 16     | Anconcito Fondos       | 63.300       | 15.545         | 0,246    | 3               | 2                                  | 0                                  | 1                 | 7       | 12         | 25    | 102                     | Mediano   |
| 17     | Engabao Fondos         | 1.500        | 487            | 0,325    | 0               | 2                                  | 0                                  | 0                 | 4       | 10         | 16    | 49                      | Bajo      |
| 18     | Data de Posorja        | 44.250       | 13.369         | 0,302    | 1               | 9                                  | 2                                  | 0                 | 5       | 46         | 63    | 209                     | Alto      |
| 19     | Churote                | 113.400      | 21.968         | 0,194    | 5               | 7                                  | 0                                  | 0                 | 3       | 20         | 35    | 181                     | Mediano   |
| 20     | Puná                   | 2.850        | 492            | 0,173    | 0               | 3                                  | 0                                  | 0                 | 4       | 4          | 11    | 64                      | Bajo      |
| 21     | Bajoalto               | 45.750       | 6.390          | 0,14     | 1               | 5                                  | 0                                  | 1                 | 7       | 21         | 35    | 251                     | Alto      |
| 22     | Arenillas              | 5.250        | 1.061          | 0,202    | 0               | 4                                  | 0                                  | 0                 | 6       | 17         | 27    | 134                     | Mediano   |
| 23     | Jambelí                | 26.700       | 7.690          | 0,288    | 1               | 8                                  | 0                                  | 0                 | 11      | 23         | 43    | 149                     | Mediano   |
| 24     | Isla Santa Clara       | 750          | 163            | 0,217    | 0               | 4                                  | 1                                  | 0                 | 5       | 5          | 15    | 69                      | Bajo      |
| 25     | Golfo Guayaquil Fondos | 9.300        | 2.152          | 0,231    | 0               | 1                                  | 0                                  | 0                 | 0       | 2          | 3     | 13                      | Bajo      |

Hay 8 bloques calificados de alta o muy alta prioridad. Estos bloques suman 485.700 ha y representan el 52 % del portafolio total y 15 % de la zona de estudio. Los bloques prioritarios están distribuidos más o menos proporcionalmente en las dos UEM de acuerdo a su área, con 2 en la UEM Tropical (100.050 ha) y 6 en la UEM Mixta (385.650 ha). En su conjunto, estos 8 bloques incluyen por lo menos una mínima representación de 11 de los 12 sistemas intermareales objeto, 26 de los 27 sistemas submareales objeto, 5 de las 6 comunidades objeto, y 26 de las 26 especies objeto que ingresaron al análisis con una meta (Anexo 8 y Mapa 28).

El único sistema intermareal no incluido en los bloques de muy alta y alta prioridad es la playa de limo en la UEM Mixta sin la influencia de agua dulce y en el caso submareal el único no representado es el fondo de roca de 0 a 50 m de profundidad en la UEM Tropical, con influencia de agua dulce. La única comunidad faltante en la anidación de aves marinas en la UEM Tropical.

Algunos sistemas no se encuentran adecuadamente representados dentro de los bloques con mayor prioridad, como es el caso del manglar de la UEM Mixta, esta carencia podría estar compensada con la inclusión del bloque 21 Churute que sin haber sido seleccionado como de *Alta* ni *Muy alta* prioridad tiene un valor *Medio alto*. Otro sistema poco representado es el fondo de arena - roca de 0 a 50 m de profundidad en la UEM Tropical, lo cual podría cubrirse con la inclusión del bloque 3 Atacames Costa que también presenta un valor *Medio*.

Los bloques calificados de baja prioridad no son necesariamente áreas de poca importancia para la conservación, en su mayoría corresponden a fondos blandos de aguas profundas donde la información biológica es incipiente. Estos bloques deben considerarse para investigaciones futuras con el propósito de verificar su importancia para la conservación regional.

El cumplimiento de las metas dentro de los bloques prioritarios para todos los objetos de conservación se presentan en el Anexo 9

## 10. ANALISIS DEL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS MARINO – COSTERAS EN EL ECUADOR CONTINENTAL

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas ha declarado 33 áreas de conservación en el Ecuador, de ellas únicamente 8 contienen elementos marino-costeros y solo 2 tienen áreas marinas que se extienden fuera de la costa. Las áreas consideradas para ser análisis en este proyecto fueron: 1) Reserva Ecológica Manglares Cayapas Mataje, 2) Refugio de Vida Silvestre Manglares Estuario Río Muisne, 3) Reserva Ecológica Manglares Churute, 4) Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado y 5) Reserva Ecológica Arenillas, 6) Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas, 7) Parque Nacional Machalilla y 8) Reserva de Vida Silvestre Isla Santa Clara. Abarcando un total de 76.814ha marino-costeras, distribuidas como se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Áreas protegidas marino - costeras del Ecuador continental

| AREA PROTEGIDA  | CLASIFICACIÓN DE AREA          | AREA MARINO COSTERA (ha) |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------|
| Cayapas Mataje  | Reserva Ecológica              | 27.630                   |
| Muisne          | Refugio de Vida Silvestre      | 256                      |
| Isla Corazón    | Refugio de Vida Silvestre      | 88                       |
| Machalilla      | Parque Nacional                | 24.548                   |
| El Salado       | Reserva de Producción de Fauna | 211                      |
| Churute         | Reserva Ecológica              | 21.402                   |
| Arenillas       | Reserva Ecológica              | 1.522                    |
| Isla Sta. Clara | Reserva de Vida Silvestre      | 1.157                    |

**Fuente:** Información Cartográfica zona de estudio

Existen seis sitios *RAMSAR* en la costa continental del Ecuador, cuatro de ellos corresponden a porciones de áreas protegidas (Anexo 4, modificado del Anexo 4 de Villegas *et al.* 2005). Los otros dos sitios *RAMSAR*; La Segua e Isla Santay están en áreas de humedales consideradas prioritarias según el estudio de *Wetlands International*, de estas dos, únicamente la Isla Santay se encuentra dentro del área de estudio, pero no está considerada dentro del Sistema de Áreas Protegidas .

Se realizó un análisis de las áreas protegidas marino-costeras del país, considerando la presencia de los sistemas y comunidades objetos de conservación. De las 8 áreas, 6 corresponden a zonas de manglares y sistemas asociados a estuarios, mientras que las otras dos (Parque Nacional Machalilla y Santa Clara) incluyen mayor diversidad de sistemas y comunidades de zonas submareales. Las especies no fueron incluidas en este análisis para evitar sesgos producidos por el esfuerzo de colección en cada área. A continuación se resume la presencia de sistemas y comunidades objetos de conservación en las áreas protegidas (Tabla 12).

**Tabla 12.** Sistemas y comunidades objeto presentes en las Áreas protegidas

| AREA PROTEGIDA  | AREA MARINA (ha) | CARACTERISTICAS                                       |
|-----------------|------------------|---|
| Cayapas Mataje  | 27.630           | Manglar y esteros                                     |
| Muisne          | 256              | Manglar y esteros                                     |
| Isla Corazón    | 88               | Manglar y esteros                                     |
| Machalilla      | 24.548           | Playas y fondos de arena y roca, y arrecifes de coral |
| El Salado       | 211              | Manglar y esteros                                     |
| Churute         | 21.402           | Manglar y esteros                                     |
| Arenillas       | 1.522            | Manglar y esteros                                     |
| Isla Sta. Clara | 1.157            | Playas de roca y fondos de arena y roca               |

Los sistemas no representados dentro de las áreas protegidas son: en la UEM Mixta fondo de roca 0 a 50 m agua dulce, fondo de arena 0 a 50 con agua dulce, fondo de arena-limo 0 a 50 con agua dulce, fondo de grava 0 a 50, fondo de limo 50 a 200 m, fondo de roca 0 a 50 m, fondo de roca 50 a 200 m y playa de limo. En la UEM Tropical ningún sistema submareal está presente, y en los sistemas intermareales, tampoco se representan las playas de roca o playa de roca con influencia de agua dulce.

