

Mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo en las costas de Costa Rica

Jenaro A. Acuña, Jorge Cortés y Manuel M. Murillo
CIMAR, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

(Rec. 7-VII-1994. Rev. 15-IV-1996. Acep. 27-V-1996)

Abstract: Field trips to the Caribbean and Pacific coasts of Costa Rica were carried out periodically, in order to gather information to prepare Environmental Sensitivity Maps with special attention to oil pollution effects. Visual observations and skin and SCUBA diving were used to record beach composition and shape, relative wave intensity and relative abundance of biological species. Along the Caribbean coastline sandy-high energy beaches were more frequent and several National Parks and Reserves include a beach section which should be of priority consideration in an oil spill event. The Pacific coast is more complex in its beach types distribution and also include National Parks, Reserves and mangroves which deserve special attention. An environmental sensitivity map for oil pollution of the Costa Rica's coasts is included.

Key words: Environmental sensitivity map, oil pollution, Costa Rica's coasts.

Para enfrentar los problemas derivados de los derrames de petróleo en la zona costera, se ha desarrollado una serie de mecanismos legales, en varios países del mundo (UNEP 1983). La preparación de mapas de sensibilidad de las costas, constituye una etapa primordial para el establecimiento de criterios que faciliten el reclamo por compensación de daños y costos de limpieza, causados por derrames de petróleo. Tales mapas son elementos importantes para la planificación de la infraestructura y para la preparación de los planes de acción a implementar, teniendo como meta la protección de los ecosistemas costeros. "Sensibilidad Ambiental" es la capacidad intrínseca de una región costera para asimilar el impacto de una eventual contaminación por hidrocarburos de petróleo. Un modo de estimar las consecuencias ecológicas de un derrame de petróleo, se basa en el estudio de factores tales como la composición y la forma de la costa, la energía con que las olas llegan a la playa, la dirección predominante del viento, la dirección y la velocidad de las corrientes marinas, la abundancia de especies biológicas y la

cantidad y naturaleza de los hidrocarburos. En el presente artículo se ha subdividido el litoral costarricense en secciones, para describir de una manera general las características físicas y biológicas más sobresalientes de las costas, determinadas mediante una inspección sistemática, con el propósito de elaborar un mapa de sensibilidad ambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de 1983 y hasta 1993 se visitaron los litorales del Caribe y del Pacífico de Costa Rica para determinar el tipo de costa, apreciar el flujo relativo de la energía de las olas y la distribución de plantas y animales más abundantes en la zona costera. Con esta información se procedió a clasificar la costa, utilizando una escala de diez puntos, expresados en números romanos (Cuadro 1, Figura 1), de acuerdo con la magnitud esperada del efecto que causaría un derrame de petróleo que impactara a esa región. Los acantilados rocosos, a los que llegan

olas con alta energía, son los sitios en donde el petróleo es dispersado en un corto período de tiempo, por lo que se le asignó un valor de Sensibilidad Ambiental de "I" en la escala. En el otro extremo, el tipo de costa más vulnerable al petróleo es la zona de manglares, por lo que se le dio el valor más alto en la clasificación, "X". En esta última categoría se ha incluido, además, a aquellas regiones costeras comprendidas dentro de los Parques Nacionales y Reservas Biológicas, con el propósito de destacar la prioridad de su protección. Para hacer más evidente la sensibilidad de cada región, es posible preparar mapas a diferentes escalas, en los que se destaque por medio de un código de colores la magnitud relativa del impacto del eventual derrame de petróleo.

CUADRO I

Escala de clasificación de las costas, según criterios de sensibilidad ambiental ante derrames de petróleo

Tipo de costa	Sensibilidad ambiental
Acantilado rocoso	I
Promontorios altos desprotegidos	II
Promontorios bajos desprotegidos	III
Ensenadas, cabos, bahías	IV
Arenosa de alta energía	V
Promontorios bajos protegidos	VI
Rocosa	VII
Arenosa de baja energía	VIII
Gravas	IX
Manglares, Parques Nacionales, Zonas protegidas	X

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se describen y discuten los resultados, ordenando el litoral en dos grandes secciones: el Caribe y el Pacífico. En cada una se comienza con un análisis del tipo de costa observado, seguido por una descripción de las principales especies biológicas, y se concluye con la asignación de los valores de sensibilidad ambiental.

