



CEPAL

Naciones Unidas



PNUMA

Distr.  
RESERVADA

E/CEPAL/PROY.3/L.INF.4  
25 de octubre de 1979

ESPAÑOL  
Original: inglés

Reunion de Expertos Designados  
por Gobiernos para revisar el Borrador  
del Plan de Accion para  
la Region del Gran Caribe

Caracas, Venezuela

28 de enero - 1 de febrero 1980



**El estado de la contaminación marina  
en la Región del Gran Caribe**

**PNUMA/CEPAL**

**1979**

Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentados los datos en los mapas que se acompañan no implican, de parte del PNUMA o de la CEPAL, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Indice

	<u>Página</u>
PROLOGO	1
1. DESCRIPCION DE LA REGION	5
1.1 Definición de la Región	5
1.2 Hidrografía	5
1.3 Distribución de los ecosistemas	13
2. TIPOS, FUENTES Y NIVELES DE CONTAMINACION	22
2.1 El desarrollo socioeconómico de la Región y su influencia mutua con la contaminación del mar	22
2.2 Desechos industriales	25
2.3 Desechos domésticos	26
2.4 Desechos agrícolas	31
2.5 Contaminantes acarreados por los ríos	32
2.6 Contaminación debida al petróleo	34
2.6.1 Producción	35
2.6.2 Refino	35
2.6.3 Transporte	35
3. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES SOBRE EL MEDIO MARINO DE LA REGION	44
3.1 Efectos sobre la salud humana	44
3.2 Efectos sobre los ecosistemas marinos y costeros	46
3.3 Efectos sobre las actividades socioeconómicas	47
4. INSTRUMENTOS ADMINISTRATIVOS Y JURIDICOS PARA COMBATIR LA CONTAMINACION DEL MAR	48
4.1 Políticas y prácticas administrativas en materia de lucha contra la contaminación del mar	48
4.2 Infraestructura (marco institucional) utilizada para evaluar la contaminación del mar	48
4.3 Instrumentos jurídicos internacionales en materia de lucha contra la contaminación del mar	50
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFIA	55



## PROLOGO

De conformidad con la resolución 2997 (XXVII) de la Asamblea General, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se estableció "como punto central para las actividades relacionadas con el medio ambiente y para la coordinación en esa esfera dentro del sistema de las Naciones Unidas". El Consejo de Administración del PNUMA definió esas actividades relacionadas con el medio ambiente señalando que constituyen un enfoque amplio y transectorial de los problemas ambientales, y que deben abarcar no sólo las consecuencias sino también las causas de la degradación del medio ambiente.

El Consejo de Administración del PNUMA ha designado los "Océanos" como zona prioritaria en la que habrá de concentrar sus esfuerzos para cumplir su función de catalizador. A fin de hacer frente a la complejidad de los problemas ambientales de los océanos de modo integrado se ha adoptado un enfoque regional, del que es buen ejemplo el Programa de Mares Regionales.

Aunque los problemas ambientales de los océanos tienen alcance mundial, parece más realista buscarles solución mediante un enfoque regional. Al adoptar el enfoque regional, el PNUMA estimó que podría centrarse en problemas específicos de alta prioridad para los Estados de una región determinada, y así responder con mayor rapidez a las necesidades de los Gobiernos y ayudar a éstos a movilizar más plenamente sus propios recursos nacionales. Se estimó que la iniciación de actividades de interés común para Estados ribereños sobre una base regional proporcionaría, a la larga, la base para abordar eficazmente los problemas ambientales de los océanos en conjunto.

El Programa de Mares Regionales tiene dos elementos fundamentales:

- a) Cooperación con los Gobiernos de las regiones. Como todo programa regional está encaminado a beneficiar a los Estados de la región, se alienta a los Gobiernos a que participen desde el principio en la formulación y aceptación del programa. Tras la aceptación, el programa aprobado se lleva a cabo por instituciones nacionales que designan los Gobiernos respectivos.
- b) Coordinación de la labor técnica por mediación del sistema de las Naciones Unidas. Aunque la aplicación de los programas regionales está a cargo principalmente de instituciones designadas por los Gobiernos, se pide a un gran número de organismos especializados de las Naciones Unidas que presten ayuda a esas instituciones nacionales. El PNUMA actúa como coordinador general, aunque en algunos casos esa función se limita a la etapa inicial de las actividades. Así, pues, el programa se beneficia del apoyo y la experiencia de todo el sistema de las Naciones Unidas.

Los componentes de un programa regional se esbozan en un "Plan de Acción" que los Gobiernos aprueban oficialmente antes de que el programa entre en la etapa operacional.

Cada plan de acción consta de tres elementos ordinarios, según decisión de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Estocolmo, 5 a 18 de junio de 1972), que el Consejo de Administración del PNUMA hizo suya en reuniones ulteriores. Son los siguientes:

- i) Evaluación del medio ambiente. La evaluación de las causas, magnitud y consecuencia de los problemas ambientales son actividades fundamentales que proporcionan la base para prestar asistencia a los encargados de la formulación de políticas en los países para la ordenación de sus recursos naturales de manera eficaz y continua.
- ii) Ordenación del medio ambiente. En este elemento entra una amplia gama de actividades que exigen la cooperación regional: explotación racional de los recursos vivos, utilización de los recursos energéticos renovables, ordenación de los recursos hídricos, preparación para casos de desastres y cooperación en casos de emergencia, etc. Las convenciones regionales, elaboradas por protocolos técnicos específicos, proporcionan de ordinario el marco jurídico para el plan de acción y en muchas regiones han demostrado ser un excelente instrumento en manos de los encargados de la ordenación ambiental.
- iii) Medidas de apoyo. Las instituciones nacionales constituyen la base institucional para la aplicación del plan de acción. Cuando es necesario, se les proporciona asistencia técnica y capacitación en gran escala, a fin de que puedan participar plenamente en el programa. Cuando es oportuno, se utilizan mecanismos de coordinación mundiales o regionales existentes. Ahora bien, si los Gobiernos lo estiman necesario pueden crear mecanismos regionales específicos. Se estimula la concienciación del público respecto de los problemas ambientales como medida de apoyo indispensable para el plan de acción. En un principio el PNUMA y otras organizaciones internacionales y regionales proporcionan apoyo financiero, pero, a medida que se desarrolla el programa, se espera que los Gobiernos de la Región asuman una creciente responsabilidad financiera.

Actualmente hay ocho mares regionales para los que se están ejecutando, o están en preparación, planes de acción: el Mediterráneo (cuyo Plan de Acción se aprobó en 1975), el Mar Rojo (aprobado en 1976), la Región del Plan de Acción de Kuwait (aprobado en 1978), la Región de Africa Occidental (en preparación y cuya aprobación se espera para 1980), los Mares de Asia Oriental (en preparación y cuya aprobación se espera para 1980), el Pacífico Sudoriental (en preparación y cuya aprobación se espera para 1980), el Pacífico Sudoccidental (en preparación y cuya aprobación se espera para 1981) y la Región del Gran Caribe (en preparación y cuya aprobación se espera para 1980) (figura 1).

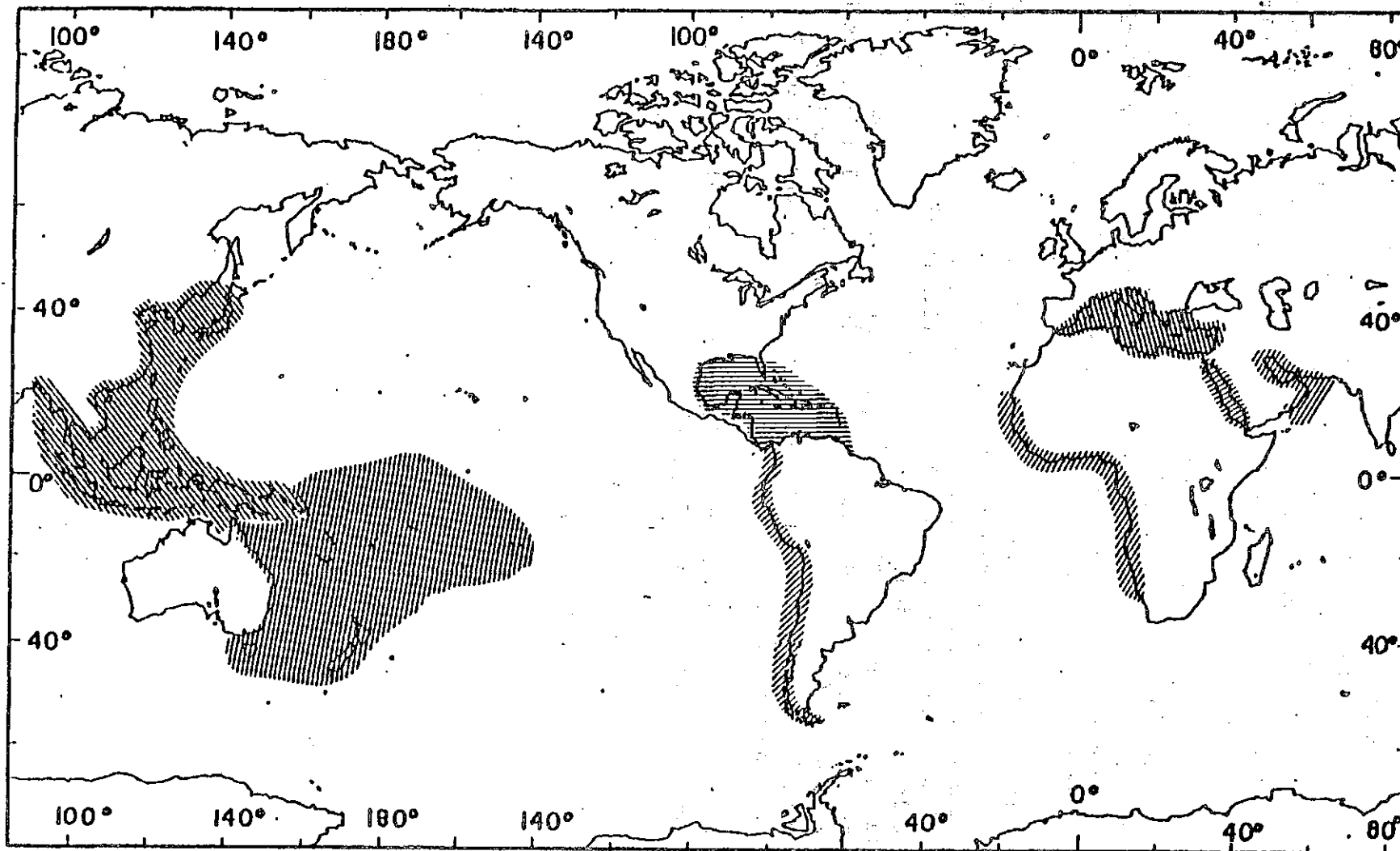


Figura 1. Los ocho mares regionales en los cuales se están llevando a cabo, o están en preparación, Planes de Acción.

El presente documento ha sido preparado como una de las contribuciones al desarrollo del plan de acción para la Región del Gran Caribe. En él se procura determinar los principales problemas de contaminación marina en la Región para ayudar a los Estados de la Región a tomar decisiones respecto de las actividades nacionales o regionales encaminadas a aliviar los efectos causados por los contaminantes en el medio marino de su Región.

Este documento ha sido preparado conjuntamente por el equipo PNUMA/CEPAL encargado de hacer los preparativos específicos para el plan de acción de la Región del Gran Caribe y por el Centro de Actividad del Programa de Mares Regionales del PNUMA encargado de la coordinación global de los programas de mares regionales patrocinados por el PNUMA.

Se han recibido valiosas comunicaciones y observaciones del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Internacionales (Naciones Unidas), de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental/Asociación para el Caribe y Regiones Adyacentes, de la Organización Mundial de la Salud/Organización Panamericana de la Salud (OMS/OPS), de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI) y de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos (UICN).

Las fuentes de las informaciones específicas utilizadas o citadas en el presente documento se indican en la bibliografía.



## 1. DESCRIPCION DE LA REGION

### 1.1 Definición de la Región

A efectos del presente estudio se considera que el Gran Caribe comprende las aguas costeras y de alta mar del Caribe propiamente dicho, el Golfo de México y las aguas adyacentes del Océano Atlántico. Las zonas costeras de la Región son las del este de México, América Central, Panamá, las Bahamas y el archipiélago de las Antillas, América del Sur desde Colombia hasta la Guayana Francesa y los Estados meridionales de los Estados Unidos de América (figura 2).

### 1.2 Hidrografía

El Gran Caribe es una masa semicerrada de agua, consistente en varias cuencas muy profundas, separadas por grandes zócalos (figura 3). El punto más profundo (7.100 metros) corresponde a la Fosa de las Caimanes; la profundidad media es de unos 2.200 metros. Las dos cuencas principales son el Mar Caribe y el Golfo de México. Estas dos cuencas, consideradas conjuntamente, han recibido a veces el nombre de "Mediterráneo americano" (R. Holgson, 1973). La superficie marítima total de la zona es de unos  $4,24 \times 10^6$  km<sup>2</sup> ( $1,60 \times 10^6$  km<sup>2</sup> en el Golfo de México y  $2,64 \times 10^6$  km<sup>2</sup> en el Caribe propiamente dicho: J.N. Harding y W.D. Nowlin, 1966). Por consiguiente, el volumen total de agua es de unos  $9,3 \times 10^{18}$  litros. En comparación con esto, cabe señalar que el Mediterráneo tiene unos  $3 \times 10^{18}$  litros.

La dinámica de las masas de agua y los fenómenos conexos han sido resumidos como sigue en el suplemento del Informe de la Reunión de Trabajo COI/FAO/PNUMA sobre la Contaminación del Mar en el Caribe y regiones adyacentes (Unesco, 1977):

"La característica hidrográfica más destacada de la región es la circulación continua de agua en toda ella de este a oeste en el Mar Caribe propiamente dicho, seguida de un movimiento de sureste a noreste en la Hoya de Yucatán y, por último, en el Golfo de México, una fuerte circulación de nuevo hacia el este por el Estrecho de Florida, después de un movimiento anticiclónico de la mayor parte de ese agua en la parte occidental del Golfo.