La mayoría de los sistemas que se incluyen dentro de las áreas protegidas no alcanzan las metas de conservación definidas en este documento. Únicamente cuatro sistemas alcanzan el 90 % o más de la meta propuesta, como los manglares de la UEM Tropical, los arrecifes de coral, fondo arena-roca 50 a 200m y playa de roca UEM Mixta. En las siguientes dos tablas se detalla el grado de representación de los sistemas objetos en las áreas protegidas según la estratificación en Unidades Ecológicas Marinas (Tabla 13 y 14)

**Tabla 13.** Sistemas representados en las Áreas Protegidas de la UEM Tropical

| <b>Cobertura UEM Tropical</b>          |                  |              |                |        |              |               |                          |
|--|------------------|--------------|----------------|--------|--------------|---------------|--------------------------|
| SISTEMA                                | CANTIDAD (m, ha) | META (m, ha) | AREA PROTEGIDA |        |              | TOTAL (m, ha) | PORCENTAJE META CUMPLIDA |
|  |                  |              | Cayapas        | Muisne | Isla Corazón |               |                          |
| Playa de arena                         | 280.442          | 84.133       | 1.052          | 0      | 0            | 1.052         | 1,25                     |
| Playa de arena, agua dulce             | 93.459           | 46.730       | 28.592         | 0      | 0            | 28.592        | 61,19                    |
| Playa de roca                          | 101.395          | 30.419       | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Playa de roca, agua dulce              | 3.683            | 2.210        | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Playa de limo, agua dulce              | 61.940           | 30.970       | 2.056          | 0      | 0            | 2.056         | 6,64                     |
| Manglar                                | 22.421           | 11.211       | 19.783         | 246    | 63           | 20.092        | 179,22                   |
| Fondo arena-limo 0 a 50 m.             | 337.554          | 67.511       | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo arena-limo 0 a 50 m., agua dulce | 56.005           | 16.802       | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo arena-limo 50 a 200 m.           | 686.524          | 137.305      | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo arena-roca 0 a 50 m.             | 29.570           | 14.785       | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo arena-roca 0 a 50 m., agua dulce | 175              | 105          | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo arena 0 a 50 m.                  | 52.058           | 15.618       | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo arena 0 a 50 m., agua dulce      | 5.993            | 2.997        | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo limo 0 a 50 m., agua dulce       | 21.716           | 10.858       | 0              | 10     | 34           | 44            | 0,41                     |
| Fondo roca 0 a 50 m.                   | 5.270            | 2.635        | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |
| Fondo roca 0 a 50 m., agua dulce       | 299              | 225          | 0              | 0      | 0            | 0             | 0                        |

**Tabla 14.** Sistemas representados en las Áreas Protegidas de la UEM Mixta

| <b>Cobertura UEM Mixta</b>             |                     |                 |                |        |         |           |                       |                  |                                |
|--|---------------------|-----------------|----------------|--------|---------|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------------|
| SISTEMA                                | CANTIDAD<br>(m, ha) | META<br>(m, ha) | AREA PROTEGIDA |        |         |           |                       | TOTAL<br>(m, ha) | PORCENTAJE<br>META<br>CUMPLIDA |
|  |                     |                 | PNM            | Salado | Churute | Arenillas | Isla<br>Sta.<br>Clara |                  |                                |
| Playa de arena                         | 279.428             | 83.829          | 22.567         | 0      | 0       | 0         | 0                     | 22.567           | 26,92                          |
| Playa de roca                          | 98.108              | 49.054          | 42.507         | 0      | 0       | 0         | 4.299                 | 46.806           | 95,42                          |
| Playa de limo                          | 73.152              | 36.576          | 0              | 0      | 0       | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Playa de limo, agua dulce              | 553.530             | 110.706         | 0              | 0      | 24.892  | 0         | 0                     | 24.892           | 22,48                          |
| Manglar                                | 122.020             | 61.010          | 0              | 207    | 20.366  | 1437      | 0                     | 22.10            | 36,08                          |
| Fondo arena - limo 0 a 50 m.           | 78.597              | 23.580          | 8.441          | 0      | 0       | 0         | 799                   | 9.240            | 39,19                          |
| Fondo arena - limo 0 a 50 m agua dulce | 85665               | 25.700          | 0              | 0      | 0       | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Fondo arena - limo 50 a 200 m.         | 152.388             | 45.717          | 4.840          | 0      | 0       | 0         | 0                     | 4.840            | 10,59                          |
| Fondo arena - roca 0 a 50 m.           | 20.827              | 10.414          | 4.002          | 0      | 0       | 0         | 0                     | 4.002            | 38,43                          |
| Fondo arena 0 a 50 m.                  | 379.601             | 75.921          | 816            | 0      | 0       | 55        | 163                   | 1.034            | 1,36                           |
| Fondo arena 0 a 50 m., agua dulce      | 60.796              | 18.239          | 0              | 0      | 0       | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Fondo limo 0 a 50 m.                   | 111.176             | 33.353          | 9              | 0      | 0       | 0         | 0                     | 9                | 0,03                           |
| Fondo limo 0 a 50 m., agua dulce       | 188.982             | 56.695          | 0              | 0      | 11      | 0         | 0                     | 11               | 0,02                           |
| Fondo roca 0 a 50 m.                   | 2.795               | 1.677           | 729            | 0      | 0       | 0         | 175                   | 904              | 53,91                          |
| Fondo roca 0 a 50 m., agua dulce       | 57                  | 43              | 0              | 0      | 0       | 0         | 0                     | 0                | 0                              |

Algunos sistemas importantes no tienen metas estratificadas sino metas globales, debido a que ocurren únicamente en una de las dos UEM. La representación de estos sistemas se resume en la Tabla 15