LITORAL CARIBE

La costa Caribe de Costa Rica tiene una extensión de unos 212 km y consiste principalmente de extensas playas arenosas, con tres sectores en los que se interrumpe esa regularidad: Moín-Limón, Cahuita-Puerto Vargas y Puerto Viejo-Río Sixaola. Varios ríos de caudal

considerable desembocan en esta costa, que además se caracteriza porque la diferencia entre las mareas alta y baja fluctúa en apenas unas pocas decenas de centímetros, lo cual ha contribuido a que no se haya desarrollado un sistema de estuarios.

Sección norte: Tortuguero-Moín: La parte norte de la costa caribeña de Costa Rica, desde Tortuguero hasta Moín, está constituida por playas anchas, de arenas finas que varían de gris claro a negro. En algunos lugares, especialmente cerca de la desembocadura de los ríos, se observó una vasta acumulación de troncos, ramas y de desechos plásticos y metálicos. Se apreció que la energía con que rompen las olas fue por lo general alta, notándose en ciertas ocasiones las corrientes de resaca. Las especies más notables son las tortugas marinas, que desovan entre los meses de mayo y agosto, principalmente la tortuga verde *Chelonia mydas* y la tortuga baula *Dermochelys coriacea*. Una franja de esta región está comprendida dentro de los límites del Parque Nacional Tortuguero. Se ha informado sobre la presencia de alquitrán en esa playa, muy probablemente debida al arrastre de estos materiales por el sistema de corrientes marinas superficiales de la zona (Acuña & Murillo 1987). De acuerdo con la escala de clasificación, a esta región se le asignan valores de "V", "VII" y "X".

Sección central: Moín-Cieneguita: Desde Moín hasta Cieneguita, incluyendo la Isla Uvita, la costa presenta una variedad de tipos, los cuales se describen a continuación: A.- Puerto Moín y la entrada noroeste a la bahía de Portete, hay una plataforma que se hace profunda gradualmente (hasta más de 15 m). En las partes someras y tranquilas se encuentra la fanerógama marina *Thalassia testudinum*, y abundan los zoántidos *Palythoa caribaeorum* y *Zoanthus sociatus*. Las colonias del coral *Siderastrea siderea*, de un metro de diámetro, con el centro muerto y con bordes vivos que alcanzan hasta 20 cm de altura, alternan con el hidrocoral *Millepora complanata* y el escleractinio *Porites astreoides* (Cortés & Guzmán 1985 a). Donde el oleaje es más fuerte, se forma una plataforma intermareal que contiene cirripedios en los bordes, el coral *Astrangia solitaria* en las partes sumergidas, así como gran cantidad de orificios

producidos por el erizo *Echinometra lucunter*. Se le asigna un valor de "VIII" y constituye un punto fundamental de referencia, porque la única refinería de petróleo del país está localizada en Moín. B.- La *bahía de Portete* tiene una configuración tal que hace que la playa arenosa sea alcanzada por olas de energía muy baja. Es un lugar de importancia turística y un centro de actividad pesquera. En el programa internacional de vigilancia de la contaminación por petróleo "CARIPOL", auspiciado por la UNESCO-COI, se estableció una estación de muestreo en este lugar en 1980 (Acuña & Murillo 1986, Mata *et al.* 1986) y en la mayoría de las determinaciones efectuadas durante el período de estudio, las concentraciones de hidrocarburos de petróleo disueltos y dispersos, estuvieron por debajo de la norma internacional. Se le asigna un valor de "X" para indicar la prioridad que requiere en cuanto a protección. C.- En la región de *Playa Bonita* a *Punta Piuta*, se observa una combinación de playas arenosas y promontorios bajos desprotegidos, que consisten de arrecifes fósiles de hasta 10 metros de ancho, cubiertos por algas calcáreas y cirripedios; además, se encuentra el quitón *Acanthopleura granulata*, los gastrópodos raspadores de algas *Fissurella*, *Purpura*, *Nerita* y *Littorina*, y entre otras especies de bivalvos, *Brachiodontes*. Frente a Punta Piuta hay una plataforma cuyo borde tiene densas poblaciones de cirripedios y la zona sublitoral es relativamente pobre en corales. Se le asigna un valor de "VIII" D.- Frente a las estructuras del tajamar de *Puerto Limón*, se observa arrecifes fósiles en forma de promontorios o plataformas pequeñas, sobre los que se nota la existencia de algas. En la playa arenosa de Los Baños, la energía con que rompen las olas es alta y se le asigna un valor de "X" para destacar que es importante su protección, ya que es utilizada con fines de recreación. E.- La *Isla Uvita* presenta, en general, dos tipos de costa: Promontorios bajos desprotegidos, con olas de alta energía en el lado hacia el mar abierto, y promontorios bajos desprotegidos a los que llegan por lo general olas con baja energía, en el lado protegido hacia tierra. Está rodeada por una riquísima fauna sublitoral, destacándose la presencia de corales, esponjas e hidrozoarios (Cortés & Guzmán 1985 a). Dada su condición de Reserva Biológica, se le asigna un valor de "X"