Por los varios canales insulares de las Pequeñas Antillas, arrastrados hacia ellos por las corrientes ecuatoriales combinadas, transitan unos  $3 \times 10^7$  metros cúbicos de agua al segundo  $9,4 \times 10^{17}$  litros al año. En la figura 3 /figura 4/, en la cual se indica con una línea de puntos la zona de circulación continua, puede verse esquemáticamente el movimiento general del agua, que es estable durante todo el año, aunque se observan ciertos cambios estacionales de la velocidad. Las velocidades indicadas con promedios anuales. Sin embargo, cabe prever cambios estacionales, y velocidades mucho mayores, especialmente allí donde el agua es empujada hacia unos pasos

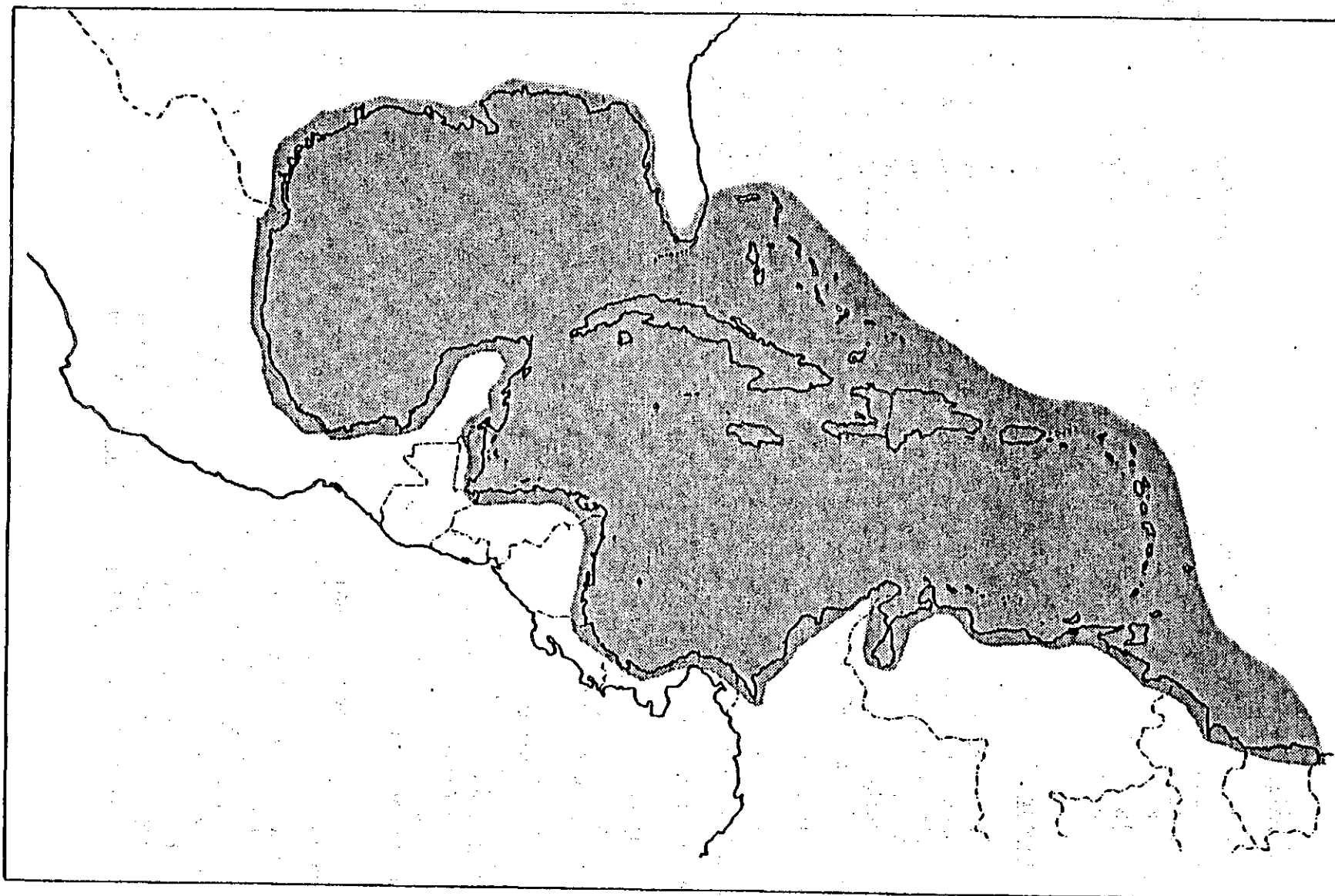


Figura 2. Mar regional del Gran Caribe.

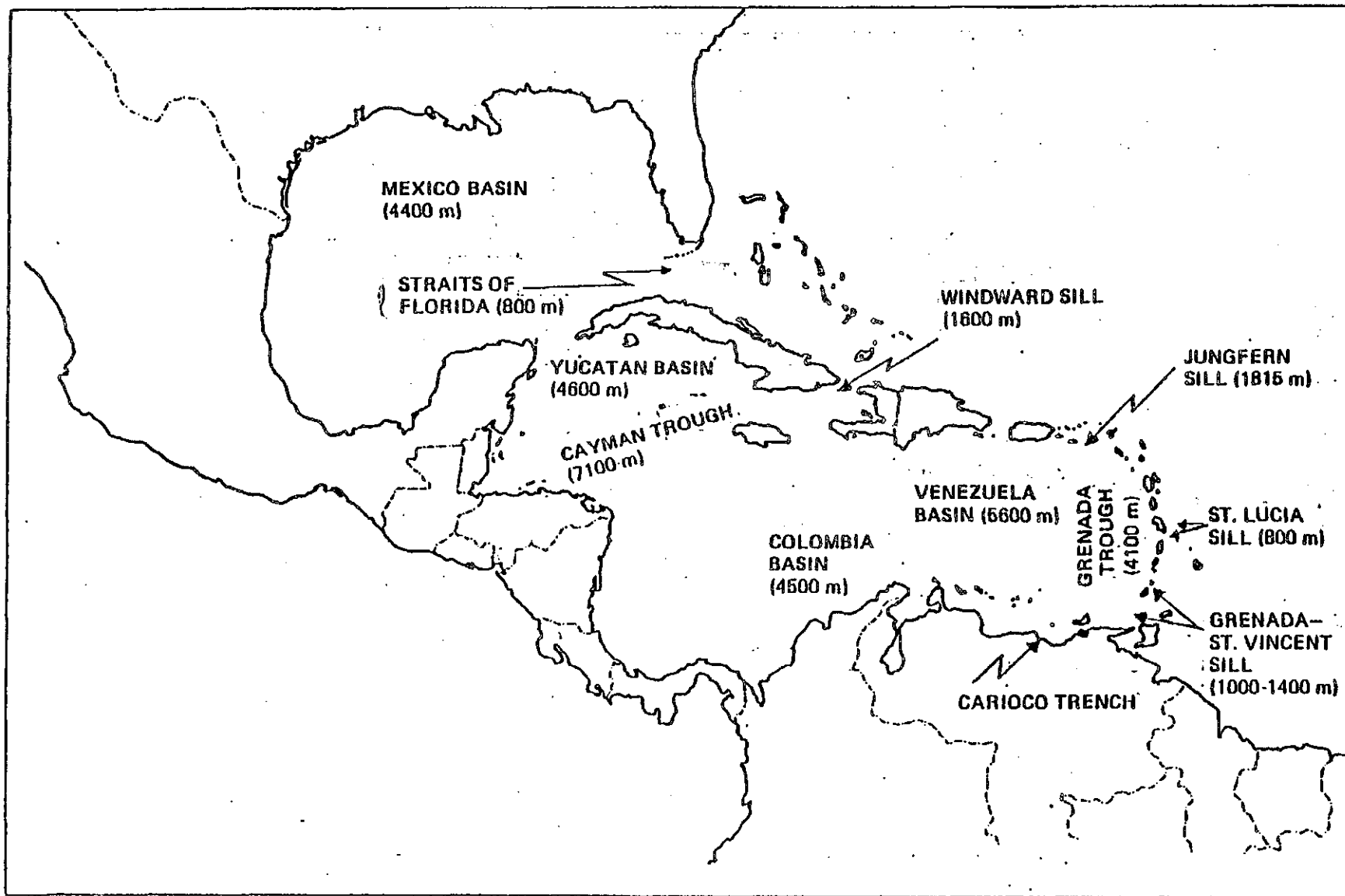


Figura 3. Principales cuencas y zócalos del Gran Caribe.

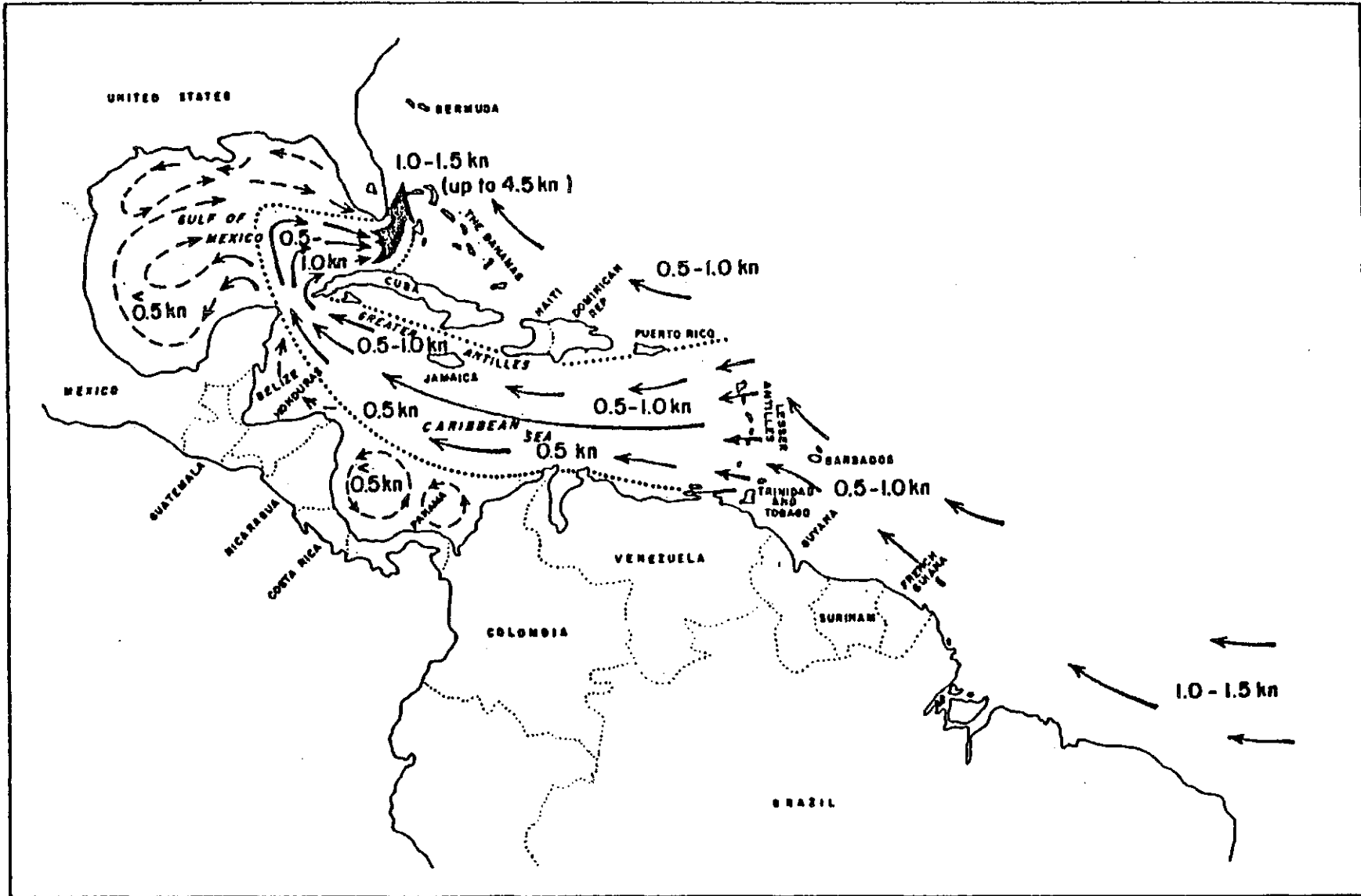


Figura 4. Corrientes dominantes en el Gran Caribe (Unesco, 1977).

angostos, tales como el Canal de Yucatán o el Estrecho de Florida; en ambos sitios, se observan velocidades hasta de 3,5 y 4,5 nudos, respectivamente, en el centro de la corriente.

Fuera de las líneas de puntos, las corrientes son más débiles, y también inestables. Durante ciertos meses, se forman grandes torbellinos frente al litoral de Costa Rica, Panamá y Colombia, así como en ciertas partes del Golfo de México. En este último, como ya ha quedado dicho, la circulación principal crea un movimiento anticiclónico que recorre la parte occidental de la zona y, en último término, se une en el Estrecho de Florida con las masas de agua que giran después de recorrer el Canal de Yucatán inmediatamente al este, siendo este último movimiento más acusado en los meses invernales del Hemisferio Norte.

La temperatura superficial en las partes tropicales de la región es por término medio de 27°C, y no varía sensiblemente durante el año. Las fluctuaciones estacionales no son superiores a 3°C. Cabe decir lo mismo de la parte meridional del Golfo de México. En cambio, en su parte septentrional hay cambios estacionales extremos de la temperatura, de unos 16°C en invierno a 28°C en verano, por lo que durante los meses invernales existe un fuerte gradiente de temperatura latitudinal.

El enfriamiento de las aguas superficiales en el norte y el centro del Golfo de México durante los meses de invierno repercute también en la distribución vertical de la temperatura. En toda la zona del Caribe y los mares adyacentes, la temperatura baja 10-15°C durante los 200 primeros metros, por debajo de los cuales sólo hay un descenso ulterior muy lento mientras que en ciertas partes del Golfo de México, en profundidades que pueden ser a veces de 100 metros, se forma una capa termoclina durante el invierno.

Aunque esto puede tener una cierta influencia sobre la mezcla de cualquier posible contaminante en la zona, a este respecto parece más importante la surgencia que se produce, en particular a lo largo de la costa septentrional de la Península del Yucatán de mayo a octubre, con un nivel máximo en junio, y frente al litoral noreoriental de Venezuela, donde esa surgencia es más fuerte entre diciembre y abril."

Existe una clara variación estacional de la salinidad superficial en el Caribe (figuras 5 y 6). Una salinidad relativamente alta de enero a mayo (con un máximo > 36,5 por mil en febrero y marzo) va seguida normalmente de una salinidad menor entre junio y diciembre (con un mínimo < 34,5 por mil en octubre y noviembre). La causa de estas variaciones es el aflujo de agua de poca salinidad, procedente del sudeste a fines del otoño, que se debe a la aportación de los ríos Orinoco y Amazonas o de una convergencia tropical (G. Wüst, 1974; D.K. Atwood, 1977).

El zócalo más profundo (Zócalo del Viento: 1.600 metros) lo es mucho menos que las cuencas menos profundas: por consiguiente, la mayor parte del agua del Caribe está por debajo de la profundidad de los zócalos. Esto incita a determinar

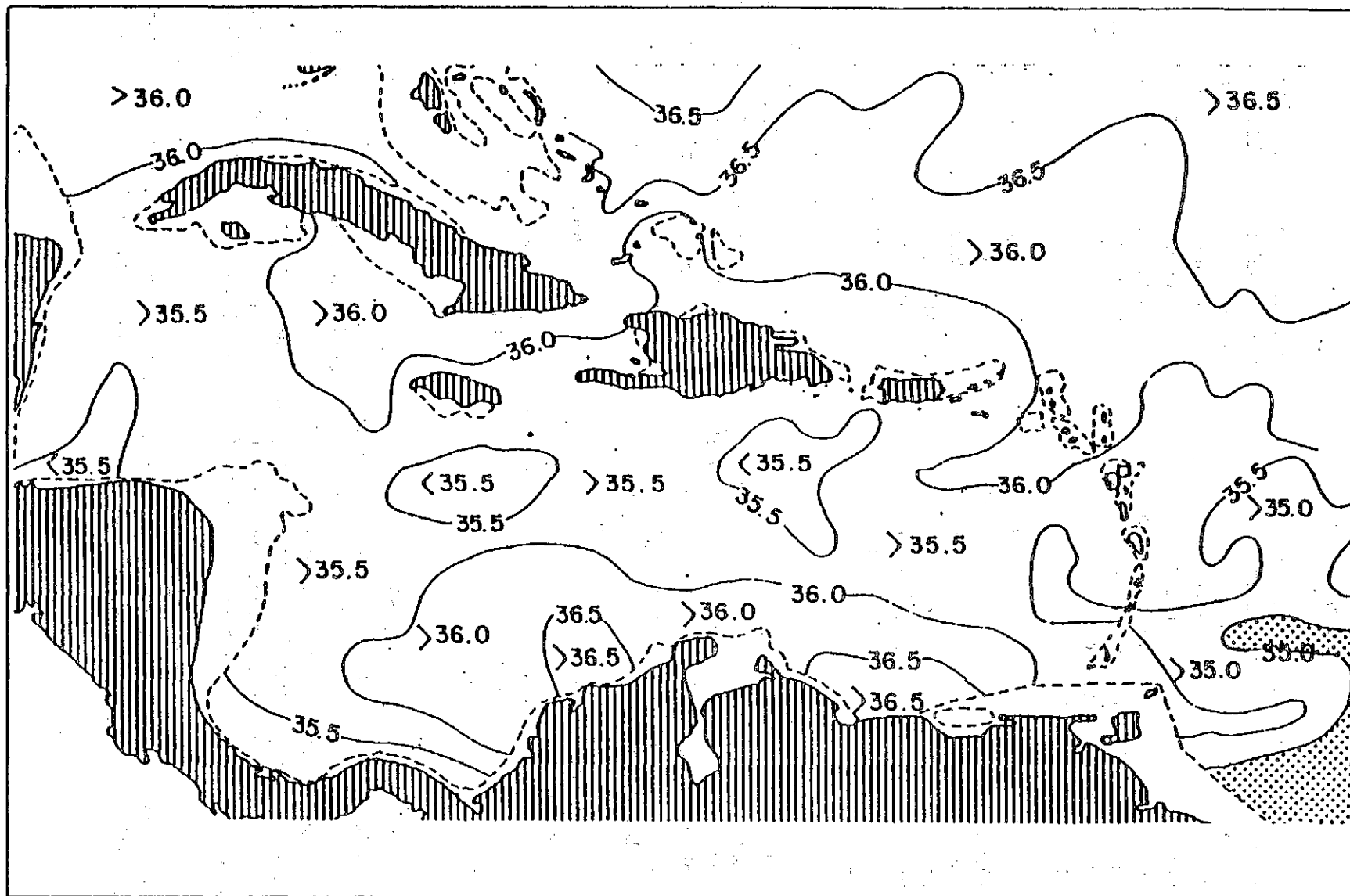


Figura 5. Salinidad superficial de diciembre a mayo (Atkins, 1971).