**Tabla 15.** Otros sistemas representados en las Áreas Protegidas

| <b>Cobertura Total</b>         |                     |                 |                |           |                       |                  |                                |
|--------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|-----------|-----------------------|------------------|--------------------------------|
| SISTEMA                        | CANTIDAD<br>(m, ha) | META<br>(m, ha) | AREA PROTEGIDA |           |                       | TOTAL<br>(m, ha) | PORCENTAJE<br>META<br>CUMPLIDA |
|                                |                     |                 | PNM            | Arenillas | Isla<br>Sta.<br>Clara |                  |                                |
| Playa de arena                 | 703.181             | 210.955         | 0              | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Playa de roca                  | 203.186             | 101.593         | 0              | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Playa de limo                  | 688.622             | 206.587         | 0              | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Manglar                        | 144.441             | 72.221          | 0              | 0         | 0                     | 0                | 0                              |
| Bajo rocoso 0 a 50 m.          | 8.646               | 4.323           | 7              | 0         | 0                     | 7                | 0,16                           |
| Fondo arena - limo 0 a 50 m.   | 557.821             | 111.565         | 8.441          | 0         | 799                   | 9240             | 8,28                           |
| Fondo arena - limo 50 a 200 m. | 838.912             | 167.783         | 4.840          | 0         | 0                     | 4840             | 2,88                           |
| Fondo arena - roca 0 a 50 m.   | 50.572              | 15.172          | 4.002          | 0         | 0                     | 4002             | 26,38                          |



|                                   |         |         |       |    |     |      |        |
|-----------------------------------|---------|---------|-------|----|-----|------|--------|
| Fondo arena-roca 50 a 200 m.      | 22      | 17      | 22    | 0  | 0   | 22   | 129,41 |
| Fondo arena 0 a 50 m.             | 498.448 | 149.535 | 3.816 | 55 | 163 | 4034 | 2,7    |
| Fondo arena 50 a 200 m.           | 388.158 | 116.448 | 2.007 | 0  | 0   | 2007 | 1,72   |
| Fondo arrecife de coral 0 a 50 m. | 16      | 16      | 16    | 0  | 0   | 16   | 100    |
| Fondo grava 0 a 50 m.             | 5.823   | 2.912   | 0     | 0  | 0   | 0    | 0      |
| Fondo limo 0 a 50 m.              | 321.874 | 64.375  | 9     | 0  | 0   | 9    | 0,01   |
| Fondo limo 50 a 200 m.            | 171.413 | 51.424  | 0     | 0  | 0   | 0    | 0      |
| Fondo roca 0 a 50 m.              | 8.421   | 4.211   | 0     | 0  | 0   | 0    | 0      |
| Fondo roca 50 a 200 m.            | 743     | 446     | 0     | 0  | 0   | 0    | 0      |

Es evidente que SNAP no tiene una cobertura adecuada de todos los sistemas marino-costeros del país. Es indispensable y urgente aumentar el área bajo protección, ya sea por una extensión de las áreas protegidas o por la creación de nuevas áreas que incluyan un mayor número de sistemas especialmente para zonas submareales.

El portafolio propuesto en este documento coincide parcialmente con 6 de las 8 áreas protegidas (Mapa 29). Únicamente dos áreas pequeñas: El Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragatas en la UEM Tropical y la Reserva de Producción de Fauna Manglares del Salado en la UEM Mixta no forman parte del portafolio. De las 933.450 hectáreas que conforman el portafolio, solamente 76.814 ha (8 %) tiene algún nivel de protección.

Es importante señalar que las áreas protegidas actuales no se manejan de una forma que proporciona, en muchos casos, una protección adecuada y suficiente para la conservación de sus recursos biológicos. Todas estas áreas son vulnerables a impactos producidos por actividades humanas y algunas de ellas están ubicadas en lugares con alto costo (Tabla 16). Los costos corresponden a las amenazas cartografiadas y valoradas por unidad de análisis en este estudio.

**Tabla 16.** Costos y principales amenazas de las Áreas Marino-Corteras Protegidas

| AREA PROTEGIDA   | AREA MARINA | COSTO | COSTO / ha. | PRINCIPALES AMENAZAS   |
|------------------|-------------|-------|-------------|--|
| Cayapas - Mataje | 27.630      | 7.798 | 0,28        | Dstrucción de hábitat  |
| Muisne           | 256         | 364   | 1,42        | Dstrucción de hábitat, Pesca artesanal, contaminación urbana   |
| Isla Corazón     | 88          | 250   | 2,84        | Contaminación urbana e industrial  |
| Machalilla       | 24.548      | 9.071 | 0,37        | Pesca artesanal e industrial, contaminación urbana, destrucción de hábitat (arrecifes), introducción de especies (Isla de La Plata), turismo (playas y ballenas) |
| El Salado        | 211         | 178   | 0,84        | Dstrucción de hábitat, contaminación urbana e industrial   |
| Churute          | 21.402      | 5.123 | 0,24        | Dstrucción de hábitat, contaminación urbana e industrial   |
| Arenillas        | 1.522       | 556   | 0,37        | Dstrucción de hábitat  |
| Isla Sta. Clara  | 1157        | 567   | 0,49        | Pesca artesanal e industrial   |

Como muestra esta Tabla 16 algunas áreas protegidas tiene costos elevados especialmente los manglares en la Isla Corazón, Muisne y El Salado. En el Parque

Nacional Machallia, aunque el costo por hectáreas es menor a los mencionados anteriormente, es el área de mayor preocupación porque incluye sistemas (arrecifes de coral) comunidades (anidación de aves marinas y de tortugas) y especies únicas (albatros, reproducción de ballena jorobada, *Spondylus* spp.) o extremadamente raras. Todas las áreas protegidas tienen algunos costos debido a impactos humanos y ninguna de ellas cuenta con una protección ni manejo adecuado.

Considerando solamente las 8 áreas de alta y muy alta prioridad en el portafolio: San Lorenzo, Galera-Muisne, Puerto Cayo, Isla de la Plata, Machalilla, Santa Elena, Data de Posorja y Bajoalto, el 13% (67.020 ha) forma actualmente parte del SNAP. Tres de las cinco áreas de muy alta prioridad y una de las tres de altas prioridad coinciden parcialmente con la Reserva Ecológica Manglares Cayaps Mataje o el Parque Nacional Machalilla. De las nueve áreas de prioridad media, 2 coinciden parcialmente con áreas protegidas, la Reserva Ecológica Manglares Churute y la Reserva Ecológica Arenillas. El único bloque de baja prioridad (Isla Santa Clara) coincide con un área protegida, el Refugio de Vida Silvestre Isla Santa Clara.

Es importante mencionar que bloques de muy alta y alta prioridad como Galera-Muisne, Data de Posorja y Bajoalto, actualmente no reciben ninguna protección.

### **Incremento del tamaño de áreas protegidas: Estudio de tres casos**

Cuando pensamos en áreas protegidas marino costeras es necesario considerar las interacciones entre los sistemas estuarinos e intermareales con los sistemas submareales adyacentes. Esta es una de las razones para considerar que las áreas costeras protegidas ya establecidas deberían extenderse desde la zona intermareal hasta sistemas de aguas más profundas, adicionalmente este aumento de tamaño ayudaría a mejorar la representación de algunos sistemas que actualmente están subrepresentados en el SNAP, sin la necesidad de aumentar el número de áreas protegidas. Algunos ejemplos de áreas protegidas que podrían beneficiarse de una extensión de su área son:

- Reserva Cayapas Mataje
- Parque Nacional Machalilla
- Reserva Manglares Churute

La Reserva Cayapas Mataje protege principalmente manglares de la UEM Tropical, esta reserva por si sola cumple la meta de manglar para la UEM Tropical. Sin embargo se puede mejorar la representación de sistemas submareales agregando el área comprendida dentro del bloque 1. Esto implica un aumento de 29.350 ha e incluye esteros y aguas submareales adyacentes (Figura 14).