Sección sur: A.- Cieneguita-Cahuita: Entre la Ciudad de Limón y Cahuita, la playa es bastante recta, arenosa y la energía de las olas es alta. En este sector desembocan varios ríos grandes: Banano, Viscaya, Bananito, Estero Negro y La Estrella. Además, desovan algunas tortugas marinas y se encuentran cangrejos braquiuros, poliquetos y bivalvos. Entre la boca del Río La Estrella y Cahuita está la playa Big Bay, donde desemboca la quebrada Tuba Creek; es de alta energía y arenosa. Hacia el sur hay una plataforma de arrecifes fósiles con la fauna típica intermareal del Caribe. Luego está la playa Little Bay que contiene arenas negras. Entre Little Bay y Cahuita hay varias plataformas y playas arenosas pequeñas, con la fauna y flora típica de esta región; los promontorios rocosos consisten de arrecifes fósiles y están cubiertos por algas calcáreas y/o cirripedios en la zona de entremarea. Además de moluscos y bivalvos, hay crustáceos *Petrolistes*, *Gecarcinus*, *Grapsus* y poliquetos errantes. Se le asigna un valor de "V"

B.- Cahuita-Puerto Vargas: Las playas de Cahuita y la de Puerto Vargas al sur, son arenosas; hay algunas plataformas arrecifales en Punta Cahuita y destaca el arrecife coralino. En él está la mayor diversidad de organismos de la región caribe de Costa Rica: más de 130 especies de algas, cuatro fanerógamas marinas, 36 especies de corales pétreos, más de 20 especies de esponjas, 24 especies de octocoralarios, 123 especies de peces, 45 especies de decápodos comunes, 16 especies de equinodermos comunes y 140 especies de moluscos (Cortés & Risk 1984, Cortés & Guzmán 1985 b, Soto & Ballentine 1986, Robinson & Montoya 1987, Cortés 1992 a). Las playas adyacentes al arrecife contienen arenas finas, que varían de gris claro a blanco y rosado. Se le asigna un valor de "X", debido a las características mencionadas, y sobre todo porque se trata de un Parque Nacional. En el programa "CARIPOL", se estableció dos estaciones de muestreo en este lugar desde 1980 (Acuña & Murillo 1986, Mata *et al.* 1986) y las concentraciones de hidrocarburos de petróleo disueltos y dispersos, estuvieron por debajo de la norma internacional durante el período estudiado, aunque sí fue frecuente encontrar agregados de alquitrán a lo largo de la playa de Puerto Vargas.

C.- Puerto Vargas-Puerto Viejo: De Puerto Vargas a Puerto Viejo la playa es ancha, con arenas finas de color gris claro a rosado, y negro

cerca de Puerto Viejo. Los braquiuros son muy abundantes y desovan en la actualidad un número bajo de tortugas, entre otras *Eretmochelys imbricata*. La energía con que llegan las olas es alta y la clasificación asignada es de "X" hasta la desembocadura del Río Carbón, límite sur del Parque Nacional de Cahuita, y de "V" al sur del río.