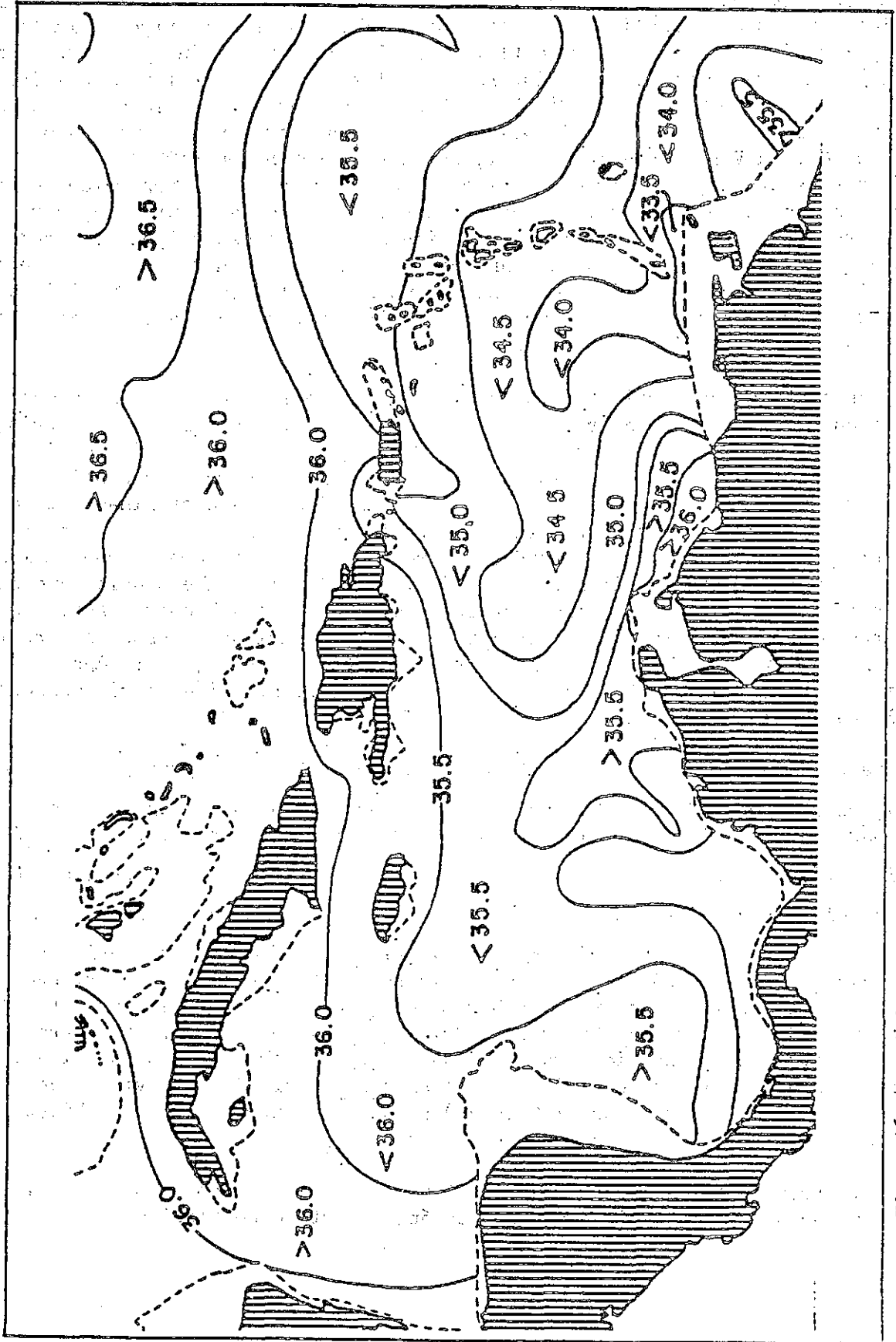


Figura 6. Salinidad superficial de junio a noviembre (Atkins, 1977).

en qué proporción hay un intercambio o renovación de este agua a través de los zócalos. Después de analizar los datos disponibles sobre el oxígeno, la temperatura y los silicatos, D.K. Atwood (1977) llegó a la conclusión de que "no parece que haya una gran renovación o dispersión en las zonas más profundas del Caribe y que, por consiguiente, "no es fácil que los contaminantes que llegan a esas aguas salgan de ellas". Esta falta de dispersión se pone también de manifiesto en la profunda Cuenca Venezolana en la cual, según V. Worthington (1955), debido a los fenómenos naturales, el oxígeno en disolución se agota en la proporción de un 6% en un plazo aproximado de veinte años. En tal caso, no es absurdo suponer que la incorporación de una gran cantidad de residuos que consumen oxígeno al fondo de esta cuenca aumente la tasa de agotamiento del oxígeno y pueda suscitar condiciones anóxicas. Por desgracia, los conocimientos actuales sobre la fragilidad del sistema de aguas profundas del Caribe no permite proceder a una estimación fiable de su capacidad de asimilación de desechos.

Los sistemas de corrientes que se indican en la figura 4 son únicamente promedios anuales. Con carácter estacional, hay corrientes o remolinos menores, tales como las corrientes en bucle del Golfo de Panamá y del de México (D.K. Atwood, 1977). Por consiguiente, solamente se puede formular con gran prudencia una estimación general del transporte de materiales, incluidos los contaminantes, por las corrientes, ya que la gran variabilidad espacial y temporal que se ha observado en el Caribe puede traer consigo grandes errores si sólo se tienen en cuenta los sistemas de corrientes dominantes. A título de ejemplo, cabe señalar que el aflujo occidental de agua por los canales insulares de las Pequeñas Antillas queda perturbado en su circulación, lo cual trae consigo remolinos y estelas turbulentas de gran diámetro, que concentran los nutrientes (T.D. Leming, 1971) debido a las corrientes asociadas. Este mismo fenómeno de la concentración podría aplicarse en el caso de los contaminantes.

La zona de desagüe de la Región del Gran Caribe (J.-M. Martin y M. Meybeck, 1977), es de unos  $1,7 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, y comprende las cuencas de desagüe de dos de los ríos más grandes del mundo, el Mississippi y el Orinoco. La mayor es la del Mississippi ( $3,25 \times 10^6$  km<sup>2</sup>), con un aflujo de unos  $1,8 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/seg., al paso que la del Orinoco vierte unos  $3 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/seg. a partir de una zona de  $0,95 \times 10^6$  km<sup>2</sup>. Aunque geográficamente el Orinoco está fuera del Caribe propiamente dicho, se ha tomado también en consideración porque la gran corriente que circula en el sentido noroeste a lo largo de la costa de Venezuela arrastra la mayor parte de las aguas que vierte el Orinoco en el Mar Caribe. Por otra parte, como su influencia no ha sido cuantificada, no se ha tenido en cuenta el aflujo de los ríos situados al sur del Orinoco, (el Amazonas, por ejemplo, vierte de cuatro a cinco veces más de agua que el Orinoco) aunque su contribución a la hidrografía del Caribe es sin duda muy importante (G. Wust, 1964).

Hay otros sistemas de desagüe importantes, si bien mucho menores, en la Región del Gran Caribe, en la Península del Yucatán, el Estado de Florida y Cuba.



En los cuadros 1 y 6 se resumen los datos y estimaciones correspondientes a la aportación fluvial en la Región.

Los ríos, y en particular sus sedimentos, pueden transportar una gran carga de contaminación (J.-M. Martín y M. Meybeck, 1976). La Región del Caribe no es una excepción a esta regla. Teniendo en cuenta el tamaño de las cuencas fluviales que desaguan en la Región y su contribución a la hidrografía del Caribe ( $0,5 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{año}$ , en comparación con los  $3 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{año}$  antes citados en relación con el agua que entra en el Caribe por los canales de las Pequeñas Antillas), procede dedicar especial atención a los contaminantes acarreados por los ríos.

La descarga total de sedimentos por los ríos (Cuadro 6) en la Región del Gran Caribe se cifra aproximadamente en  $1 \times 10^9$  toneladas al año (J.-M. Martín y M. Meybeck, 1977).

### 1.3 Distribución de los ecosistemas

Se suele aceptar que los trópicos tienen una diversidad de especies mucho mayor que las regiones más frías. Esto es también cierto en las márgenes de los mares tropicales. Un gran número de géneros, familias y grupos sistemáticos de orden superior están total o casi totalmente confinados en los océanos calientes, y constituyen los elementos básicos de sus ecosistemas. Dos de los sistemas más importantes son los arrecifes coralíferos y los manglares costeros. Otro sistema de importancia, si bien mucho menos conocido, corresponde a las zonas de zosteras marítimas, que son típicas de la Región del Gran Caribe pero probablemente también los ecosistemas más vulnerables de la misma. Los arrecifes coralíferos y los manglares son importantes como factores de construcción de tierra y para la protección contra la erosión de las playas. Las zosteras pueden ser también importantes en este sentido. Los manglares, en particular, tienen un gran valor económico como hábitat insustituible de muchas especies comercialmente importantes (figuras 7, 8 y 9).

A pesar de haber una gran diversidad de especies en las zonas costeras, diversos factores limitan la ecología del alta mar y, a consecuencia de ello, el potencial de pesca de la región, en comparación con los mares templados, por ejemplo el Atlántico del Norte o el Mar de Noruega. En primer lugar, la Región del Caribe carece de una plataforma continental poco profunda y extensa. Las cuatro quintas partes de sus aguas tienen una profundidad superior a los 1.800 metros y la mitad más de 360. En segundo lugar, la temperatura del agua no fluctúa excesivamente, por lo que hay un termoclino relativamente estable, lo cual indica que no existe una mezcla de las aguas superficiales y de las profundas. Aunque hay zonas importantes de surgencia, no son una característica dominante. El resultado es un suministro restringido de nutrientes, que se refleja en lo limitado de la pesca en alta mar. No obstante, ciertas zonas -a saber, la costa del Golfo de los Estados Unidos de América, el Golfo de Campeche, la zona de la Dorsal de Jamaica y la costa septentrional de América del Sur- tienen importantes pesquerías comerciales de camarones. Como están asociadas a zonas poco profundas, manglares,

Cuadro 1. Lista provisional de los grandes ríos cuyos efectos son importantes en la Región del Gran Caribe 1/

Río	Superficie (km <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /seg)
<u>EE.UU.</u>		
Apalachicola (Florida)	44.000	620
Mobile (Alabama)	97.000	1.500
Mississippi (Luisiana)	3.268.000	18.400
Brazos (Texas)	114.000	160
Colorado	107.000	79
<u>EE.UU. - MEXICO</u>		
Río Grande (Texas)	467.000	23
<u>MEXICO</u>		
Panuco	66.300	549
Grijalva	36.300	723
Usumacinta	47.700	1.763
<u>GUATEMALA - HONDURAS</u>		
Matagua	16.600	252
<u>HONDURAS</u>		
Ulúa	22.500	526
Patuca	25.600	825
<u>HONDURAS - NICARAGUA</u>		
Coco	26.700	950
<u>NICARAGUA</u>		
Río Grande de Matagalpa	19.700	762
<u>NICARAGUA - COSTA RICA</u>		
San Juan	38.900	1.680
<u>PANAMA</u>		
Changuinola	2.745	204

Cuadro 1 (continuación)

Río	Superficie (km <sup>2</sup> )	Caudal (m <sup>3</sup> /seg)
<u>COLOMBIA</u>		
Magdalena	235.000	7.500
<u>VENEZUELA</u>		
Orinoco	950.000	30.000

1/ Criterio de selección: caudal superior a los 200 m<sup>3</sup>/seg,  
o cuenca de desagüe de más de 100.000 km<sup>2</sup>.

Fuente: Martín y Meybeck, 1977.



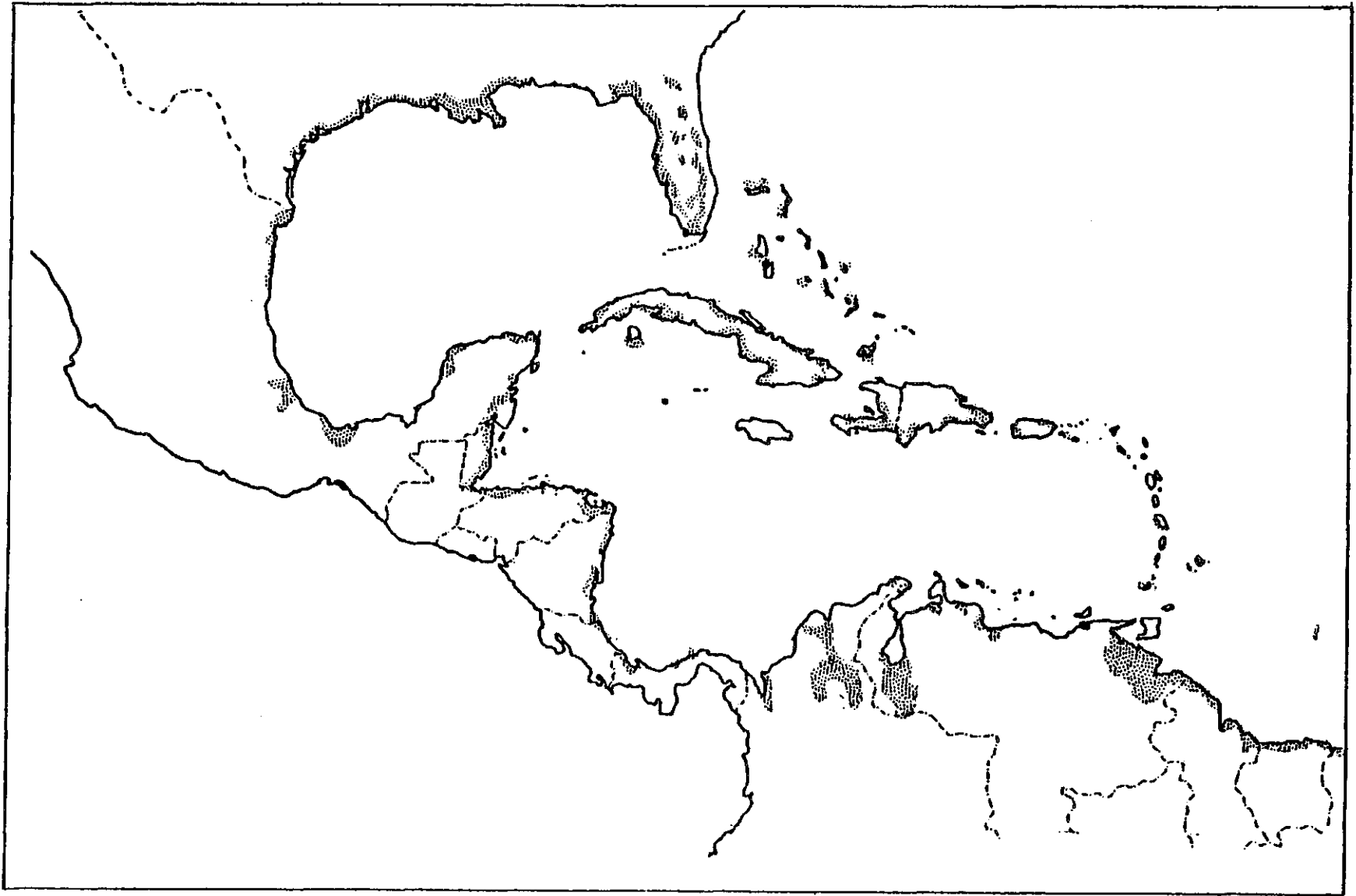


Figura 8. Zonas de manglares (Ray, 1979).