**Figura 14.** Ubicación geográfica de la Reserva Cayapas Mataje en relación al bloque 1 San Lorenzo.

Como se observa en la Tabla 17 la adición del bloque 1 al área establecida por la reserva, mejora significativa la representación de fondos blandos con influencia de agua dulce, a diferencia de lo que ocurre con los sistemas intermareales donde el impacto es mínimo. Además es una ventaja aumentar el área para incluir aguas adyacentes de alta productividad, como resultado de los aportes fluviales continentales

**Tabla 17.** Representación mejorada de sistemas por el incremento de área protegida.

| SISTEMA  | AREA ACTUAL<br>(% Meta ) | BLOQUE 1<br>(% Meta) | AREA TOTAL<br>(% Meta) |
|--|--------------------------|----------------------|------------------------|
| Fondo arena - limo 0 a 50 m, influencia agua dulce | 0 (0)                    | 15.543 ha (92 %)     | 15.543 ha (92%)        |
| Fondo arena 0 a 50 m, influencia agua dulce        | 0 (0)                    | 2.576 ha (86 %)      | 2.576 ha (86%)         |
| Fondo de limo 0 a 50 m, influencia agua dulce      | 0 (0)                    | 8.323 ha (77 %)      | 8.323 ha (77%)         |
| Playa de limo influencia de agua dulce             | 2.056 m (7 %)            | 0 m (0 %)            | 2.056 m ( 7%)          |
| Playa de arena                                     | 1052 m (1 %)             | 0 m (0 %)            | 1052 m (1%)            |
| Playa de arena con influencia agua dulce           | 28.592 m (63 %)          | 1.363 m (1 %)        | 29965 m (64%)          |
| Manglar  | 19.783 ha (179 %)        | 404 ha (4 %)         | 20187 (181%)           |

El Parque Nacional Machalilla es el área marina protegida más importante del Ecuador continental, por contar con una gran diversidad de sistemas y la inclusión de sistemas, comunidades y especies raras o únicas. El Parque, a pesar de tener una diversidad impresionante, no es lo suficientemente grande para representar adecuadamente algunos sistemas submareales. Incrementando el área marina protegida del parque se puede acercarse más a la meta de conservación para algunos de estos sistemas. Este Parque dentro del portafolio se encuentra representado en 3 bloques diferentes (bloque 12, 13 y 14). Para mejorar la cobertura del área marina protegida en el Parque Nacional Machalilla podemos optar por diferentes alternativas. Si aumentamos el área marina con la inclusión del bloque 12 Puerto Cayo se adiciona 20.820 ha, con el bloque 13 Isla de La Plata 2.700 ha y con el bloque 14 Machalilla 95.950 ha (Figura 15).

**Figura 15.** Ubicación geográfica del Parque Nacional Machalilla en relación a los bloques 2 Puerto Cayo, bloque 13 isla de La Plata y bloque 14 Machalilla

Agregando las 20.820 ha del bloque 12, se puede mejorar considerablemente la representación de bajos rocosos y playas de arenas, y cumplir la meta de conservación para los fondos de arena - limo de 0 a 50 m (Tabla 18). El área marina del bloque 12 incluye parte de los bajos rocosos de la zona de Cantagallo, un hábitat importante para la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Este bloque se acerca a la zona

protegida de La Isla de La Plata y los dos bloques podrían unirse para formar un área protegida continua y más extensa.

**Tabla 19.** Representación mejorada de sistemas por el incremento de área protegida (bloque 12)

| SISTEMA                      | AREA ACTUAL<br>(% Meta ) | BLOQUE 12<br>(% Meta ) | AREA<br>TOTAL (%<br>Meta) |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| Bajo rocoso 0 a 50 m         | 7 ha (0,1 %)             | 2.649 ha (61 %)        | 2.656 ha (61 %)           |
| Fondo arena - limo 0 a 50 m  | 8.441 ha (36 %)          | 14.579 ha (62 %)       | 23.020 ha (98 %)          |
| Fondo arena 0 a 50 m         | 3.816 ha (0,2 %)         | 2.089 ha (3 %)         | 5905 ha (8 %)             |
| Fondo de roca 0 a 50 m       | 729 ha (43 %)            | 10 ha (0,6 %)          | 739 ha (44 %)             |
| Fondo de arena 50 a 200 m    | 2.007 ha (2 %)           | 0                      | 2.007 ha (2 %)            |
| Fondo de arena-roca 0 a 50 m | 4.002 ha (38 %)          | 0                      | 4.002 ha (38 %)           |
| Fondo arena- limo 50 a 200 m | 4.840 ha (11 %)          | 0                      | 4.840 ha (11 %)           |
| Fondo arena-roca 50 a 200 m  | 22 ha (129 %)            | 0                      | 22 ha (129 %)             |
| Fondo arena 50 a 200 m       | 0                        | 0                      | 0                         |
| Fondo de limo 0 a 50 m       | 9 ha (0 %)               | 0                      | 9 ha (0 %)                |
| Fondo de limo 50 a 200 m     | 0                        | 0                      | 0                         |
| Fondo de roca 50 a 200 m     | 0                        | 0                      | 0                         |
| Fondo de arrecife de coral   | 16 ha (100 %)            | 0                      | 16 ha (100 %)             |
| Playa de arena               | 22.567 m (27 %)          | 21.646 m (26 %)        | 44.213 m (53 %)           |
| Playa de roca                | 42.507 m (87 %)          | 0                      | 42.507 m (87 %)           |

El bloque 13 coincide mayormente con la zona protegida actual de 2 millas alrededor de la Isla de la Plata. En este caso no necesariamente se debe considerar el bloque 13 como un modelo para extender la zona protegida de la isla, sino aumentar hasta 3 - 5 millas el radio de protección, principalmente para incluir fondos blandos y aguas más profundas poco representadas en el parque (Tabla 20). Una extensión del área protegida alrededor de la Isla de la Plata no es suficiente para garantizar la conservación de la biodiversidad y los objetos únicos presentes en este lugar, es necesario un control más estricto de las actividades humanas en la isla y sus aguas circundantes

**Tabla 20.** Representación mejorada de sistemas por el incremento de área protegida (Bloque 13)

| SISTEMA                        | AREA ACTUAL<br>(% Meta ) | BLOQUE 13<br>(% Meta ) | AREA TOTAL<br>(% Meta) |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Bajo rocoso 0 a 50 m           | 7 ha (0,1 %)             | 0                      | 7 ha (0,1 %)           |
| Fondo arena - limo 0 a 50 m    | 8.441 ha (36 %)          | 8 ha (0 %)             | 8.449 (36 %)           |
| Fondo arena 0 a 50 m           | 3.816 ha (0,2 %)         | 0                      | 3.816 ha (0,2 %)       |
| Fondo de roca 0 a 50 m         | 729 ha (43 %)            | 0                      | 729 ha (43 %)          |
| Fondo de arena 50 a 200 m      | 2.007 ha (2 %)           | 22 ha (0 %)            | 2.029 ha (2%)          |
| Fondo de arena - roca 0 a 50 m | 4.002 ha (38 %)          | 2.556 ha (24 %)        | 6.558 ha (63 %)        |
| Fondo arena - limo 50 a 200 m  | 4.840 ha (11 %)          | 122 ha (0 %)           | 4.962 ha (11 %)        |
| Fondo arena-roca 50-200 m      | 22 ha (129 %)            | 0                      | 22 ha (129 %)          |
| Fondo arena 50 a 200 m         | 0                        | 0                      | 0                      |
| Fondo de limo 0 a 50 m         | 9 ha (0 %)               | 0                      | 9 ha (0 %)             |
| Fondo de limo 50 a 200 m       | 0                        | 0                      | 0                      |
| Fondo de roca 50 a 200 m       | 0                        | 0                      | 0                      |
| Fondo de arrecife de coral     | 16 ha (100 %)            | 0                      | 16 ha (100 %)          |
| Playa de arena                 | 22.567 m (27 %)          | 0                      | 22.567 m (27 %)        |

---

|               |                 |   |                 |
|---------------|-----------------|---|-----------------|
| Playa de roca | 42.507 m (87 %) | 0 | 42.507 m (87 %) |
|---------------|-----------------|---|-----------------|

---

La adición del bloque 14 mejora la representación de fondos de arena y playas de arena, y cumple con la meta de conservación para fondo de arena-limo de 50 a 200m (Tabla 21). Este bloque incluye zonas importantes de fondos blandos alrededor de la Isla Salango, el islote Los Ahorcados que es un lugar importante para las especies asociadas a fondos rocosos y playas turísticas como Río Chico, Puerto Rico y Ayampe.