D.- Puerto Viejo-Punta Cocles: En Puerto Viejo la playa es arenosa, pero hay también plataformas arrecifales detrás de un arrecife pequeño. Se clasifica como "V" De Puerto Viejo a Punta Cocles se encuentran secciones con playas arenosas anchas, promontorios bajos desprotegidos y terrazas arrecifales; la energía de las olas generalmente es alta y los valores asignados están entre "III" y "VIII" En Punta Cocles hay una playa arenosa detrás de una terraza arrecifal, a la que llegan olas de baja energía. También hay una zona rocosa en la que las olas rompen con mucha energía y la clasificación asignada incluye valores de "VII" y de "VIII"

E.- Punta Cocles-Río Sixaola: De Punta Cocles a Manzanillo la playa es arenosa, con olas de alta energía, y debido a su condición de Refugio Nacional de Vida Silvestre, se clasifica con un valor de "X" En Manzanillo, la playa arenosa recibe un oleaje de baja energía por estar detrás de varias barreras pequeñas de arrecifes (Cortés 1992 b) y se le asigna un valor "X" De Manzanillo a Punta Mona se encuentran varios acantilados rocosos; hay playas pequeñas, algunas de cantos rodados y, en general, la energía con que llegan las olas es alta. Frente a Punta Mona, se observa una serie de parches de arrecifes con faunas asociadas muy interesantes (Cortés & Guzmán 1985 a). Entre Punta Mona y la boca del Río Sixaola, se encuentra la playa de Gandoca, la cual es un importante lugar de arribo de las tortugas huala, *Dermochelys coriacea*. Para esta sección se asigna el valor de "X" ya que corresponde todo al Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