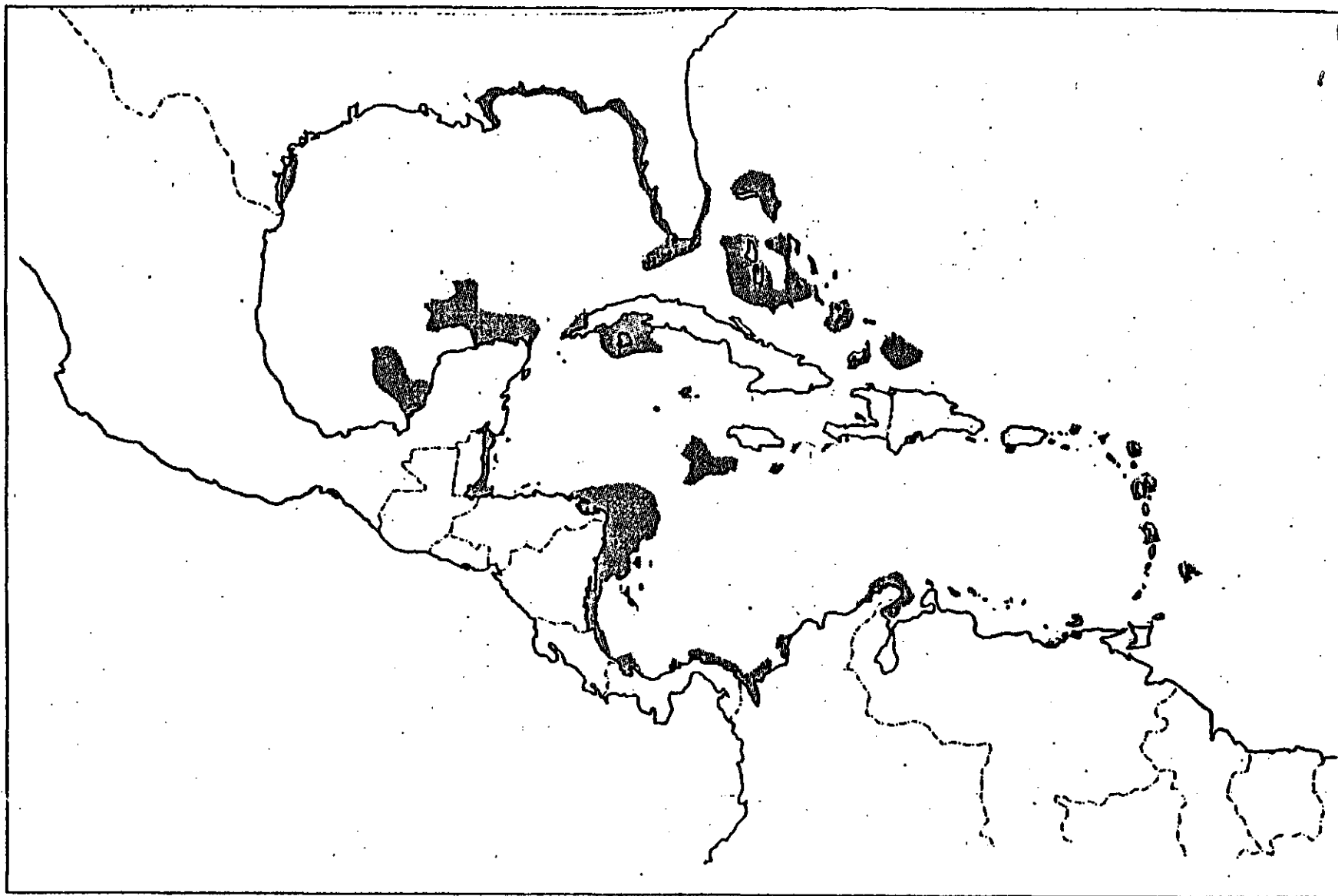


Figura 9. Zonas de zosteras marítimas (Ray, 1979).

estuarios y lagunas costeras, se asigna gran importancia a la función de los ecosistemas costeros de gran productividad, debido al apoyo que prestan a la vida de las pesquerías de la región. Los manglares prosperan en la zona intermareal de una costa tropical de marismas, rica en sedimentos y en fango suelto, lo cual proporciona condiciones favorables para el crecimiento de los mangles (Rhizophora, Avicennia, etc.). Sus ríos de sostén ofrecen una superficie para que se adhieran a ella los organismos marinos, y reducen las corrientes de marea, lo cual fomenta la deposición de un limo y fango rico en nutrientes. Además, al quebrar las olas de tormenta y amortiguar las corrientes de marea, los sedimentos que apresan contribuyen a construir, o al menos a mantener, la línea costera contra las fuerzas de la erosión. Las raíces penetran en la capa de fango y pueden desempeñar un papel importante en los ciclos minerales necesarios para sustentar la productividad propia de los manglares (Golley, 1962). Aunque en general se ha considerado que estos manglares tienen un valor económico limitado, de hecho aportan una gran contribución a las cadenas alimentarias que mantienen la pesca comercial (Heald y Odum, 1970), al proporcionar "viveros" a los peces, mariscos, camarones y cangrejos. Al caer y descomponerse, las hojas de mangle forman la base de una cadena alimentaria que abarca grandes peces de presa y muchos pájaros (figura 10). Se calcula, por ejemplo, que el 75% de la cosecha de camarones rosados en Florida depende de nutrientes derivados del ecosistema de manglares. Por otra parte, los manglares proporcionan un hábitat seguro e insustituible a una amplia gama de otros animales acuáticos tales como peces pequeños, cangrejos, etc., y pájaros -por ejemplo, garcetas, garzas, ibis, etc.- y su contribución, como parte integrante del sistema de humedales estuarinos, a la mineralización de los desechos antropogénicos orgánicos tiene un valor práctico. Por otra parte, la explotación de los manglares para obtener productos leñosos tales como madera de construcción, carbón vegetal o leña, no es desdeñable en muchas partes del Caribe.

No obstante, la recolección directa de los elementos que producen los ecosistemas de manglares, o su destrucción por obra de la contaminación, son de poca entidad en comparación con los programas inadecuados y mal concebidos de creación de "marinas", puertos, playas recreativas, instalaciones y residencias en la costa que, en muchos casos, han empezado con la tala de los manglares. Hay un ritmo inquietante de destrucción deliberada y accidental de los manglares, que puede traer consigo una considerable reducción de la superficie que abarcan actualmente.

Los arrecifes colaríferos constituyen una gran biocenosis que proporciona un hábitat a una gran variedad de animales especiales y a veces espectaculares. El coral es un animal del filum Coelenterata, y está siempre asociado a los arrecifes colaríferos. Sin embargo, en muchos sitios las algas coralinas -por ejemplo, Lithothamnion y Halimeda- son cuantitativamente tan importante como el coral. Las formaciones de arrecifes están limitadas a las aguas de menos de 50 metros, con una temperatura anual media de 23°C o más grados. Unas temperaturas muy inferiores a ésta en las temporadas más frías impiden la formación de arrecifes. Estos requisitos básicos se cumplen en muchas zonas de la Región del Gran Caribe, lo cual explica los extensos sistemas de arrecifes que existen en ella y que llegan, hacia el norte, hasta el sur de Florida, las aguas septentrionales del

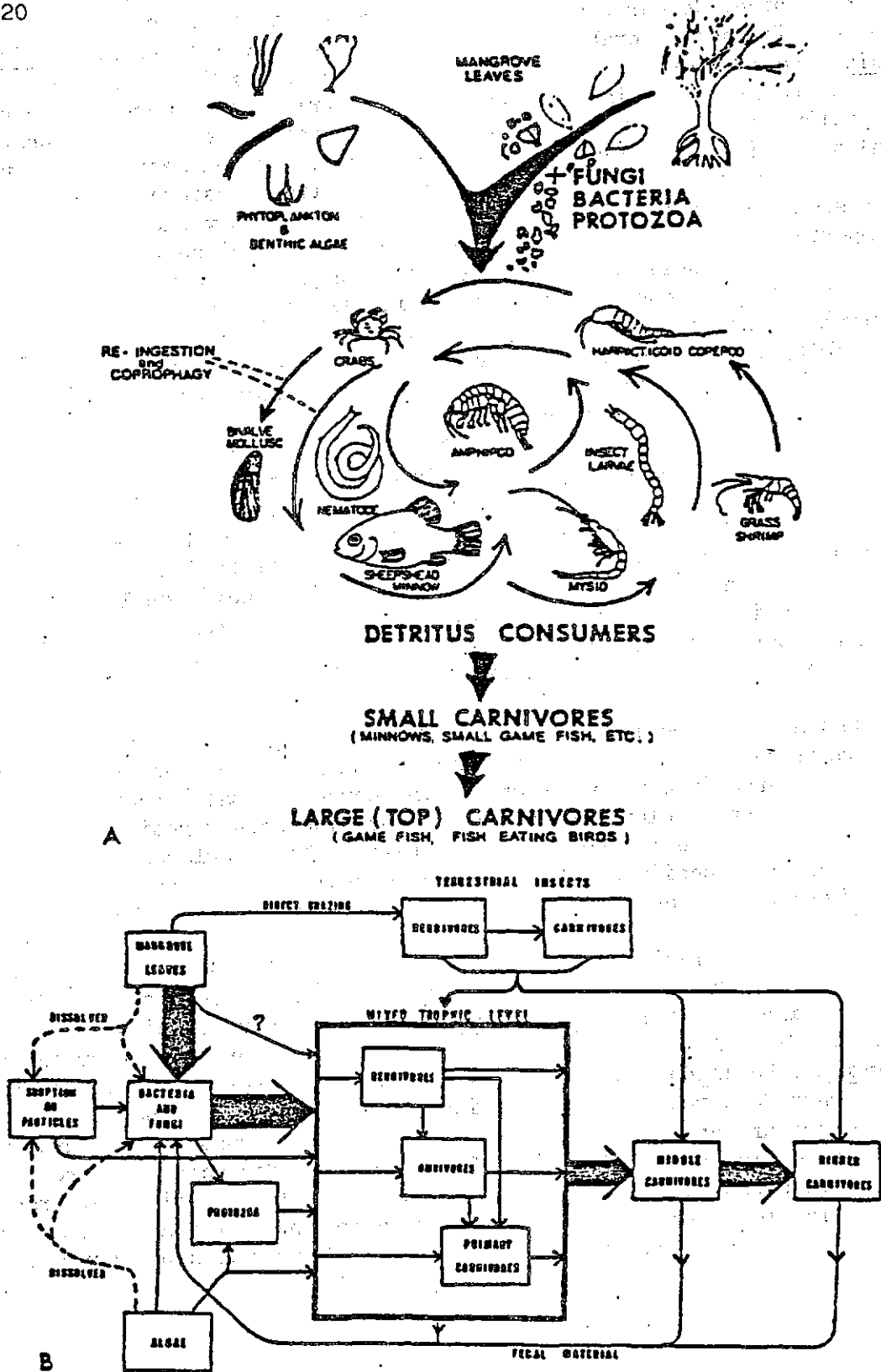


Figura 10. La cadena alimentaria basada en los manglares (Odum, 1971).



Golfo de México y las Bermudas, correspondiendo los dos más extensos y densos a las Bahamas y a las aguas costeras situadas frente a Belice. Procede considerar que los arrecifes del Caribe figuran entre los más importantes ecológicamente, a la vez que constituyen una gran atracción para un sector turístico que tiene un valor de muchos millones de dólares.

En contraste con esto, las aguas de alta mar de la Región del Gran Caribe contienen especies menos diversas y abundantes que los sistemas cercanos a la costa antes citados. Esto es especialmente cierto en el caso de los peces explotables comercialmente, y se debe en parte a un termoclino bien desarrollado y estable que dificulta la mezcla de las aguas profundas, ricas en nutrientes, y de las superficiales. Por otra parte, como ya ha quedado dicho, en la Región no hay una plataforma continental poco profunda y extensa, ni tampoco corrientes de surgencia, que son dos elementos que pueden proporcionar nutrientes a las aguas superficiales, si bien hay una cierta surgencia, limitada estacionalmente, frente al norte de Yucatán y el noreste de Venezuela. Así pues, la Región carece de las condiciones necesarias para mantener una gran concentración de fitoplancton y zooplancton en un momento dado, y, a consecuencia de ello, la población de peces es menor que en los mares templados y en las grandes zonas de surgencia.

## 2. TIPOS, FUENTES Y NIVELES DE CONTAMINACION

El Grupo Mixto de Expertos en Aspectos Científicos de la Contaminación del Mar (GESAMP) (OCMI/FAO/Unesco/Organización Meteorológica Mundial (OMI)/Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA)/Naciones Unidas/PNUMA) define como sigue la contaminación del mar: la introducción directa o indirectamente por el hombre de sustancias o de energía en el medio marino (incluidos los estuarios), que trae consigo efectos deletéreos, tales como los daños acarreados a los recursos vivos, los peligros para la salud humana y obstáculos para las actividades marítimas, incluida la pesca, y deteriora la calidad de utilización del agua del mar y reduce los servicios e instalaciones (GESAMP, 1976).

Las "sustancias o energía" antes citadas son los desechos derivados de la transformación de materiales para la producción de bienes o de energía. Estos residuos o desechos son inherentes a todas las actividades humanas, y resultan prácticamente inevitables. La tasa o nivel de consumo de energía y materiales por una comunidad es un índice que se equipara frecuentemente al grado de desarrollo socioeconómico de la misma. No todos los desechos son contaminantes en sí mismos, sino solamente los que producen "efectos deletéreos". En un plano ideal, los desechos de una actividad pueden ser recursos para la realización de otra. Hay muchos ejemplos en este sentido. La contaminación surge cuando no se aprovechan los desechos y, además, no son asimilados sin perjuicio por el sistema en el cual se introducen, por ejemplo el mar. La capacidad de asimilación de desechos del medio marino es muy grande, pero no ilimitada. Cuando se rebasan los límites, el sistema queda alterado, a veces de un modo catastrófico.

El Caribe en general es una región en desarrollo, cuyo nivel de industrialización y urbanización es todavía relativamente modesto en casi todos los sitios. Por consiguiente, la contaminación general del medio marino provocada por los desechos de origen terrestre no ha alcanzado, con la excepción de los vertimientos de petróleo antes citados, los niveles catastróficos propios de las regiones más industrializadas. No obstante, hay, y durante varios años ha habido, problemas localizados de contaminación del mar, y actualmente se están llevando a cabo unas actividades planificadas que, potencialmente, son perniciosas en general.

### 2.1 El desarrollo socioeconómico de la Región y su influencia mutua con la contaminación del mar

Un gran número de entidades políticas, con una notable diversidad de características culturales e históricas, disponibilidad de recursos naturales, organización política y grado de desarrollo socioeconómico, comparten como recurso común las aguas de la Región del Gran Caribe.

Se estima que hay unos 160 millones de habitantes en los países ribereños y los Estados de los EE.UU. limítrofes de esas aguas (Naciones Unidas, 1978). Sin embargo, tan sólo una fracción de esta población está concentrada en las costas

de la Región. En la figura 11 se indican las ciudades costeras que tienen más de 100.000 habitantes. En el caso de ciertas islas, procede considerar que toda su población es costera. El nivel de desarrollo socioeconómico de la Región es muy variado, y los ingresos por persona oscilan entre 170 y 13.000 dólares al año (Naciones Unidas, 1978).