**Tabla 21.** Representación mejorada de sistemas por el incremento de área protegida (Bloque 14)

| SISTEMA                      | AREA ACTUAL<br>(% Meta) | BLOQUE 14<br>(% Meta) | AREA TOTAL<br>(% Meta) |
|------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Bajo rocoso 0 a 50 m         | 7 ha (0,1 %)            | 0                     | 7 ha (0,1 %)           |
| Fondo arena - limo 0 a 50 m  | 8.441 ha (36 %)         | 2.148 ha (9 %)        | 10.589 ha (45 %)       |
| Fondo arena 0 a 50 m         | 3.816 ha (5 %)          | 7.410 ha (10 %)       | 11.226 ha (15 %)       |
| Fondo de roca 0 a 50 m       | 729 ha (43 %)           | 116 ha (7 %)          | 845 ha (50 %)          |
| Fondo de arena 50 a 200 m    | 2.007 ha (2 %)          | 0                     | 2.007 ha (2 %)         |
| Fondo de arena-roca 0 a 50 m | 4.002 ha (38 %)         | 0                     | 4.002 ha (38 %)        |
| Fondo arena- limo 50 a 200 m | 4.840 ha (11 %)         | 43.049 ha (94 %)      | 47.889 ha (105 %)      |
| Fondo arena-roca 50 a 200 m  | 22 ha (129 %)           | 0                     | 22 ha (129 %)          |
| Fondo arena 50 a 200 m       | 0                       | 31.997 ha (27 %)      | 31.997 ha (27 %)       |
| Fondo de limo 0 a 50 m       | 9 ha (0 %)              | 3.026 ha (9 %)        | 3.035 ha (9 %)         |
| Fondo de limo 50 a 200 m     | 0                       | 4.383 ha (9 %)        | 4.383 ha (9 %)         |
| Fondo de roca 50 a 200 m     | 0                       | 72 ha (16 %)          | 72 ha (16 %)           |
| Fondo de arrecife de coral   | 16 ha (100 %)           | 0                     | 16 ha (100 %)          |
| Playa de arena               | 22.567 m (27 %)         | 17.399 m (21 %)       | 39.966 m (48 %)        |
| Playa de roca                | 42.507 m (87 %)         | 7.129 m (15 %)        | 49.636 m (101 %)       |

La Reserva Ecológica Manglares Churute, si bien protege importantes zonas de manglar en la UEM Mixta, su área no es suficiente para cumplir la meta de manglar en el Golfo de Guayaquil. Con la adición del bloque 19 se aumentaría el área protegida en 91.180 ha, incluyendo manglares de las islas, fondos blandos adyacentes y playas de limo (Figura 16).

**Figura 16.** Ubicación geográfica la Reserva Ecológica Manglares Churute en relación al bloques 19

Con la adición del bloque 19 mejora la representación de fondo de limo 0 a 50m con influencia de agua dulce, y se cumplen las metas de conservación para las playas de limo con influencia de agua dulce y manglares (Tabla 21). La Reserva Manglares Churute y el bloque 19 constituyen una zona de alta productividad para las pesquerías del Golfo de Guayaquil y una zona de amortiguamiento entre la ciudad de Guayaquil y el mar.

**Tabla 21.** Representación mejorada de sistemas por el incremento de área protegida

| SISTEMA   | AREA ACTUAL (%<br>Meta) | BLOQUE 19<br>(% Meta) | AREA TOTAL<br>(% Meta) |
|---|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| Fondo arena - limo 0 a 50 m,<br>influencia agua dulce | 0 (0 %)                 | 3.807 ha (15 %)       | 3.807 ha (15 %)        |
| Fondo arena 0 a 50 m,<br>influencia agua dulce        | 0 (0 %)                 | 2 ha (0 %)            | 2 ha (0 %)             |
| Fondo de limo 0 a 50 m,<br>influencia agua dulce      | 11 ha (0 %)             | 31.369 ha (55 %)      | 31.380 ha (55 %)       |
| Playa de limo influencia de<br>agua dulce             | 24.892 m (22 %)         | 101.135 m (91 %)      | 126.027 ha (114 %)     |

---

|                |                  |                  |                  |
|----------------|------------------|------------------|------------------|
| <u>Manglar</u> | 20.366 ha (33 %) | 37.156 ha (61 %) | 57.522 ha (94 %) |
|----------------|------------------|------------------|------------------|

## 11. CONCLUSIONES

### 11.1 Vacíos de Información

En el Ecuador, las investigaciones marinas se han enfocado más en las Islas Galápagos que en la costa continental. Los pocos estudios de la biodiversidad marina de la costa se centran principalmente en los organismos planctónicos o en las especies importantes para la pesca. Además, casi todos estos estudios se concentran en la zona entre Guayaquil y Manta. En general, existe poca información sobre los ecosistemas marinos, las condiciones ambientales, la biología de especies específicas y las amenazas enfrentadas por el medio marino. Esta falta de información actualizada y georeferenciada es el mayor problema para el diseño y manejo de una red de áreas marinas protegidas.

Aunque se reconoce que el Ecuador posee una biodiversidad enorme, la falta de información sobre la gran mayoría de sus especies impuso severos límites en la selección de las especies objeto. Por necesidad, la selección tuvo que realizarse con base en un grupo muy reducido de especies de las cuales se tiene, por lo menos, alguna información. Esto produjo un sesgo a favor de los vertebrados. Aún para estas especies, el número de ocurrencias bien documentadas fue pequeño y, con la excepción de algunos mamíferos marinos, existe poca información sobre su biología. Datos confiables sobre la distribución y biología de los peces, los invertebrados y las algas son casi inexistentes. La región ha sido citada como una zona de endemismo notable (Norse 1993) pero se encontró poca evidencia de esto: sólo 15 especies posiblemente endémicas, empleando una definición amplia que incluye a las especies que tienen la mayor parte de su distribución dentro de el Ecuador. En general, antes y después de este estudio, se puede afirmar que el conocimiento de la biodiversidad de la Ecorregión es muy pobre.