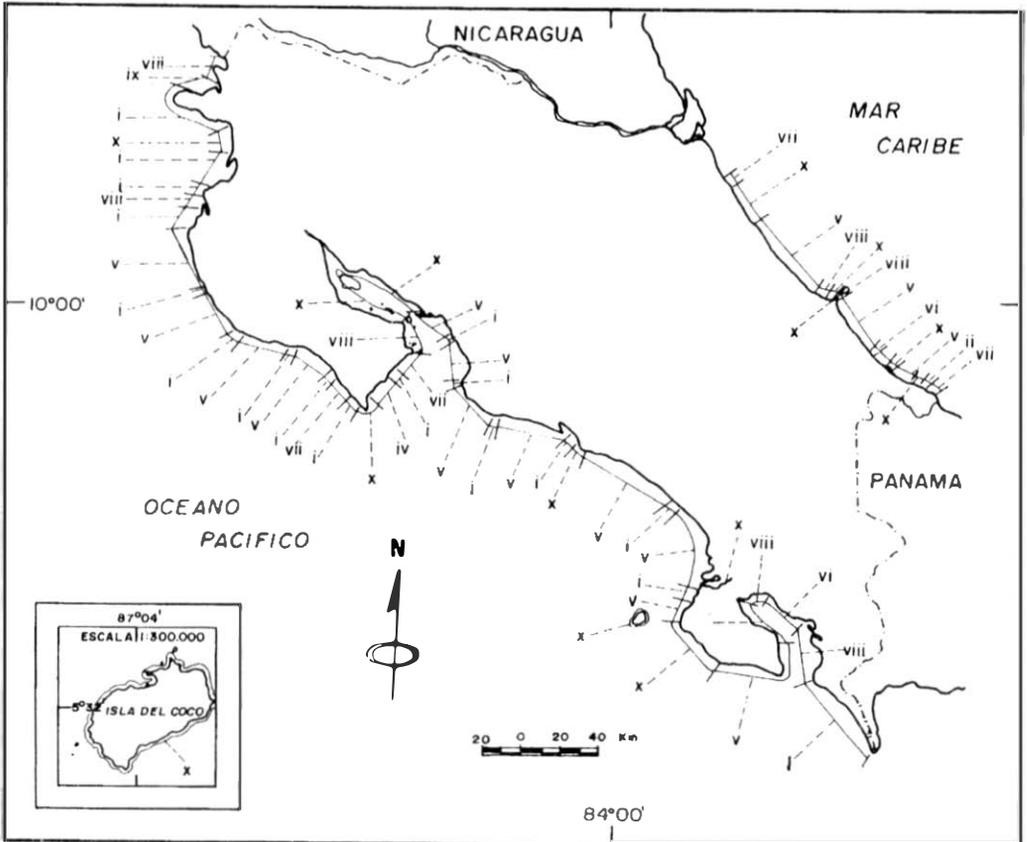


Fig. 1. Mapa de sensibilidad ambiental ante derrames de petróleo de las costas de Costa Rica. Los números romanos se refieren a la escala del Cuadro 1.

LITORAL PACIFICO

La costa pacífica de Costa Rica tiene una extensión de unos 1086 km y es bastante irregular. Destacan dos golfos de considerable magnitud, el Golfo de Nicoya y el Golfo Dulce. Se da un sistema de mareas bien diferenciado, con un período de 12.4 horas y alturas entre -0.4 m y hasta unos 3.2 m. En la desembocadura de la mayoría de los ríos se ha desarrollado un sistema estuarino.

Sección norte: A.- *Bahía Salinas-Península de Santa Elena:* En la parte norte de la costa Pacífica, se observa la existencia de acantilados rocosos y playas arenosas. Hay dos aspectos interesantes que tienen repercusiones en la flora y en la fauna: Por un lado están los manglares hipersalinos, donde se localizan los mangles enanos de Puerto Soley (Soto & Jiménez 1982), y por otro lado, se da un afloramiento de aguas profundas y frías, probablemente ricas en nutrientes. La flora intermareal, característica de esta región, es diferente a la del resto del país ya que aquí se encuentra macroalgas de varios géneros, muy raros en otras partes de la costa Pacífica. Se le asignan valores de "VIII" y "IX", y en la región de manglares y en el Parque Nacional Santa Rosa, de "X"

B.- *Península de Santa Elena-Cabo Velas:* Esta sección comprende el Golfo de Papagayo, zona de afloramiento y muy valiosa para el futuro desarrollo pesquero de Costa Rica. Se encuentra una alta variedad de tipos de playas. Hay acantilados rocosos, promontorios bajos desprotegidos, ensenadas amplias y pequeñas, de arenas finas, donde las olas llegan con gran energía. La región se caracteriza por sus actividades turísticas y de pesca; además, está el sector costero del Parque Nacional de Santa Rosa. Playa Nancite y Playa Naranjo son arenosas, con olas de alta energía. La primera es importante porque constituye un hábitat natural para el desove a gran escala de la tortuga marina lora, *Lepidochelys olivacea* y la segunda está dentro de los límites del Parque Nacional de Santa Rosa. Por estas razones, se les asigna un valor "X" En Bahía Culebra se ha observado varias especies poco comunes de corales (Cortés & Murillo 1985). Otras especies biológicas, típicas de esta región, son similares a las que se describen en la sección siguiente. En esta porción de la costa pacífica, se asignan valores de

"I" a "IX" y en lo que corresponde al Parque Nacional Las Baulas, un valor de "X" por ser una de las playas más importantes para el desove de la Tortuga Baula *Dermochelys coriacea*.

C.- *Cabo Velas-Cabo Blanco:* Esta sección incluye la mayor parte de la Península de Nicoya expuesta al oleaje del Océano Pacífico. Hay promontorios altos y bajos desprotegidos, acantilados rocosos, playas arenosas a las que llegan olas con gran energía, y algunas playas con características de divergencia de olas, lo cual implica olas de baja energía. En términos generales, se observa cangrejos del género *Ocypode*, en la parte superior de las playas arenosas, y varias especies de otros crustáceos en la parte inferior. En las zonas intermareales rocosas, se encuentran los gastrópodos raspadores de algas de los géneros: *Nerita*, *Littorina*, *Fisurella*, *Acmaea* y *Siphonaria*; gastrópodos depredadores: *Thais melones* y *Acanthina*; bivalvos filtradores: *Cardia*, *Chama*, *Brachiodontes*, *Lithophaga*; crustáceos filtradores *Chthamalus* y *Tetraclita* (Cirripedios); el camarón perforador de rocas *Alpheus saxidomus*, y hay erizos raspadores de algas (Fischer 1981). En la zona sublitoral, se han encontrado seis especies de corales (Glynn *et al.* 1983), incluyendo el descubrimiento de un coral de un subgénero típico del Indo-Pacífico: *Porites* (*Synarea*) *rus* (Cortés & Murillo 1985). Los valores asignados incluyen de "I" a "VII"; y "X" en la parte de la Reserva Biológica Absoluta de Cabo Blanco.