Una agricultura orientada hacia las exportaciones y de monocultivo, esencialmente el azúcar, ha sido la principal actividad económica de la inmensa mayoría de los Estados del Caribe durante los 100 últimos años, más o menos, con las contadas excepciones de los territorios ricos en minerales, que los exportan sin transformar. Debido al aumento, después de la guerra, de las inversiones de capital y a la transferencia de tecnología, muchos países se han pasado a otros sectores que no son la industria manufacturera y el turismo. Pero, en general, la inmensa mayoría de los países de la Región siguen teniendo una economía orientada hacia la exportación y de monocultivo, dedicada a la producción de productos básicos, ya sean agrícolas o minerales o unos y otros. Aunque la industrialización ha traído a veces consigo una reducción de la producción agrícola, en general ha fomentado las prácticas agrícolas de gran densidad de energía. Paralelamente a esto, ha aumentado el empleo de fertilizantes y productos químicos en algunos países de la Región. Se prevé que la consecuencia de una modernización ulterior será una mayor aplicación de productos químicos agrícolas, en particular plaguicidas. Todavía no se conoce exactamente el impacto ambiental de esos elementos químicos en el sistema tropical de la Región del Gran Caribe.

Aunque, en general, no hay en la región una industrialización muy generalizada, ciertas zonas locales se están industrializando intensivamente, como centros de elaboración de materias primas autóctonas o importadas. De hecho, la expansión de la elaboración de las materias primas autóctonas, especialmente del petróleo, en el caso de los países que tienen una buena dotación de recursos, o el desarrollo de los medios de transbordo y de elaboración de materias primas importadas por los países que carecen de recursos naturales, parece ser una estrategia central de los países en desarrollo de la Región. Además, cabe observar otra tendencia reciente a la industrialización, allí donde unas grandes empresas transnacionales están intentando aprovechar la baratura de la mano de obra de la Región y, en ciertos casos, unas condiciones jurídicas favorables que no existen en otros sitios.

Paralelamente a la industrialización y a la intensificación de la agricultura, diferentes países están desarrollando, con diversos grados de intensidad, otros sectores de la economía tales como el turismo y la pesca. De hecho, en algunas de las islas pequeñas del Caribe oriental, el turismo basado en los recursos marinos es una importante fuente de ingresos nacionales.

Cabe decir en resumen que, debido a su diversidad, no es fácil formular una generalización sobre la situación socioeconómica de la región, salvo en el sentido de destacar que la producción de materias primas, la intensificación de la agricultura y la industrialización están progresando constantemente. Se está desarrollando el turismo en muchos países, especialmente en las pequeñas islas

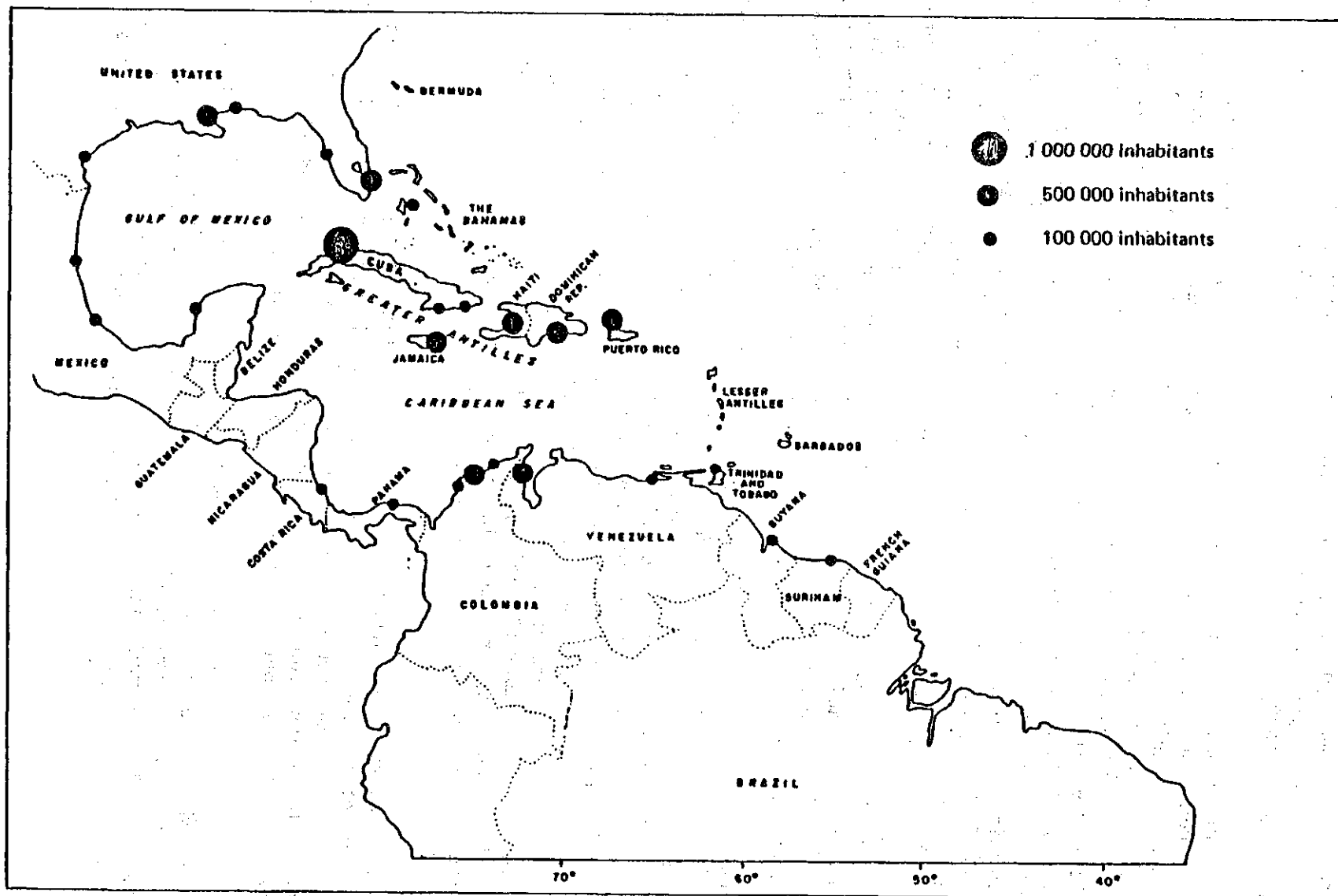


Figura 11. Ciudades costeras de más de 100.000 habitantes.

orientales, que tienen unos recursos naturales explotables limitados. En la mayoría de los casos, todas estas actividades se superponen a una economía que se ha orientado hacia una agricultura de monocultivo y de gran densidad de mano de obra, a la explotación de unos recursos naturales limitados o a unas actividades agrícolas y de pesca que tienen carácter de autosubsistencia. Como muchas de estas actividades se llevan a cabo en la zona costera, constituyen una amenaza para el medio marino, debido a la inyección directa de desechos, la alteración de la ecología del litoral, unas prácticas de aprovechamiento de las tierras defectuosas, la contaminación del aire y la producida por la escorrentía, etc.

Al leer el siguiente resumen de las fuentes específicas de contaminación del mar, procede tener presente que todavía no se ha emprendido una evaluación exhaustiva de los problemas de la Región y que, a consecuencia de ello, la información es o bien incompleta o bien inexistente en el caso de ciertos países, al paso que en otros se ha progresado ya mucho al respecto. De hecho, ésta es la principal razón de ser del Programa Ambiental del Caribe.

## 2.2 Desechos industriales

Además de la contaminación provocada por los hidrocarburos del petróleo (que se examina en la sección 2.6), no hay una contaminación generalizada del mar en la Región del Gran Caribe, aunque existen ciertamente graves problemas ambientales localizados, sobre todo en las cercanías de las grandes zonas urbanas e industriales. Estos problemas constituyen una amenaza para el desarrollo de ciertas actividades económicas, tales como la pesca y el turismo costeros, que dependen de un ambiente marino sano. El creciente ritmo de desarrollo industrial de la Región aumentará indudablemente el riesgo de una dislocación ambiental a no ser que se tomen medidas oportunas y adecuadas, entre ellas una cuidadosa selección de los lugares destinados a futuras actividades industriales, la aplicación de métodos adecuados de tratamiento y eliminación de los desechos y la selección de los procedimientos tecnológicos apropiados.

Las mayores concentraciones industriales de la Región corresponden a las costas de Venezuela, Colombia, México, Cuba, los Estados del Golfo de los Estados Unidos de América, Puerto Rico, Trinidad y Tabago, las Antillas Neerlandesas, las Islas Vírgenes Norteamericanas y Jamaica. Con la excepción de la zona de San Pedro Sula en la costa septentrional de Honduras, el desarrollo industrial de los Estados de América Central se centra principalmente a lo largo o hacia la costa del Pacífico, más que en el Caribe (UN/DIESA, 1979).

Desde hace tiempo se están vertiendo residuos químicos en el Golfo de México, principalmente por obra de las fábricas de productos químicos situadas en el litoral de Texas y de Luisiana. En el cuadro 2 puede verse una muestra de los tipos y cantidades de materiales. Muchos de los compuestos citados tienen una gran vida marina. Giam et al. (1978) indican que existen ya, en una amplia gama de organismos marinos, dos tipos de productos químicos industriales, los bifenilos policlorados (PCB) y los ésteres ftalatos empleados como plastificantes.

La explotación de minerales (cuadro 3) produce a menudo unos desechos perniciosos para los ecosistemas marinos. El vertimiento en el mar de residuos (fangos rojos) derivados de la explotación de la bauxita que se practica en ciertos países (UN/DIESA, 1979) constituye un peligro para los ecosistemas marinos, especialmente para los arrecifes coralíferos y, por consiguiente, para los recursos pesqueros. A esto se suma la destrucción de la calidad estética de las playas, lo cual reduce sus posibilidades con fines recreativos y turísticos. Análogamente, la explotación de la arena de las playas para la industria de la construcción está muy generalizada, si bien no introduce elementos contaminantes propiamente dichos en el medio marino. De hecho, puede constituir la actividad industrial más destructora de la costa, al traer consigo una grave e irreparable erosión de la playa en muchos sitios (Deane et al., 1973). Además, introduce partículas en la columna de agua. Puede provocar también pasajeramente una fuerte turbidez del agua y la supresión de comunidades bentónicas muy productivas, tales como los arrecifes coralíferos.

### 2.3 Desechos domésticos

Consta en general que la contaminación del mar provocada por los desechos domésticos, principalmente los de las zonas urbanas, constituye un problema común a toda la región y es característica de las grandes ciudades de la zona. En algunos puntos, la contaminación producida por las aguas negras ha traído ya consigo unas condiciones potencialmente peligrosas para la salud humana y el medio marino (Wade, 1972). Aunque no parece haberse realizado ningún estudio sistemático y completo de los actuales métodos de liquidación de esos residuos por las comunidades costeras, unos datos de 1974 indican que menos del 10% de los sistemas de alcantarillado tienen instalaciones de depuración. Es probable que este porcentaje no haya cambiado (Butrico, 1979). En el cuadro 4 pueden verse los datos correspondientes a los sistemas de alcantarillado de las zonas urbanas, facilitados por los países de la Región.

Teniendo presente el pequeño número de instalaciones de depuración que funcionan actualmente, y unas estimaciones según las cuales se vierten sin depurar al Caribe las aguas negras producidas por 30 millones de personas (Butrico, 1979), cabe dudar de que, a corto plazo, el progreso de la capacidad de tratamiento de esos residuos se mantenga al compás del crecimiento industrial y demográfico. A consecuencia de esto, la capacidad de asimilación de las aguas naturales, en particular la de las lagunas costeras y de los estuarios, seguirá siendo insuficiente.

Además de la carga de aguas negras domésticas procedentes de centros urbanos locales, hay otros problemas adicionales provocados por el gran número de hoteles turísticos que existen en toda la Región, en particular en las islas del Caribe. Muchos de ellos tienen instalaciones de depuración que están a menudo demasiado recargadas o que no se mantienen adecuadamente. El resultado es el vertimiento de aguas negras muy cerca de las playas turísticas (Mood, 1976).

Cuadro 2. Producción de ciertos minerales en la región del Gran Caribe, en 1976

País	Bauxita	Mineral de cromo (contenido $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )	Mineral de cobre (contenido de Cu)	Mineral de plomo (contenido de Pb)	Mineral de manganeso (contenido de Mn)	Mineral de mercurio <sup>3/</sup>	Mineral de níquel <sup>3/</sup>	Concentrados de estaño (contenido de Sn)	Zinc (contenido de Zn)	Mineral de hierro (contenido de Fe)
Colombia						3 <sup>5/</sup>				498
Costa Rica										
Cuba		10	2,9		27,9 <sup>2/</sup>		37.100 <sup>4/</sup>			
República Dominicana	621						24.399			
Guatemala				0,1						
Guyana	3.203									
Haití	739		6,6 <sup>1/</sup>							
Honduras				20,1					20	
Jamaica	10.309									
México			89	200	163	518	56	400	259	3.644
Nicaragua			0,6							
Suriname	487									
Trinidad y Tabago										50.152
Estados Unidos	420		1.456	553	28	808	14.940		439	11.585
Venezuela										

Notas: 1/ 1971.  
2/ 1968.  
3/ toneladas métricas.  
4/ contenido de óxido y sulfuro, en 1972.  
5/ 1979.

Fuente: Statistical Yearbook de las Naciones Unidas, 1977.

Cuadro 3. Lista parcial de productos químicos cuyo vertimiento en el Golfo de México fue autorizado por la EPA (EE.UU.) durante un período de siete meses en 1973

Descripción	Concentración media (peso/% del peso)	Vertimientos (kg/mes)
<u>En contenedores:</u>		
Sodio metálico	60	$8,2 \times 10^4$
Calcio metálico	13	$1,8 \times 10^4$
Oxido de calcio	4	$5,5 \times 10^3$
Oxido de sodio	13	$1,8 \times 10^4$
Sales inertes	10	$1,4 \times 10^4$
	4,3	$1,3 \times 10^6$
<u>Vertimientos directos:</u>		
Acido 2,5 - diclorobenzoico (sal de Na)	0,2	$3,3 \times 10^4$
Acido 2,5 - dicloro - 6 - nitrobenzoico (sal de Na)	6,0	$9,8 \times 10^5$
Acido 2,3 - dicloro - 6 - nitrobenzoico (sal de Na)	0,7	$1,1 \times 10^5$
Acido 2,5 - dicloro - 4 - nitrobenzoico (sal de Na)	0,8	$1,3 \times 10^5$
Acido 2,5 - dicloro - 3 - nitrobenzoico (sal de Na)	0,3	$4,9 \times 10^4$
Acrilonitrilo	0,005	$1,1 \times 10^3$
Acetonitrilo	0,01	$2,2 \times 10^3$
Nitrilos pesados	0,4	$8,9 \times 10^4$
HCN		$6,6 \times 10^3$
Sulfato en la forma $(\text{HN}_4)_2\text{SO}_4$	4,7	$1,0 \times 10^6$
Metanol	1,6	$3,5 \times 10^5$
Propanol	1,6	$3,5 \times 10^5$
Isobutanol	1,6	$3,5 \times 10^5$
Dinitrofinol	0,01	$2,2 \times 10^3$



Cuadro 3 (continuación)

Descripción	Concentración media (peso/% del peso)	Vertimientos (kg/mes)
Benceno	0,06	$1,3 \times 10^4$
Dinitrobenceno	0,001	$2,2 \times 10^2$
Nitrobenceno	0,01	$2,2 \times 10^3$
Anilina	0,01	$2,2 \times 10^3$
Cloruro de metileno	0,1	$3,2 \times 10^4$
Formaldehído	0,1	$3,2 \times 10^4$
Tereftalato de sodio	7	$4,8 \times 10^5$
Etilenglicol	7	$4,8 \times 10^5$
Sulfonato de estireno de sodio	1	$6,8 \times 10^4$
Tricloropropano	22	$3,7 \times 10^5$
Eter tetracloropropílico	8	$1,4 \times 10^5$
Dicloroetano	10	$1,7 \times 10^5$
Tricloroetano	25	$4,2 \times 10^5$
Diclorobutano	30	$5,1 \times 10^5$
Otros productos orgánicos (principalmente compuestos de tiuramo)	1,0	$3,2 \times 10^5$
Varios:		
Dicloropropeno		
Dicloropropano		
Cloruro de alilo		
Diclorohidrina		
Glicerina		
Tetracloroetano		
Tricloroetileno		
Tetracloroetileno		

Fuente: NSF, 1975.