Tampoco existe mucha información acerca de los parámetros físico-químicos que definen el medioambiente marino. En el Ecuador, INOCAR se encarga de los estudios oceanográficos y de los recursos marinos, pero esta institución, hasta ahora, no ha podido producir una cobertura completa de las características ambientales de la plataforma continental a una escala adecuada para la planificación regional. Muchos de sus datos quedan todavía sin publicar y no están, entonces, disponibles al público. En especial, falta una cartografía de los fondos marinos con detalle suficiente para poder identificar la presencia de algunos sistemas submareales pequeños (*e.g.*, bajos rocosos). El monitoreo de los cambios del clima y de los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad, clorofila, etc.) es geográficamente y temporalmente esporádico y no permite una buena definición de la variabilidad espacial y estacional de las masas de agua. Esta información se encuentra en un pobre proceso de sistematización y su acceso es complicado. Los procesos geomorfológicos e hidrológicos a lo largo de la costa (erosión, sedimentación y descargas fluviales) no han recibido monitoreos a largo plazo, haciendo imposible una cartografía de los sectores de la línea costera afectados o vulnerables a cambios físicos.



Para la planificación de un sistema de áreas marinas protegidas, un conocimiento del patrón de corrientes es importante porque muchos organismos en su estado larval se dispersan pasivamente, sin embargo en el Ecuador solo existe información general sobre las tendencias de las corrientes oceánicas y muy poco sobre las importantes corrientes costeras. La falta de información sobre las corrientes costeras también complicó el análisis de los impactos antrópicos porque no se pudo definir bien la dirección y alcance de las plumas de contaminación. Sobre la mayoría de las industrias potencialmente contaminantes en la zona costera, se desconoce la composición química de sus descargas, sus efectos sobre la fauna y flora y su permanencia en el medioambiente. Solo se pueden extrapolar los efectos de la contaminación con base en estudios realizados en sistemas y organismos de otros lugares. Los impactos de los contaminantes a largo plazo sobre los organismos marinos y los consumidores humanos son desconocidos.

La extracción de recursos marinos pesqueros es otra amenaza muy difícil de cartografiar. Los datos de pesca no se encuentran georeferenciados y, en muchos casos, existen únicamente como registros de puerto. Algunos datos importantes para la pesca se encuentran mantenidos confidencialmente por instituciones gubernamentales, con el objetivo de precautelar la integridad de importantes recursos comerciales. Hay poca información publicada sobre la zonación del esfuerzo pesquero y sobre el impacto que tienen diferentes artes pesqueras en los ecosistemas marinos y la captura incidental de mamíferos, tortugas y otras especies.

Los datos de los censos de población humana se organizan por parroquias, así que es difícil puntualizar el impacto de la población en lugares específicos y las tendencias de crecimiento demográfico. Los impactos ocasionados por las operaciones turísticas sobre el ambiente marino-costero son poco estudiados. El incremento de la actividad turística en la Ecorregión se ha realizado sin ninguna planificación, reglamentación, ni control, siempre bajo el nombre de “ecoturismo,” pero no se debe asumir que esta actividad es ecológicamente beneficiosa, y hay que asegurar que el desarrollo turístico está correctamente dirigido, sobretodo en ambientes frágiles y únicos como islas, arrecifes y manglares.

Debido a los vacíos de información ya señalados, se ve la necesidad de estudios de todos los aspectos del ambiente marino, incluyendo:

- Estudios de la oceanografía física, química y biológica (especialmente fondos, corrientes, y afloramientos).
- Investigaciones taxonómicas (especialmente de grupos invertebrados y sus larvas).
- Investigaciones permanentes de la diversidad faunística y florística en todos los hábitats marino-costeros para documentar la distribución actual de las especies, el crecimiento o reducción de sus poblaciones, y la introducción de especies exóticas.
- Estudios detallados de la biología y ecología de algunas especies posiblemente sobreexplotadas (e.g., *Spondylus* spp., *Epinephelus itajara*, *Antipathes* spp., *Hippocampus ingens* y *Anadara grandis*).

- Investigaciones pesqueras enfocadas en el impacto de las distintas artes y en las zonas de mayor intensidad de esfuerzo.
- Investigación de los impactos de la pesca incidental.
- Estudios ecológicos de la conectividad entre sistemas marinos y estuarinos.
- Monitoreo continuo de condiciones climáticas y oceanográficas para caracterizar mejor los impactos de fenómenos naturales (*e.g.*, *El Niño*, calentamiento global) y antrópicos (*e.g.*, contaminación industrial, urbana y alteraciones físicas de línea costera).
- Cartografía de ecosistemas y amenazas con un nivel de resolución superior a 1:100.000.
- Sistematización, organización, y análisis de la información que existe sobre la biodiversidad y su distribución en la ecorregión

## 11.2 Próximos Pasos

Debido a los mencionados vacíos de información, el portafolio de sitios presentado aquí tiene que considerarse como una primera aproximación. Es importante llenar algunos de estos vacíos, especialmente los que se refieren a los factores oceanográficos físicos y la distribución espacial de sistemas submareales, antes de definir un portafolio biológico/ecológico definitivo y final.

Este portafolio, con base en los criterios biológicos/ecológicos, será el punto de partida para el diseño de una red de áreas marinas protegidas con la participación de todos los distintos sectores sociales, económicos y políticos nacionales y posiblemente con algunos representantes internacionales (si se ve conveniente integrar la red con iniciativas parecidas en los países vecinos). El proceso de integrar las prioridades biológicas con las necesidades socioeconómicas de la población para lograr un diseño óptimo de la red ha sido analizado en detalle por Villegas *et al.* (2005).

La existencia de grandes vacíos de información hace imposible la identificación de un portafolio completo con toda confianza. Sin embargo, podemos decir con confianza que los bloques señalados como muy alta y alta prioridad son importantes; es poco probable que la adición de más información cambiara su clasificación. Son los bloques clasificados de mediana y baja prioridad que requieren más información para poder mejorar su definición. De igual manera, la mayoría de las especies objeto carecen de información suficiente para poder diseñar programas de conservación. Así, los próximos pasos para el establecimiento de una red de áreas marino-costeras protegidas deben seguir dos caminos: 1) aumentar la calidad y cantidad de información geográfica, oceanográfica, ecológica, y biológica sobre toda la zona marino-costera continental del país con el propósito de llenar algunos de los vacíos más graves y 2) iniciar procesos de manejo más enfocados en la conservación de la biodiversidad en los bloques de muy

alta o alta prioridad, especialmente donde éstos coinciden con áreas protegidas ya declaradas.

Aunque Villegas *et al.* (2005) detallan una larga lista de criterios biológicos, ecológicos, sociales, económicos, culturales, y políticos que deben considerarse para la selección de áreas marinas protegidas, es nuestra opinión que el proceso de selección debe dividirse en dos fases: 1) la definición de los objetivos y prioridades biológicos específicas y 2) la integración de esos objetivos y prioridades con los factores políticos y socio-económicos. Esta división es necesaria para no perder la visión del objetivo fundamental – la conservación de la biodiversidad marina – entre una compleja mezcla de intereses y objetivos socio-económicos. En la primera fase, hay que identificar las áreas marinas indispensables para la protección de una buena representación de la biodiversidad marina y las cuales demanden un nivel de control estricto. También hay que identificar otras áreas que se manejan con propósitos pesqueros o recreativos y donde el control es menos restrictivo.