Sección central: A.- *Cabo Blanco-Punta Cuchillo:* El tipo de costa incluye acantilados, promontorios bajos desprotegidos, ensenadas con playas arenosas a las que llegan olas de baja energía, y destaca la presencia de islas pequeñas. Hay zonas de manglares en Bahía Ballena y en la Reserva Biológica de Curú. La actividad turística es considerable en Moctezuma y Tambor. La fauna de la zona de entremarea es similar a la descrita en la sección anterior. El número de especies y la abundancia de corales es menor que la observada en la costa de Guanacaste; sin embargo, aumentan las áreas de manglares y los bancos de ostras. Las Sensibilidades Ambientales asignadas en esta zona incluyen valores de "II", "IV", "VII" y "X"

B.- *Golfo de Nicoya:* El Golfo de Nicoya es una de las zonas marino-costeras más importantes de Costa Rica. Ahí tiene lugar la pesquería

artesanal más significativa del país. En su extremo sur está localizado un puerto de gran actividad, Caldera, y más al norte se encuentra el muelle de Puntarenas, que fue en el pasado un puerto de gran relevancia para el país. El Golfo constituye en sí un estuario que recibe varios afluentes, siendo el Río Tempisque el de mayor magnitud. Se le asigna un "X", debido a las actividades pesqueras, turísticas y a la presencia de manglares. De Puntarenas a Punta Leona, en general, las playas son arenosas; hay acantilados rocosos y promontorios bajos desprotegidos. Desembocan en esta parte varios ríos: uno de ellos, el Río Grande de Tárcoles, tiene afluentes que desaguan la parte central del país, y por ende, transporta hacia el mar la más importante contaminación antropogénica de Costa Rica (Fuller et al. 1990). La energía con que llegan las olas es alta y la clasificación incluye valores de "I", "III", "V" y "X"

C.- *Punta Leona-Punta Uvita*: Localizados en esta sección de la costa, se encuentran un puerto de gran actividad pesquera (Puerto Quepos), el Parque Nacional de Manuel Antonio, algunos centros turísticos importantes (Jacó, Esterillos, Dominical), y un extenso manglar (Damas); son abundantes los promontorios altos desprotegidos, los acantilados rocosos, y hay largas playas arenosas, ricas en bivalvos y erizos irregulares (Playa Palma). En la zona de Punta Uvita, al lado afuera de la Punta, se encuentra una gran cantidad de especies de octocorales, briozoarios, esponjas e hidrozoarios, además de especies de corales escleractinios (Cortés & Murillo 1985). La zona de entremarea de Esterillos ha sido estudiada en detalle por Ortega (1986). En general, en la mayor parte de esta sección, la energía de las olas es alta y se presenta el fenómeno de corrientes de resaca. La clasificación asignada incluye valores de "I", "V" y "X"

Sección sur: A.- *Punta Uvita-Cabo Matapalo*: De Punta Uvita a Punta Mala, incluyendo el Parque Nacional Marino Ballena, hay acantilados rocosos y playas arenosas en las que el oleaje es fuerte; la fauna es similar a la descrita en las secciones anteriores. Incluyendo hasta Punta San José, se encuentra una de las extensiones más grandes de manglar de Costa Rica (bocas de los ríos Grande de Térraba y Sierpe). La región costera del Parque Nacional de Corcovado, está comprendida dentro de esta sección.

En San Pedrillo y en Salsipuedes se encuentran arrecifes coralinos someros. Se incluye clasificaciones que comprenden todos los valores de la escala de Sensibilidad Ambiental (Cuadro 1).