Cuadro 4. Población que cuenta con un sistema de alcantarillado  
 en la Región del Gran Caribe

País	Población urbana atendida (miles de habitantes)	%	Población total (miles de habitantes)	% de la población total
Antigua	0	0	0	0
Barbados	0	0	0	0
Belice	4	5	5	3
Colombia	9.958	65	10.611	41
Costa Rica	404	42	446	21
Cuba	2.788	46	2.988	31
Dominica	0	0	0	0
República Dominicana	600	27	1.030	21
El Salvador	648	36	659	15
Granada	10	36	10	13
Guatemala	725	31	725	11
Guyana	118	43	118	14
Haití	0	0	0	0
Honduras	444	48	445	16
Jamaica	133	21	153	7
México	16.390	41	16.483	27
Montserrat	0	0	0	0
Nicaragua	403	31	403	17
Panamá	874	97	1.534	88
Suriname	85	38	85	21
San Cristóbal	0	0	0	0
Santa Lucía	0	0	0	0
San Vicente	0	0	0	0
Trinidad	252	69	292	27
Venezuela	5.000	52	5.267	40

Fuente: Reid, 1979.

Por último, en muchas zonas del Caribe es muy grande la contaminación del medio ambiente producida por los desechos humanos y la descarga de basura desde las embarcaciones.

#### 2.4 Desechos agrícolas

Cabe clasificar las fuentes de la contaminación del medio marino debidas a actividades agrícolas como sigue: i) fertilizantes inorgánicos; ii) plaguicidas; iii) efluentes líquidos que tienen una gran carga orgánica (de industrias tales como las refinerías de azúcar y las destilerías de ron); y iv) una escorrentía con un gran contenido de limo, derivada de unos métodos de aprovechamiento de las tierras defectuosos (este último punto se examina en la sección 2.5). Aunque escaseen los datos sobre la importancia de estas fuentes, hay indicios en el sentido de que existe una contaminación provocada por las actividades agrícolas, que puede ser ya muy grave.

Los fertilizantes inorgánicos utilizados en la Región del Gran Caribe son principalmente compuestos fosfóricos o nitrogenados o potasa. En el cuadro 5 pueden verse las cifras de consumo correspondientes a dos períodos representativos (Naciones Unidas, 1978). Su lixiviación por la lluvia produce una escorrentía que tiene un gran contenido de nutrientes. Esto trae consigo a su vez la eutrofización de los ríos y los estuarios cuando un fuerte nivel de nutrientes produce una rápida proliferación de algas o de "florescencias de algas", seguida de una fuerte demanda biológica de oxígeno (DBO), cuando muere la flor escencia y se produce su degeneración. Aunque no ha quedado confirmado por mediciones analíticas, hay datos de la Región (Gajraj, 1977).

El análisis del DDT y del DDE en los tejidos de las cabrillas de los arrecifes del Golfo de México y de la Gran Bahama indicaron la existencia de tales compuestos (Giam, 1974). De los tres sistemas de arrecifes analizados, los que tienen la mayor concentración de residuos son los del Golfo de México. Otro estudio del plancton y de una variedad de camarones y peces del Golfo y del Caribe septentrional puso de manifiesto que el DDT está ampliamente distribuido, aunque su nivel es en general bajo. Las máximas concentraciones se han encontrado en las zonas costeras. Además de la producción derivada del uso local, estos compuestos pueden llegar al Caribe desde fuera de la Región. Se han presentado datos, por ejemplo, en el sentido de que el sistema de vientos alisios de la región del Atlántico deposita hidrocarburos clorados en una cantidad comparable a la que vierten en el mar los grandes ríos (Bidleman y Olney, 1973; Windom y Duce, 1976). Por ello, se dice que la circulación en el sentido de las agujas del reloj alrededor del centro de alta presión de las Azores trae consigo el transporte de esos compuestos en forma de aerosoles desde Europa y América del Norte hasta las latitudes inferiores del Atlántico y el Caribe.

En Colombia, pero no en la zona costera, se está llevando a cabo un importante estudio de la distribución de residuos de plaguicidas en todo el ecosistema. Se han realizado otros estudios en relación con la aplicación de plaguicidas en el cultivo del algodón y de otras plantas, en América Central, pero ninguno de ellos

ha versado sobre el nivel de concentración y el impacto de esas substancias en el medio marino (Davis *et al.*, 1975).

Como se prevé un aumento del consumo de plaguicidas en la Región del Gran Caribe, procede tomar medidas para establecer unos programas experimentales de vigilancia en las zonas de contaminación potencial, con objeto de evaluar el nivel de concentración y su bioacumulación en las cadenas trópicas, en las comunidades marinas y costeras.

Uno de los principales cultivos del Caribe es la caña de azúcar, a partir de la cual se obtiene azúcar y ron. En ciertas islas típicas, el 30% de la superficie cultivable está dedicada a la caña de azúcar. En una isla por lo menos (Barbados), más del 50% de la superficie total está cultivada en cualquier momento con caña. Además de los habituales contaminantes potenciales relacionados con la agricultura, la industria del azúcar produce un gran volumen de agua con una fuerte proporción de DBO y residuos sólidos, a saber, bagazo y tortas prensadas y filtradas (Gajraj, 1978).

## 2.5 Contaminantes acarreados por los ríos

El volumen total de aguas fluviales que llegan al mar del Gran Caribe es de unos  $2,8 \times 10^3 \text{ km}^3/\text{año}$  ( $2,8 \times 10^{15}$  litros al año: Martin y Meybeck, 1977). Esto comprende dos de los ríos más grandes del mundo, a saber, el Mississippi y el Orinoco. Actualmente, se está procediendo a la observación de ciertos ríos de Colombia, México, Guatemala y los Estados Unidos de América con respecto a varios contaminantes y parámetros relacionados con ellos. Sin embargo, hasta la fecha las cifras son todavía muy bajas (OMS/PNUMA, 1979).

La vigilancia y el control de la descarga de contaminantes en los ríos que llegan a los manglares, las lagunas costeras, los estuarios y arrecifes coralíferos revisten especial importancia, ya que estas zonas son la fuente primordial de productividad biológica para la Región del Gran Caribe. Por ejemplo, un aumento de la carga de sedimentos de muchos ríos pequeños, debido a la erosión de los suelos, surte efectos muy graves para los arrecifes coralíferos y otras comunidades sometidas a la influencia de esos caudales fluviales (Johannes, 1970).

En el cuadro 6 puede verse un resumen de los datos relativos a algunos de los ríos más importantes de la región.

## 2.6 Contaminación debida al petróleo

La contaminación provocada por los hidrocarburos del petróleo parece constituir el problema más grave de contaminación del mar en la Región, y se examina detalladamente en un informe especial (OMCI, 1979).

Cuadro 5. Consumo de fertilizantes en la Región del Gran Caribe  
en 1976/1977 (en miles de toneladas métricas)

PAIS	Potasa (K <sub>2</sub> O)	Fosfatos (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Nitrogenados (N)
Bahamas	0,5	0,4	-
Barbados	1,5	1,9	0,4
Belice	-	1,2	0,6
Colombia	34,5	54,3	69,9
Costa Rica	16,8	40,0	10,4
Cuba	116,0	175,6	57,5
República Dominicana	19,4	15,0	21,4
El Salvador	8,7	-	-
Guadalupe	3,2	1,8	3,0
Guatemala	19,0	19,4	26,3
Haití	0,1	0,2	-
Honduras	5,4	13,0	9,0
Jamaica	5,7	10,0	1,3
Martinica	4,1	5,3	6,4
México	50,0	392,2	223,8
Nicaragua	8,8	17,0	14,0
Panamá	7,5	14,3	4,2
San Cristóbal, Nieves y Anguila	1,2	0,2	0,5
Santa Lucía	1,2	1,0	1,3
San Vicente	1,0	1,2	0,4
Trinidad y Tabago	2,4	5,0	0,2
Islas Vírgenes Norteamericanas	-	0,2	0,2
Venezuela	40,0	22,1	46,8

Fuente: Statistical Yearbook de las Naciones Unidas, 1977.

Cuadro 6. Lista parcial de los ríos que acarrean sedimentos al Golfo de México y al Mar Caribe

Río	Superficie de desagüe en la estación (10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )	Descarga de sedimentos (10 <sup>6</sup> ton al año)	Transporte específico (Ton.km <sup>2</sup> al año)	Turbidez media (mg/litro)
<u>EE.UU.</u>				
Mississippi	2.923	222	76	380
Apalachicola	44	0,16	6,8	15
Mobile	95	4,5	42	95
Brazos (Texas)	114	15,9	139	3.200
Colorado (Texas)	106	1,9 <sup>1/</sup>	17,9	
Río Grande	467	muy pequeña <sup>1/</sup>		
<u>COLOMBIA</u>				
Magdalena	235	234	1.000	1.000
<u>VENEZUELA</u>				
Orinoco	950	85,0	91	90
<u>EL SALVADOR</u>				
Río Grande, en Moscoco	2.350	0,5	214	
<u>HONDURAS</u>				
Choluteca	1.510		246	
<u>COSTA RICA</u>				
Reventazón Grande	1.367 638	3,5	2.600 126	
<u>NICARAGUA</u>				
Viejo	854		35,8	
<u>PANAMA</u>				
Barjano	3.218		811	

<sup>1/</sup> Valores bajos, debido a la existencia de embalses.

Fuente: Martin y Meybeck, 1977.

La producción, transformación y transporte del petróleo y de sus productos derivados son las actividades económicas más importantes en la Región del Gran Caribe.

### 2.6.1 Producción

En potencia, la Región del Gran Caribe es una de las mayores zonas de producción de petróleo de todo el mundo. Las zonas de explotación en tierra y en el mar, existentes y en proyecto, están situadas a lo largo de la costa de Venezuela, Trinidad y Tabago y el Golfo de México. En toda la Región, casi un tercio de la producción total de petróleo ( $3,1 \times 10^6$  barriles al día) procedió del mar en 1978 (OCMI, 1979). Se prevé una gran expansión; simplemente en dos países, están en proyecto, o ya en construcción, no menos de 38 plataformas en el mar, que serán instaladas en los 18 meses próximos (Ocean Industry, 1979).

A partir de la experiencia anterior, se calcula que el 6,7% de la producción total en el mar se derrama en el medio marino a consecuencia de accidentes de oleoductos, explosiones, incendios de las plataformas, desbordamientos, defectos de funcionamiento y otros accidentes de menor entidad. A estas fuentes se debió la descarga en las aguas del Gran Caribe de unos 76,6 millones de barriles de petróleo en 1978 (OCMI, 1979). En la figura 12 pueden verse las zonas en las cuales son más probables los vertimientos de petróleo relacionados con la producción en alta mar.

### 2.6.2 Refino

Además de las zonas de producción en el mar, hay otra fuente de contaminación producida por el petróleo en la Región, y es la relacionada con las refinerías de petróleo y las instalaciones conexas. Se estima que la actual capacidad de refino en la Región del Gran Caribe es de  $12,2 \times 10^6$  barriles al día, distribuida entre 73 refinerías (OCMI, 1979). Aunque no se dispone de estimaciones sobre el volumen de los residuos del petróleo que llegan al medio marino en el Caribe a partir de las refinerías costeras, es posible extrapolar los datos de otras regiones. Por ejemplo, en un reciente estudio de una pequeña refinería costera del Cercano Oriente, se observó que todos los días se bombeaban normalmente en el mar 7,5 barriles de petróleo junto con las aguas residuales de la refinería (Cramer y Warner, 1975). Según los datos correspondientes a nueve años de operaciones terminales en Milford Haven (Reino Unido), hay una proporción de vertimiento de 1,1 barriles por cada millón de barriles de producción, lo cual se considera muy poco (OCMI, 1979). Unas proporciones similares en el Caribe implicarían que los vertimientos derivados de las operaciones de las refinerías sólo tienen una importancia localizada.

### 2.6.3 Transporte

En el Gran Caribe hay actualmente tres grandes modalidades de transporte de petróleo:

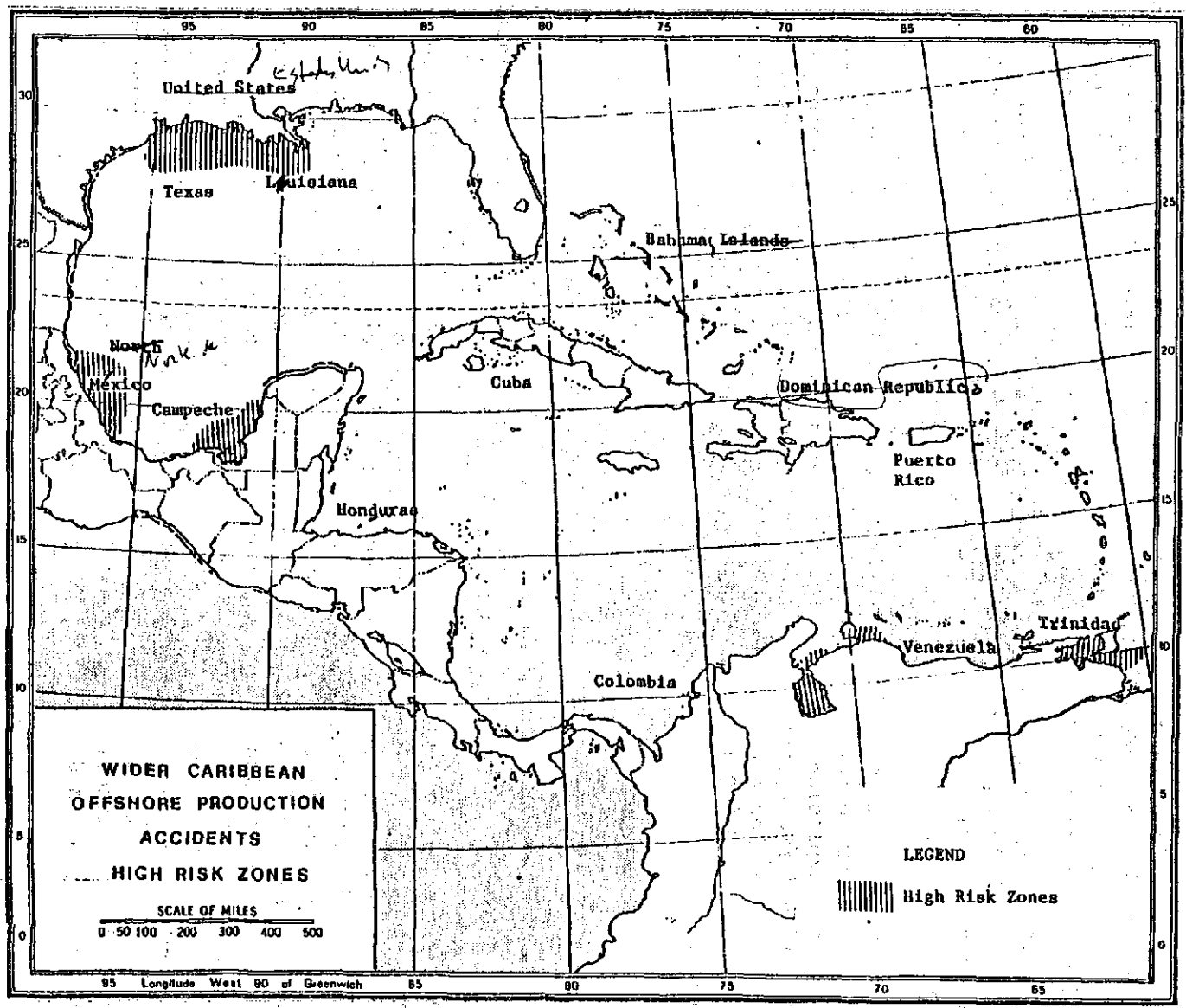


Figura 12



1. La vía de transporte del petróleo bruto del Cercano Oriente, el oeste africano y África del Norte a los Estados Unidos de América, normalmente en barcos petroleros gigantes, que se paran para efectuar las operaciones de refino, transbordo o descarga, y el transporte subsiguiente en barcos más pequeños hasta la costa estadounidense.
2. La vía de transporte de productos brutos o refinados de Venezuela y/o Aruba, Curaçao y otras islas, a varios mercados mundiales.
3. El transporte de petróleo bruto de Alaska, pasando por el Canal de Panamá, rumbo a la costa estadounidense del Golfo, las Islas Vírgenes o las refinerías de la costa oriental de los Estados Unidos de América.