## BIBLIOGRAFIA

- Andelman, S., Davis, F., & I. Ball. 1999. SITES: Software para selección de sitios. National Center for Ecological Analysis and Synthesis. Univ. California at Santa Barbara. Santa Barbara, CA, USA.
- ANZECC. 1999. Strategic plan of action for The National Representative System of Marine Protected Areas: A guide for action by Australian governments. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. (ANZECC) – Task force on marine protected areas. Canberra, Australia.
- Arriaga, L. & J. Martínez. 2002. Plan de ordenamiento de la pesca y acuicultura del Ecuador. Ministerio de Comercio Exterior, Industria y Pesca, Subsecretaría de Recursos Pesqueros.
- Ayarza, W. 1981. Morfología y sedimentos del margen continental ecuatoriano. Boletín Informativo 2, No 1. INP. Guayaquil
- Ayón, H. 1987. Geología de la línea de costa del Ecuador. Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC). Guayaquil. Documento inédito.
- Bakun, A., Csirke, J., Lluch-Belda, D., & R. Steer-Ruiz. 1999. The Pacific Central American Coast. En: Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim (K. Sherman and Q. Tang, eds.). Blackwell Science. Cambridge, MA. p. 268-280.
- Banks, S. 2002. Ambiente Físico. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad Marina (Danulat, E. & G. J. Edgar, eds). p. 22–35. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Barnes, H., & Barnes, M. 1968. Egg number, metabolic efficiency of egg production and fecundity; local and regional variations in a number of common cirripedes. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2:135-153.
- Beck, M. & M. Odaya. 2001. Ecoregional planning in marine environments: identifying priority sites for conservation in the Northern Gulf of Mexico. Aquatic Conservation 1:235-242.
- Bertness, M.D., Gaines, S.D. & M.E. Hay. 2000. Marine Community Ecology. Sinauer Associates, Inc. USA.
- Brenes, C. 2001. Afloramientos y pesca en Costa Rica. Revista mensual sobre actividad ambiental. N94.
- Canevari, P., I. Davidson, D. Blanco, G. Castro & E. Bucher. 1998. Los humedales de América del Sur - Una agenda para la conservación de biodiversidad y políticas de desarrollo. Wetlands International.

- Chan, G.L. 1973. A study of the effects of the San Francisco oil spill on marine organisms. En: Proceedings of a joint conference on prevention and control of oil spills. American Petroleum Institute. Washington, D.C. p. 741-782.
- Chalen, X. & L. Sandoval. 2002. Variabilidad espacial de los recursos demersales del Golfo de Guayaquil. Tesis de grado para optar al título de Biólogo. Escuela de Biología, Universidad de Guayaquil.
- Chávez, F.P., Strutton, P.G., Friederich, G.E., Feely, R.A., Feldman, G.A., Foley, D. & M.J. McPhaden. 1999. Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997 and 1998 El Niño. *Science* 286:2126-2131.
- CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. [www.cites.org](http://www.cites.org)
- Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 1998. Informe del Taller de Trabajo. Taller de trabajo regional sobre medio ambiente, economía e indicadores ambientales para el desarrollo sostenible de las zonas costeras y marinas del Pacífico Sudeste. Editado por CPPS – PNUMA, Quito. 240 p.
- Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. FAO Fisheries Synopsis N° 125, 4 (1 y 2). 655 p.
- Cortés, J. 1986. Biogeografía de corales hermatípicos: El istmo Centro Americano. *Anales Inst. Cien. Mar. Limnol. UNAM* 13:297-304.
- Cucalón, E. 1996. Oceanografía y sistemas físicos en el Golfo de Guayaquil. En: *Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil*. Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República (CAAM). Guayaquil.
- Danulat, E. & G. J., Edgar (eds). 2002. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Devaney, D. M. & J. C. Lang. 1987. Scleractinia (stony corals) of Enewetak Atoll. p. 67-76 en: D. M. Devaney, E. S. Reese, B. L. Burch & P. Helfrich (eds.), *The Natural History of Enewetak Atoll, Vol. II Biogeography and Systematics*. U.S Dept. Energy, Washington, D.C.
- Durham, J. W. & J. L. Barnard. 1952. Stony corals of the eastern Pacific collected by Velero III and Velero IV. *Allan Hancock Pac. Exped.* 16:1-110.
- Durham, J. W. 1962. Corals from the Galápagos and Cocos Islands. *Proc. Calif. Acad. Sci., 4th Ser.* XXXII(2):41-56.
- Durham, J. W. 1966. Coelenterates, especially stony corals, from the Galápagos and Cocos Islands, p. 123-135 en: R.I. Bowman (ed.), *The Galápagos*. University of California, Berkeley, Los Angeles, CA.

- ECOLAP. 2000. Sistema de manejo de visitantes para la Isla de La Plata y su zona marina. Tomo I, Estudio de capacidad de carga. Universidad San Francisco de Quito.
- Encalada, M. (ed.). 1991. Potencial impacto ambiental de las industrias en el Ecuador. Fundación Natura. Quito, Ecuador.
- FAO. 2004. Información sobre la ordenación pesquera: Republica del Ecuador. <http://www.fao.org/fi/fcp/es/EQU/BODY.HTM>. 13 - 01 - 2004.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., & V. H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, Italia.
- Foster, M. M., Neushul, M. & R. Zingmark. 1971. The Santa Barbara oil spill. Part 2. Initial effects on intertidal and kelp bed organisms. *Environ Pollut.* 2:115-134.
- Fundación Charles Darwin. 1985. El Niño en las Islas Galápagos: El Evento de 1982-1983. Quito, Ecuador.
- Galárraga-Sánchez, R. H. 2000. Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en el Ecuador.
- García, L. 1981. Morfología de la plataforma continental de la Provincia de Manabí. Boletín Científico Técnico 2. No 1. Instituto Nacional de Pesca (INP). Guayaquil, Ecuador.
- Glynn, P. W. & G. M. Wellington. 1983. Corals and Coral Reefs of the Galápagos Islands. University of California, Berkeley, CA, USA. 330 p.
- Glynn, P. W., Maté, J. L., Baker, A. C. & M. O. Calderón. 2001. Coral bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the 1997-1998 El Niño-Southern Oscillation event: Spatial/temporal patterns and comparisons with the 1982-1983 event. *Bull. Mar. Sci.* 69:79-109.
- Gotshall, D. 1994. Guide to Marine Invertebrates: Alaska to Baja California. Sea Challengers. California, USA.
- Grenn, D. 1978. Investigación sobre las tortugas marinas en la costa del Ecuador continental. Instituto Nacional de Pesca (INP). Guayaquil, Ecuador.
- Groves, C., Valutis, L., Vosick, D., Neely, B., Wheaton, K., Touval, J., & B. Runnels. 2000. Designing a Geography of Hope: A practitioner's handbook for ecoregional conservation planning. The Nature Conservancy. Arlington, VA, USA.
- Hickman, C. 1998. Guía de campo sobre estrellas de mar y otros equinodermos de Galápagos. Sugar Spring Press. Virginia, USA.
- Hurtado, M. 1995. Actualización del Inventario de Fuentes Terrestres de Contaminación Marina en la Costa Continental del Ecuador. Documento inédito.

Hurtado, M., Cavaría, J., Suárez, H. y G. Iturralde. 1999. Sea turtle mortality in Ecuador. Resumen presentado en el 20° Simposio sobre la Biología y Conservación de las Tortugas Marinas. Orlando, FL, USA. Marzo 2000.

INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos). 2004.  
<http://www.inec.gov.ec/interna.asp>. 10-01-2004.