B.- *Isla del Caño*: En la Reserva Biológica Isla del Caño, se encuentran comunidades de entremareas, similares a las descritas para la zona costera central, con algunas características importantes tales como la existencia de pocos *Chthamalus* y en su lugar vermétidos. Aquí se localiza a los arrecifes coralinos más desarrollados de la costa pacífica. Se ha determinado la presencia de doce especies de corales escleractinios y unos diez octacorales (Guzmán 1986, Guzmán & Cortés 1989). La zona de entremareas es rica en poblaciones de *Siphonaria gigas*; alrededor de la isla hay cinco bajos coralinos, construidos por los corales *Pocillopora* spp., *Porites lobata* y *Pavona* spp. y por las algas coralinas de los géneros *Porolithon* y *Lithothamian* (Guzmán & Cortés 1989). La isla está expuesta a una considerable contaminación por petróleo, notable sobre todo por la presencia de manchas de alquitrán en las rocas que la rodean (Acuña & Murillo 1987). Puesto que está protegida mediante el sistema de Parques Nacionales, se le asigna un valor "X"

C.- *Golfo Dulce*: El Golfo Dulce presenta características muy especiales. Contiene extensas zonas de manglares cuyos fangos asociados son una fuente importante de bivalvos. La región de crecimientos coralinos es amplia y además hay playas arenosas y promontorios bajos desprotegidos. Las formaciones arrecifales están afectadas seriamente por los sedimentos (Cortés & Murillo 1985, Cortés 1990). La parte interna del Golfo es profunda y anóxica (Richards et al. 1971). Se ha determinado la existencia de bancos de ostras y otros bivalvos. En la sección interna norte, las olas son de baja energía y en la parte sur son un poco más energéticas. La clasificación incluye valores de "I", de "III" a "V" y de "VIII" a "X"

D.- *Punta Banco-Punta Burica*: Debido a dificultades de acceso, esta sección es poco estudiada. Contiene algunos promontorios rocosos con la fauna típica del Pacífico antes descrita, y la mayor parte es de alta energía, por lo que recibe un valor de "I".

E.- *Isla del Coco*: Alrededor de la isla se observan promontorios rocosos y pequeñas playas arenosas, flanqueadas por cantos rodados. Las

olas son más energéticas en el lado sur. Se encuentran varios arrecifes coralinos que han sido descritos por Bakus (1975), Cortés & Murillo (1985) y Guzmán & Cortés (1992). Estos arrecifes fueron muy afectados por las secuelas del fenómeno de El Niño 1982/1983 (Guzmán & Cortés 1992). La Isla del Coco está protegida dentro del Sistema de Parques Nacionales y tiene una riquísima fauna marina, entre la que destacan los tiburones, las langostas y un gran número de especies de peces. Se le asigna un valor de "X", dado su carácter de Parque Nacional.

AGRADECIMIENTOS

La Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica financió este trabajo mediante los proyectos N° 808-83-136 y N° 808-83-135. Se le agradece la ayuda a Alberto León, a Carlos Arias, a Omar Achí y a P.W.Glynn (USNSF OCE 8415615).

RESUMEN

Se visitó periódicamente el litoral pacífico y caribeño de Costa Rica, con el propósito de obtener información para preparar Mapas de Sensibilidad Ambiental de las costas, con atención a los efectos de la contaminación por petróleo. Se llevaron a cabo observaciones visuales en el sitio y buceo en la costa para determinar el tipo de playa, la energía relativa de las olas y la abundancia de las especies biológicas. Las playas arenosas de alta energía fueron las más frecuentes en la costa Caribe, así como parques nacionales y reservas que incluyen una sección costera, los cuales deben ser considerados con prioridad en el caso de un derrame de petróleo en sus proximidades. En la costa Pacífica la situación es más compleja en cuanto a la distribución de los tipos de playa y también existen parques nacionales, reservas y manglares que merecen atención especial. Se incluye un mapa de sensibilidad ambiental para derrames de petróleo de las costas de Costa Rica.