En el futuro, el transporte de productos petroleros brutos o refinados de México puede constituir otra importante vía.

Además de estas grandes rutas, por el Caribe circulan los productos brutos y refinados que van al gran número de países usuarios de la Región del Gran Caribe.

Todos los días transitan por las aguas del Gran Caribe unos 5 millones de barriles de petróleo. Para transportar este petróleo, se requiere en la Región una circulación bastante intensa de barcos petroleros. El movimiento de estos barcos por unos canales estrechos y cerca de ciertos puertos aumenta la posibilidad de accidentes de navegación en la zona. En las figuras 13 y 14 pueden verse las zonas más peligrosas, y en el cuadro 7 los puntos probables de impacto de los vertimientos derivados de accidentes en esas zonas.

Además de los grandes vertimientos de petróleo producidos por accidentes de los barcos petroleros, hay grandes descargas de petróleo en puertos locales del Caribe a consecuencia del lastrado, la limpieza de los barcos, el lavado de las cisternas y las operaciones de carga y descarga. Los vertimientos debidos al lavado de las cisternas en el Atlántico, al igual que en el Caribe supone la mayor dosis constante de contaminación provocada por el petróleo a partir de esos barcos para el medio marino, y se considera que a ella se deben las bolas y las manchas de alquitrán que aparecen a menudo en las playas del Caribe y del Golfo de México.

Se ha estimado que el vertimiento de petróleo producido por el lavado de las cisternas en las aguas del Gran Caribe puede ser hasta de 7 millones de barriles al año (OCMI, 1979).

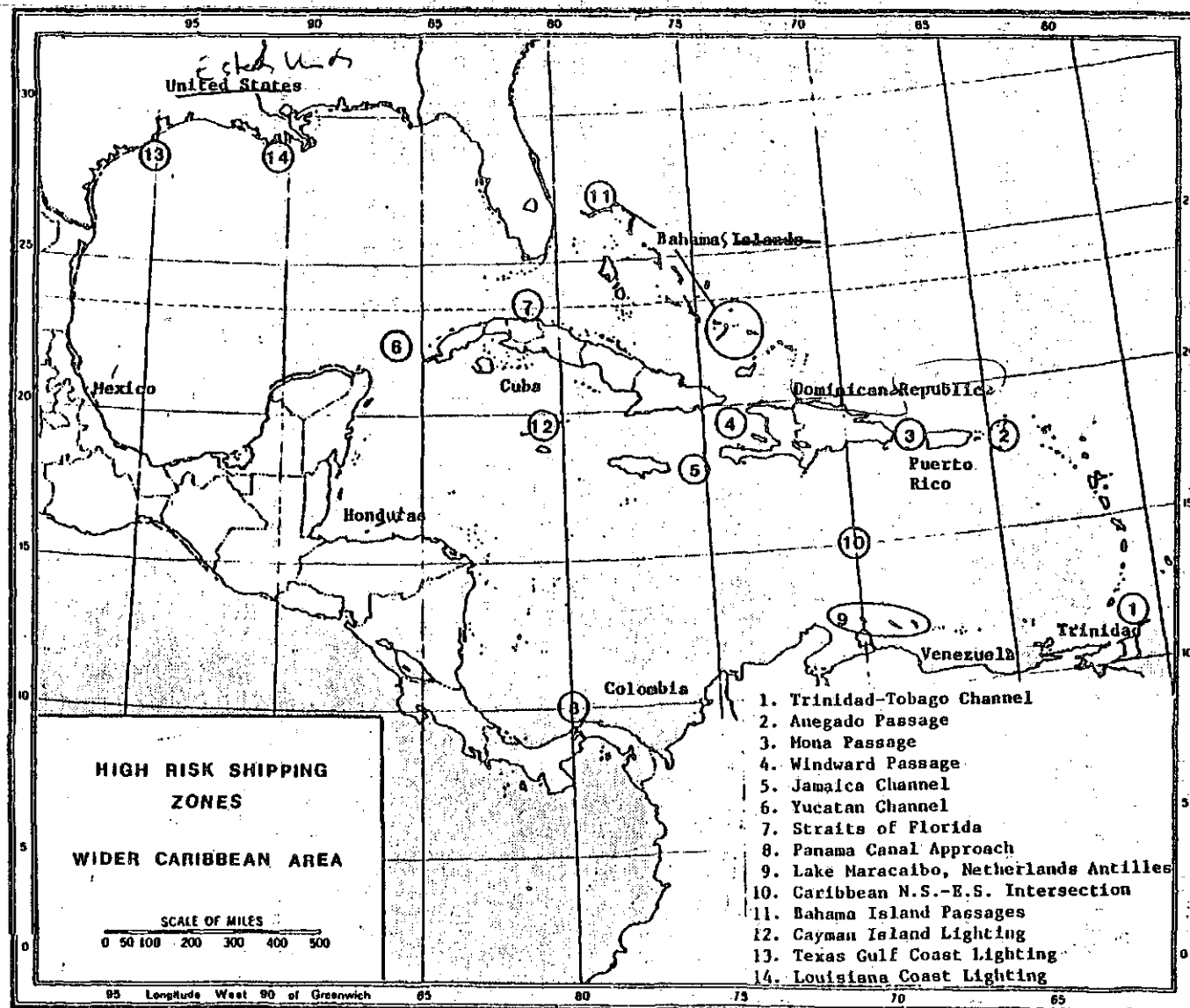


Figura 13

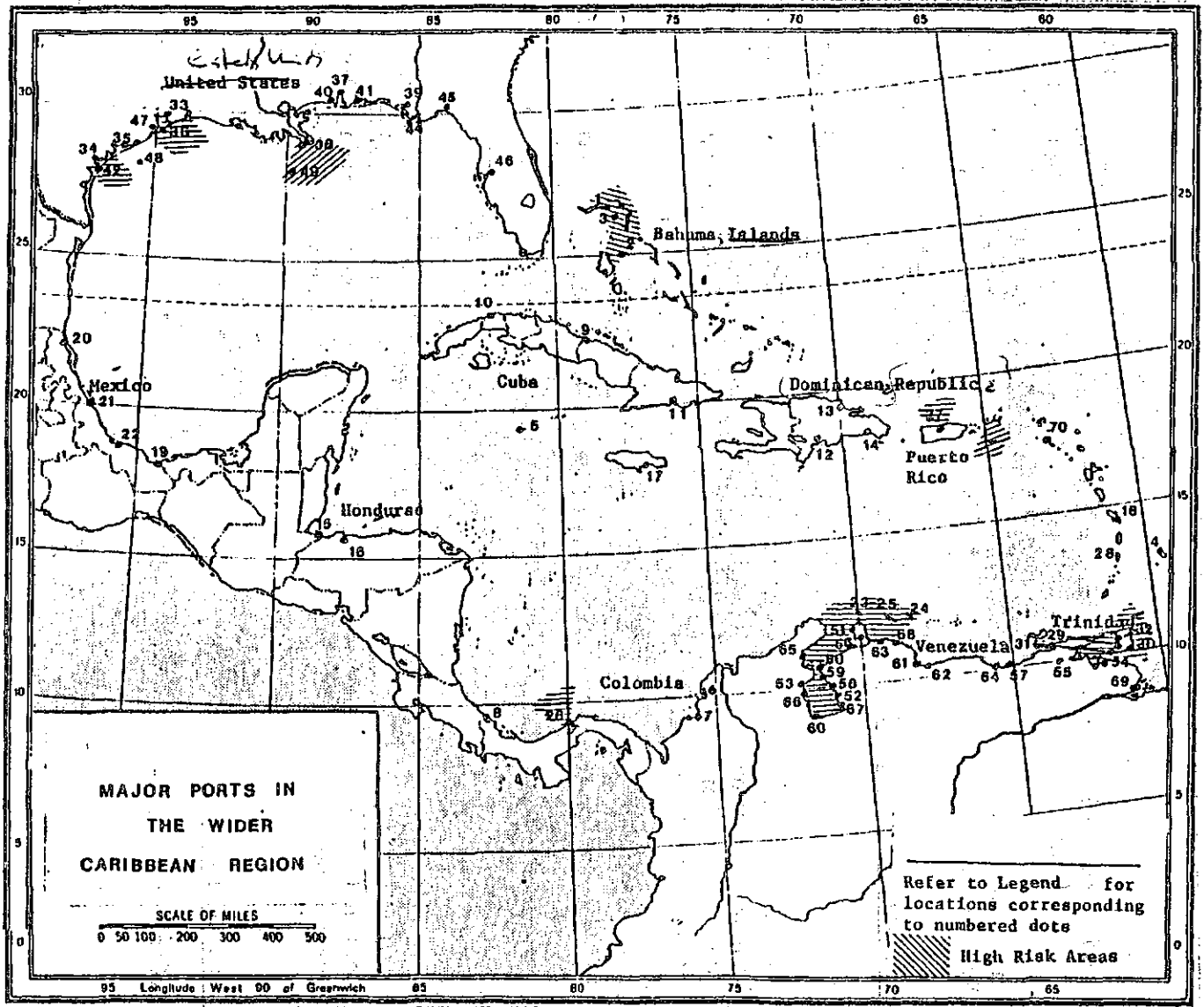


Figura 14

Cuadro 7. Zonas muy peligrosas en relación con los vertimientos  
de petróleo y puntos probables de impacto

Zona muy peligrosa	Zona probable de impacto
<u>Accidentes de las plataformas petroleras</u>	
Texas	Litoral de Texas
Luisiana	Luisiana y litoral de Texas
México (norte)	Norte de México y Texas
México (Campeche)	Costa meridional del Golfo, norte de México o Texas
Trinidad y Tabago	Trinidad y Tabago, Granada, Venezuela
Venezuela	Venezuela, Colombia
<u>Accidentes de navegación</u>	
Paso de Anegada	Islas Vírgenes, Puerto Rico, Santo Domingo
Canales de las Bahamas	Bahamas, Florida, Cuba, Haití
Transbordo frente a las Caimanes	Islas Caimanes
Estrecho de Florida	Florida, norte de Cuba, Bahamas
Canal de Jamaica	Haití, Cuba, Jamaica
Lago de Maracaibo	Venezuela
Canal de la Mona	Santo Domingo
Antillas Neerlandesas	Aruba, Curaçao, Bonaire, Venezuela
Accesos del Canal de Panamá	Costa Rica, Nicaragua
Santa Lucía (norte y sur)	Santa Lucía, San Vicente, Martinica, Indias Occidentales
Texas	Texas
Transbordo frente a Luisiana	Texas, Luisiana
Canales de Tabago y Trinidad	Trinidad, Tabago, Granada, Venezuela
Canal del Viento	Cuba, Jamaica, Caimanes
Yucatán (este)	Península del Yucatán, Florida, Cuba
Yucatán (oeste)	Península del Yucatán, Golfo de México, Texas, Luisiana

Acceso de los puertos

(véase la leyenda de la figura 14)

Cuadro 7 (continuación)

Zona muy peligrosa	Zona probable de impacto
<u>Bahamas</u>	
Freeport (1)	Bahamas, Florida
Nassau (2)	Bahamas, Florida
South Riding Point (3)	Bahamas, Florida
<u>Barbados</u> (4)	Barbados, Martinica, San Vicente
<u>Cuba</u>	
Caibarien (9)	Cuba, México, Península del Yucatán
La Habana	Cuba, Florida, República Dominicana, Haití
Santiago de Cuba (11)	Cuba, República Dominicana, Haití
<u>República Dominicana</u>	
Bani (12)	Cuba, República Dominicana, Puerto Rico, Haití
Santo Domingo (14)	
<u>Jamaica</u>	
Kingston (17)	Haití, Islas Caimanes, Cuba
<u>México</u>	
Coatzacoalcos (19), Tampico (20), Tuxpan (21), Veracruz (22)	Sur y oeste del Golfo de México
<u>Antillas Neerlandesas</u>	
Aruba (23)	Aruba, Venezuela
Bonaire (24)	Aruba, Bonaire, Curaçao, Venezuela
Curaçao (25)	Aruba, Curaçao, Venezuela
<u>Panamá</u>	
Colón (26)	Colombia, Costa Rica, Nicaragua

Cuadro 7 (continuación)

Zona muy peligrosa	Zona probable de impacto
<u>Puerto Rico</u> (27)	
Guayanilla, Los Mares, Puerto Yacuba San Juan	República Dominicana, Puerto Rico, Islas Vírgenes,
<u>Santa Lucía</u> (28)	Martinica, Santa Lucía, San Vicente
<u>Trinidad</u>	
Brighton (29), Galeota Point (30), Point Fortin (31), Point-à-Pierre (32)	Trinidad, Tabago, Venezuela
<u>EE.UU.</u>	
Corpus Christi, Texas (34), Port Aransas (42)	Texas
Nueva Orleáns, Luisiana (38)	Luisiana
<u>Venezuela</u>	
Atagracia (50), Amuay (51), Bachaquero (52, Bajo Grande (53) Capure (54), Carpito (55)	Venezuela, Colombia Trinidad, Venezuela
<u>Islas Vírgenes</u>	
Santa Cruz (7)	Antigua, República Dominicana, Puerto Rico
<u>Lavado de cisternas, vertimiento de lastre de petróleo</u>	
Lavado de cisternas de barcos petro- leros procedentes de los EE.UU., transbordo en el mar y puertos	Texas, Luisiana
Lavado de cisternas de petroleros procedentes del Caribe, transbordo en el mar y puertos	Venezuela, Texas, Luisiana, México

Cuadro 7 (continuación)

Zona muy peligrosa	Zona probable de impacto
Lavado de cisternas de petroleros procedentes de la costa oriental de los EE.UU. y de Europa	Indias Occidentales, Venezuela, Trinidad, Tabago, Antillas Neerlandesas

Fuente: OCMI, 1979.

### 3. EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES SOBRE EL MEDIO MARINO DE LA REGION

En la Región habrá muchas actividades de desarrollo en el futuro. Más de la mitad de los países son insulares y, por consiguiente, están directamente interesados por el medio y los recursos marinos. Esto mismo se aplica a los grandes países no insulares de la Región, pero en menor grado.

Los países que tienen recursos petroleros abundantes piensan desarrollar industrias pesadas de gran densidad energética tales como las de elaboración petroquímica, fundición de hierro, acero y aluminio, sosa cáustica y producción de cloro. Ciertos países que carecen de recursos naturales están intentando atraer refinerías no basadas en los recursos e industrias farmacéuticas, así como la industria ligera y el turismo. Por diversas razones, por ejemplo, la facilidad de transbordo, la fácil eliminación de los desechos, la disponibilidad de agua de refrigeración, etc., gran parte de esta evolución se producirá en la zona costera. Casi todo el desarrollo turístico del Gran Caribe se ha orientado y se orientará hacia la costa. Un factor relacionado con el desarrollo de la costa será la urbanización del litoral.