INEFAN, DNANVS & GEF. 1998. Evaluación del área marina del Parque Nacional Machalilla (II parte). Plan maestro para la protección de la biodiversidad mediante el fortalecimiento del sistema nacional de áreas protegidas.

INP (Instituto Nacional de Pesca). 1999. Actividad de la flota cerquera atunera durante 1999. INP, Boletín científico y técnico. XVIII(5). Guayaquil, Ecuador.

Instituto de Ecología Aplicada de la Universidad San Francisco de Quito (ECOLAP USFQ), Fundación Ecuatoriana para Estudios Ecológicos (EcoCiencia) y Instituto Nacional de Pesca (INP). 2000. Evaluación ecológica rápida marina en el área de Punta Galera-Caimito, Provincia de Esmeraldas. (informe técnico).

Iturralde M. & C. Josse (eds). 2000. Compendio de investigaciones en el Parque Nacional Machalilla. Corporación CDC y Fundación Natura. Quito, Ecuador.

Jiménez Prado, P. & P. Béarez. 2004. Peces Marinos del Ecuador Continental / Marine Fishes of Continental Ecuador. SIMBIOE/IFEA/NAZCA. Quito, Ecuador.

Keen, A. M. 1971. Sea Shells of Tropical West America. 2nd ed. Stanford University Press. Stanford, CA, USA. 1064 p.

Kelleher, G. 1991. Guidelines for marine protected areas. UICN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. XXIV. 107 p.

Longhurst, A. R. & D. Pauly. 1987. Ecology of Tropical Oceans. Academic Press. USA.

Lourie, S. A. y A. C. J. Vincent. 2004. Using biogeography to help set priorities in marine conservation. *Conservation Biology* 18(4):1004-20.

Majluf, P. 2002. Los Ecosistemas Marinos y Costeros. Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable ATN/JF-5887/RG CAN-BID. Lima, Perú. 120 p.

Mathes, H. y J. Kapetsky. 1988. Worldwide compendium of mangrove-associated species of economic importance. FAO Fisheries Circular 814. Roma, Italia.

Menge, B. A., Berlow, E. L., Blanchette, C. A., Navarrete, S. A. & S. B. Yamada. 1994. The keystone species concept: variation in interaction strength in a rocky intertidal habitat. *Ecol. Monogr.* 64:249-286.

Ministerio del Ambiente. 2000. Política nacional de agrobiodiversidad y seguridad alimentaria, documento de discusión. Ministerio del Ambiente. Documento inédito. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente. 2003. Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria. Edición Especial, Legislación Codificada. Corporación de Estudios y Publicaciones. Quito, Ecuador.

Ministerio del Ambiente, EcoCiencia, & Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). 2001. La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000, C. Josse (ed). Quito, Ecuador. 368 p.

Ministerio de Comercio Exterior, Industria, Pesca y Competitividad de la República del Ecuador. 2003. Directorio Industrial. Base de datos Excel.

Mittermier, R. A., Robles, P. & C. Goettsch-Mittermeier. 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. CEMEX S.A. y Agrupación Sierra Madre. México.

Morris, R. H., Abbott, D. L. & E. C. Haderlie. 1980. Intertidal invertebrates of California. Stanford University Press. Stanford, CA, USA.

Norse, E. (ed.). 1993. Global Marine Biodiversity: A strategy for building conservation into decision making. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), United Nations Environment Program (UNEP), y Banco Mundial. Washington.

Nybakken, J. W. 1997. Marine Biology: An Ecological Approach. Fourth Ed. Addison-Wesley Educational Publishers Inc. USA.

Ochoa E., Olsen, S. & L. Arriaga. 2000. Macrozonificación de la zona costera continental. Propuesta para el ordenamiento y desarrollo de la costa ecuatoriana. Programa de Manejo de Recursos Costeros y Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island. Guayaquil, Ecuador.

Olsson, A. A. 1961. Mollusks of the Tropical Eastern Pacific: Panamic-Pacific Pelecypods. Paleontological Research Institution. Ithaca, N.Y., USA. 574 p.

Ormaza, F. & L. Arriaga (eds.). 1999. Puertos pesqueros artesanales de la costa continental ecuatoriana. Unión Europea-VECEP. Guayaquil, Ecuador.

Petroecuador. 2003. Mapa petrolero. Unidad de Sistemas de Petroecuador

Pickar, G. L. & W. J. Emery. 1990. Descriptive Physical Oceanography: An Introduction. 5th. ed. Pergamon Press. Oxford, UK. 320 p.

Podestá, G. P. & P. W. Glynn. 2001. The 1997-98 El Niño event in Panama and Galápagos: An update of thermal stress indices relative to coral bleaching. Bull. Mar. Sci. 69:43-59.



Raimondi, P. T., Ambrose, R. F., Engle, J. M., Murray, S. N. & M. Wilson. 1999. Monitoring of rocky intertidal resources along the central and southern California mainland. 3-Year Report for San Luis Obispo, Santa Barbara, and Orange Counties (Fall 1995-Spring 1998). OCS Study, MMS 99-0032, U.S. Minerals Management Service, Pacific OCS Region.

Richmond, R. H. 1985. Variations in the population biology of *Pocillopora damicornis* across the Pacific Ocean. Proc. 5th Int. Coral Reef Cong. Tahiti. 6:101-106.

Ridgely, R., P. Greenfield & M. Guerrero. 1998. Una lista anotada de las aves del Ecuador continental. Fundación Ornitológica del Ecuador (CECIA). Quito, Ecuador.

Roberts, C. 1994. Marine reserves: A brief guide for decision makers and users. Workshop on Coastal and Ocean Resource Managements. Barbados.

Salm, R. V. & Clark, J. 1984. Marine and coastal protected areas. A guide for planners and managers. IUCN. Gland, Switzerland.

Satie, A., Dugan, J., Lafferty, K., Leslie, H., McArdle, D. & R. Warner. 2003. Applying ecological criteria to marine reserve designs: A case study from California Channel Islands.

Shanks, A., Grantham, B. & M. Carr. 2003. Propagule dispersion distance and the size and spacing of Marine Reserves. Ecol. App. 13(1):159-169.

Smith, R. L. 1992. Elements of Ecology. Third edition. Harper Collins Publishers, Inc. New York, NY, USA.

Sullivan, K. & G. Bustamante. 1999. Setting Geographic Priorities for Marine Conservation in Latin America and the Caribbean. The Nature Conservancy. Arlington, VA, USA.

The Nature Conservancy (TNC), Corporación Simbioe & Instituto de Investigaciones Marinas NAZCA. 2003. Evaluación Ecorregional Pacífico Ecuatorial, Ecorregión Marina Guayaquil. (colecciones)

The Nature Conservancy (TNC), Corporación Simbioe & Instituto de Investigaciones Marinas NAZCA. 2004. Evaluación Ecorregional del Pacífico Ecuatorial: Ecorregión Marina Guayaquil. Quito, Ecuador.

Villegas, T., Navarrete, R., Arriaga, L. & S. Coello. 2005. Evaluación de la Factibilidad de una red de áreas costeras y marinas protegidas en Ecuador. Informe de consultoría para el Banco Interamericano de Desarrollo y Ministerio de Medio Ambiente. 143 p.

Wyrski, K. 1967. Circulation and water masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Int. J. Oceanol. Limnol. 1:117-147.

## **ANEXOS**

## **MAPAS**