REFERENCIAS

- Acuña, J.A., M.M. Murillo & F. Araya. 1986. Estudio preliminar sobre la presencia de hidrocarburos de petróleo en la zona fluvial Río Moín-Canales de Tortuguero. *Ing. Cienc. Quím.* 10: 59-60.
- Acuña, J.A. & M.M. Murillo. 1987 a. Estudio preliminar sobre la contaminación por petróleo en la región norte del Caribe de Costa Rica: Marzo, 1986. *Ing. Cienc. Quím.* 11: 27-29.
- Acuña, J.A. & M.M. Murillo. 1987 b. Contaminación por hidrocarburos de petróleo en la Isla del Caño. 1987. *Ing. Cienc. Quím.* 11:95-98.
- Bakus, G.J. 1975. Marine zonation and ecology of Cocos Island, off Central America. *Atoll. Res. Bull.* 179: 1-9.
- Cortés, J. 1990. The coral reefs of Golfo Dulce, Costa Rica: Distribution and community structure. *Atoll Res. Bull.* 334: 1-37.
- Cortés, J. 1992 a. Nuevos registros de corales (Anthozoa: Scleractinia) para el Caribe de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 40: 243-244.
- Cortés, J. 1992 b. Los arrecifes coralinos del Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, Limón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 40: 325-333.
- Cortés, J. & M.J. Risk. 1984. El arrecife del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32: 109-121.
- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985 a. Arrecifes coralinos de la costa atlántica de Costa Rica. *Brenesia* 23: 275-292.
- Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985 b. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica. III: Descripción y distribución geográfica de corales escleractinios (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) de la costa Caribe. *Brenesia* 24: 63-124.
- Cortés, J. & M.M. Murillo. 1985. Comunidades coralinas y arrecifes del Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 197-202.
- Fischer, R. 1981. Bioerosion of basalt of the Pacific Coast of Costa Rica. *Senckenberg. Marit.* 13: 1-41.
- Fuller, C.C., J.A. Davis, D.J. Cain, P.J. Lamothe, T.L. Fries, G. Fernández, J.A. Vargas & M.M. Murillo. 1990. Distribution and transport of sediment-bound metal contaminants in the Río Grande de Tárcoles, Costa Rica (Central America). *Wat. Res.* 24: 805-812.
- Glynn, P. W., E. M. Druffel & R. B. Dunbar. 1983. A dead Central American coral reef tract: Possible link with the Little Ice Age. *J. Mar. Res.* 41: 605-637.
- Guzmán, H.M. 1986. Estructura de la comunidad arrecifal de la Isla del Caño, Costa Rica, y el efecto de perturbaciones naturales severas. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Guzmán, H. M. & J. Cortés. 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific, Costa Rica. *P. S. Z. N.* 1: *Mar. Ecol.* 10: 23-41.
- Guzmán, H. M. & J. Cortés. 1992. Cocos Island (Pacific Costa Rica) coral reefs after the 1982-83 El Niño disturbance. *Rev. Biol. Trop.* 40: 309-324.
- Mata, A.J., J. Acuña, M.M. Murillo & J. Cortés. 1987. Estudio de la contaminación por petróleo en la costa Caribe de Costa Rica: 1981-1985. *Carib. J. Sci.* 23: 41-49.
- Ortega, S. 1986. Fish predation on gastropods on the Pacific coast of Costa Rica. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 97: 181-191.

- Richards, F.A., J.J. Anderson & J.D. Cline. 1976. Chemical and physical observations in Golfo Dulce, an anoxic basin on the Pacific Coast of Costa Rica. *Limnol. Oceanogr.* 16: 43-50.
- Robinson D.G. & M. Montoya. 1987. Los moluscos marinos de la costa Atlántica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 35: 375-400.
- Soto, R. & J. A. Jiménez. 1982. Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 30: 161-168.
- Soto, R. & D. L. Ballantine. 1986. La flora bentónica marina del Caribe de Costa Rica (Notas preliminares). *Brenesia* 25-26: 123-162.
- UNEP. 1983. Convention for the Protection and Development of the Marine Environment of the Wider Caribbean Region. Protocol Concerning Cooperation in Combating Oil Spills in the Wider Caribbean Region. United Nations Environment Programme, Nueva York.