Tales tendencias del desarrollo traen consigo el peligro de una mayor contaminación de las aguas del Gran Caribe y, a consecuencia de ello, constituyen una amenaza para los delicados ecosistemas marinos costeros, de los que depende la mayor parte de la productividad biológica marina de la Región. Se ha aludido ya a la importancia de los diversos ecosistemas costeros como elementos que proporcionan nutrientes a la limitada pesca de la Región. Actualmente, hay una gran escasez de datos sobre el impacto ambiental de las actividades de desarrollo, existentes y previstas, en el medio ambiente marino de la Región. La falta de información sobre ese posible impacto contribuye a agravar el problema de la contaminación del mar, ya que, al no disponerse de datos que permitan determinar las posibles consecuencias para el medio ambiente, no existe el incentivo de controlar o de modificar una actividad de desarrollo. A consecuencia de esto, en una isla que tiene amplios manglares, por ejemplo, puede haber una pesquería de camarones. Sin saber que la pesca de camarones depende de la existencia de un manglar sano, se puede tomar la decisión de destruirlo para construir puertos, centros turísticos, etc., o incluso para cosechar el mangle y explotar como combustible su materia prima, muy parecida a la turba, como se ha propuesto ya en algunos países. El resultado puede ser la ruina de la pesca del camarón. A continuación se hacen algunas afirmaciones generales sobre tales efectos.

#### 3.1 Efectos sobre la salud humana

Los principales efectos de la contaminación del mar sobre la salud humana se deben al contacto directo con unas aguas contaminadas o, indirectamente, al consumo de unos organismos que hayan quedado contaminados por un contacto semejante.



Desde hace tiempo, se sabe que los brotes de infecciones bacterianas y virales están relacionados con el consumo de moluscos, crudos o parcialmente cocidos, procedentes de aguas costeras contaminadas (Lumsden *et al.*, 1925). Los estudios realizados en las orillas del Mediterráneo y de los Estados Unidos de América indican que el hecho de bañarse en aguas contaminadas por los efluentes domésticos produce trastornos enteríticos, vómitos y diarreas, y que incluso una modesta contaminación provocada por esas aguas negras puede entrañar un peligro preciso y determinable para la salud de los bañistas (Mason y McLean, 1962).

Además de las enfermedades patogénicas, puede haber efectos nocivos para la salud derivados del contacto, o del consumo de organismos que estén en contacto, con aguas contaminadas por sustancias químicas. Varios accidentes bien conocidos fuera del Gran Caribe se han debido a organismos marinos contaminados por plaguicidas, bifenilos policlorados, mercurio o cadmio.

La información sobre la importancia de la contaminación de las aguas costeras provocada por las aguas negras en el Caribe es muy limitada. Se han publicado algunos informes sobre el nivel de contaminación de este tipo, peligrosa en potencia para la salud humana en varias ensenadas de la Región. Por ejemplo, en el puerto de Kingston se ha encontrado una gran proporción de bacterias en toda la parte septentrional del puerto, y se ha relacionado la muerte de peces con una gran concentración de bacterias (Wade, 1972-75). Se carece totalmente de datos epidemiológicos que sugieran una relación entre la calidad de las aguas y la salud de los bañistas en el Caribe, aunque están en curso de realización ciertos estudios muy interesantes en Cuba, Colombia, Venezuela y otros países.

Ha habido informes generales sobre el envenenamiento de peces y moluscos en la Región, en algunos casos relacionados con aplicaciones de plaguicidas (Ali, 1978). En ciertas localidades ha cundido la preocupación por el fuerte contenido de metales pesados, y se estima que esto ocurre en ciertas zonas. Sin embargo, se dispone de poca información sobre los niveles crónicos de tales sustancias, con la excepción de algunos estudios que contienen análisis de peces y otros organismos marinos en el Golfo de México (Giam *et al.*, 1971, 1973; Giam, 1974; Baird *et al.*, 1975).

En la reciente Reunión de Trabajo Regional sobre la Contaminación del Mar, se destacó que en la Región del Gran Caribe sigue siendo muy necesario disponer de criterios sanitarios aplicables a las aguas costeras, así como de programas de vigilancia encaminados a determinar la calidad del agua y los peligros para la salud (Unesco, 1977).

Es posible que en el medio marino, en particular cerca de las concentraciones industriales de la costa, haya otros contaminantes deletéreos, tales como los metales pesados, los PCB y los hidrocarburos clorados. En general, aunque hay un informe sobre la existencia de una fuerte densidad de mercurio en la bahía de Cartagena (Colombia) (FAO, 1979), no se dispone en general de información sobre el nivel de esos contaminantes, sobre su posible bioacumulación en organismos consumidos por el hombre y sobre casos reales de peligro para la salud humana.

### 3.2 Efectos sobre los ecosistemas marinos y costeros

Si bien no son muy abundantes, se está empezando gradualmente a disponer de informes sobre el impacto de los contaminantes en los ecosistemas marinos y costeros de la Región.

Unos efluentes con una gran carga orgánica, debida a unas aguas negras depuradas someramente, y las descargas de desechos industriales, son los responsables del aumento de las condiciones abióticas y del deterioro general del puerto de Kingston (Wade *et al.*, 1977). Una descarga de aguas negras depuradas en forma secundaria e inadecuada, sumadas a unas operaciones de dragado, trajeron consigo un grave empeoramiento ambiental de un sistema de lagunas costeras cerca de San Juan de Puerto Rico (Cintrón y Rodríguez, 1972).

La contaminación provocada por un importante vertimiento de petróleo en 1973 produjo una gran mortalidad de organismos marinos y una perturbación general del medio marino en las comunidades asociadas con manglares y *Thalassia* de Cabo Rojo (Puerto Rico) (Bergquist y Madeav, 1977). Análogamente, un vertimiento de petróleo, en 1975, en la Bahía de Florida acarreó graves daños a las comunidades marinas. En el Golfo de Paria está aumentando la frecuencia de tales vertimientos. En 1976, se produjo un vertimiento de varios miles de litros de petróleo bruto y gasóleo (Gajraj, 1978), si bien no se determinaron los daños sufridos por las comunidades marinas a causa del petróleo o de los productos químicos utilizados para dispersarlo en las operaciones de limpieza. Todavía no se conocen los daños acarreados por la explosión del pozo petrolífero de Ixtoc, en la Bahía del Campeche, y por la colisión entre dos barcos petroleros frente a la costa de Tabago, que se produjeron una y otra a mediados de 1979.

En un plazo de cinco semanas, de principios de noviembre a mediados de diciembre de 1976, murieron miles de peces en el Golfo de Paria (Gajraj, 1977) a causa, según parece, del hundimiento en esa zona, en 1974, de un barco que transportaba ciertos productos químicos no identificados. Se han señalado otros exterminios masivos de peces en toda la Región, en bahías y lagunas costeras adyacentes a grandes centros urbanos o industriales, lo que entraña un impacto muy claro en el sentido de un aumento de la DBO o de desechos químicos que, en ciertos casos, parece haber resultado más grave a causa de cambios climáticos (Cintrón y Rodríguez, 1972).

La información relativa a los efectos de los contaminantes sobre los organismos y ecosistemas marinos en la Región del Gran Caribe es demasiado limitada para poder determinar a ciencia cierta la gravedad del problema de la contaminación. Sin embargo, los pocos informes antes citados indican que existen condiciones de tensión alrededor de muchos puntos urbanos industriales de la región, y que la contaminación está afectando a los ecosistemas marinos. Habrá que precisar la importancia de esa tensión y cuantificar los efectos sobre los recursos marinos y la higiene pública para poder propugnar convincentemente la realización de las actividades de desarrollo de un modo ecológicamente sano.

### 3.3 Efectos sobre las actividades socioeconómicas

Las dos actividades socioeconómicas más importantes de la Región del Gran Caribe que dependen de un medio ambiente sano son la pesca y el turismo.

Hay una dependencia bastante grande con respecto a las fuentes de proteínas derivadas del pescado, que probablemente se mantendrá e incluso aumentará. Esto es principalmente cierto en el caso de las islas pequeñas, que carecen de medios de producción ganadera. Aunque, principalmente por razones históricas, se importa gran parte del pescado, las pesquerías del Caribe se están desarrollando y ampliando.

Como ya ha quedado dicho, en el Caribe la pesca está estrechamente vinculada a la productividad de los ecosistemas costeros, debido a unas surgencias limitadas y a las aguas poco profundas de la Región. No existen estadísticas sobre la disminución de la captura de pescado en función de la reducción de los manglares, pero se supone que la merma de los manglares en Puerto Rico puede ser la causante de la mengua de la pesca de bajura. Por otra parte, hay datos fehacientes en el sentido de que las marismas de manglar, los arrecifes coralíferos, las masas de Thalassia y las lagunas costeras contribuyen al ciclo vital de la gran mayoría de las especies comerciales de peces y mariscos capturados en la Región. Por consiguiente, la degradación de esos ecosistemas a causa de la contaminación, o de una perturbación física de las zonas costeras, tiene efectos mucho más graves que si la pesca estuviera vinculada a la productividad en alta mar, ya que allí quedarían amortiguados los efectos de la contaminación costera o de otras actividades.

El turismo orientado hacia el mar es especialmente importante para el Caribe insular, gran parte del cual no tiene otra fuente de divisas. El deterioro de las playas debido a los desechos domésticos o industriales reduce su interés para los turistas. A este respecto, es especialmente importante la contaminación provocada por el petróleo, directamente en forma de alquitrán en las playas e indirectamente por sus efectos sobre los ecosistemas costeros que constituyen la principal atracción turística. La intensificación de la circulación de barcos petroleros en la Región, sobre todo de petroleros gigantes, así como las amplias actividades de producción, aumentan la probabilidad de que haya vertimientos. Los daños acarreados por un vertimiento masivo de petróleo en las zonas turísticas pueden provocar un caos económico, especialmente en el caso de las islas pequeñas que viven del turismo. Es evidente que tales tipos de contaminación constituyen una gran amenaza para la frágil economía de los pequeños Estados insulares de la Región.

#### 4. INSTRUMENTOS ADMINISTRATIVOS Y JURIDICOS PARA COMBATIR LA CONTAMINACION DEL MAR

##### 4.1 Políticas y prácticas administrativas en materia de lucha contra la contaminación del mar

Muchos países del Caribe no han desarrollado plenamente la ética de gestión y custodia o la política que se requieren para proteger adecuadamente o para utilizar prudentemente los recursos del mar. Las causas más importantes de semejante situación son las siguientes: a) los problemas económicos nacionales eclipsan a menudo las consideraciones ambientales, por lo que se piensa que los costos o, alternativamente, la pérdida de unos posibles ingresos, contrarrestan los beneficios; b) no se ha comprendido todavía que la contaminación del mar es un grave problema en la zona del Caribe y esto se debe a su vez en parte a la inexistencia de estudios sistemáticos sobre la calidad del medio ambiente; c) no constan los peligros potenciales para los ecosistemas marinos, derivados de las actividades de desarrollo.

Por consiguiente, uno de los problemas que se plantean en la Región del Gran Caribe es la inexistencia general de una política relativa a la contaminación del mar, especialmente de carácter regional. La gestión ambiental rara vez queda ensamblada en el nivel político máximo de muchos países de la Región y, tampoco se tienen siempre en cuenta en la planificación del desarrollo las consideraciones ambientales. Desde hace unos años, esta situación está cambiando gradualmente. Entre otros ejemplos de programas, políticas o leyes nacionales relacionados con la contaminación del mar de los últimos años cabe citar los siguientes: la Ley sobre las Aguas Territoriales de Barbados, de 1977, que contiene cláusulas sobre la prevención y la lucha contra la contaminación del mar; la Ley sobre las Aguas Territoriales de Granada, de 1978, con cláusulas similares; la aprobación de un plan nacional de limpieza de los vertimientos de petróleo, en 1977, por Trinidad y Tabago; varias leyes promulgadas por Jamaica sobre las aguas territoriales, las playas, los puertos y otros aspectos, así como el proyecto de "Ley sobre la pureza del mar"; un gran programa común del Gobierno de Cuba y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)/PNUMA, para limpiar el puerto de La Habana, que se inició en 1979; la ley promulgada por los Estados Unidos de América en 1972, sobre las reservas, la investigación y la protección marinas; y un estudio integrado de los efluentes del Lago de Maracaibo (Venezuela). Otros varios gobiernos del Caribe están formulando políticas y programas relativos a la contaminación del mar, en particular Haití y la República Dominicana.

##### 4.2 Infraestructura (marco institucional) utilizada para evaluar la contaminación del mar

La estructura institucional básica para combatir la contaminación del mar consiste en los laboratorios marinos. Diseminados por todo el Caribe, hay muchos pequeños laboratorios marinos que están realizando estudios sobre el medio marino.

En general, están adscritos a universidades locales, son destacamentos de universidades ajenas a la Región (en particular del Canadá y de los Estados Unidos de América) o, en ciertos casos, iniciativas en común de universidades extranjeras y del propio país. De estas instituciones está saliendo un plantel de científicos nacionales competentes. Sin embargo, en la mayoría de los casos sus investigaciones científicas han consistido en investigaciones marinas básicas, y no en una evaluación de los efectos de la contaminación. Por otra parte, la inmensa mayoría de los fondos de investigación revisten la forma de subvenciones, que, en general, corresponden a proyectos específicos. Normalmente, estos proyectos versan sobre temas de interés para un individuo o institución concretos, y no proporcionan la información y los datos necesarios para una mejor gestión del medio marino del Caribe. Esto es especialmente cierto en el caso de los laboratorios asociados a universidades extranjeras, en los cuales, las más de las veces, las investigaciones no guardan relación alguna con problemas de interés local.

Existe una auténtica necesidad de coordinar las actividades de esos laboratorios y de fomentar la incorporación de elementos de evaluación de la contaminación del mar a sus planes de trabajo. Por otra parte, habría que incitarles a adoptar un enfoque regional y a crear un sistema de datos que incorporara unos identificadores para la localización de datos claramente definidos y fácilmente reconocibles, al servicio de todos los que lleven a cabo investigaciones en la Región. Como primera medida para determinar las necesidades y fomentar el intercambio de datos, el PNUMA ha preparado en cooperación con la COI un repertorio de las instituciones regionales que se dedican a las ciencias del mar en el Caribe y regiones adyacentes. Este repertorio lleva la siguiente signatura: E/CEPAL/PROY.3/L.INF.8.

Varias organizaciones internacionales que actúan en la Región del Gran Caribe están intentando promover la cooperación regional en materia de ciencias del mar y de lucha contra la contaminación del mar. En 1976, en colaboración con la COI y la FAO, se organizó una reunión de trabajo patrocinada por el PNUMA (Unesco, 1977). En esa reunión se definieron varios proyectos de cooperación, cuya realización se recomendó. La IOCARIBE, asociación regional patrocinada por la COI, congrega a representantes de unos veinte Estados del Caribe para organizar un programa regional de actividades marinas.

Otras organizaciones internacionales, tanto gubernamentales como no gubernamentales, que realizan actividades relacionadas con el Mar Caribe, son las siguientes:

- PNUD: financiación de proyectos de lucha contra la contaminación y de gestión de los recursos marinos;
- PNUMA: patrocinio de proyectos sobre la lucha contra la contaminación del mar y la gestión del medio ambiente;
- OCMI: asesoramiento a los países sobre asuntos marítimos y sobre la reducción y lucha contra la contaminación producida por los barcos;

- FAO: fomento de proyectos relacionados con el desarrollo de la pesca;
- UIC: identificación de los hábitats marinos críticos, y formulación de estrategias para su protección;
- Organización de los Estados Americanos: preparación de un plan de urgencia destinado a combatir la contaminación de la costa y los vertimientos de petróleo, para Barbados, la República Dominicana, Granada, Haití, Jamaica y Trinidad y Tabago.

#### 4.3 Instrumentos jurídicos internacionales en materia de lucha contra la contaminación del mar

Hay varios tratados regionales y mundiales de interés para la lucha contra la contaminación del mar en la Región del Gran Caribe. Estos tratados se examinan en un trabajo especial (PNUMA, 1979).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La posición adoptada por la delegación de Barbados en la reunión de la Commonwealth del Caribe de enero de 1978, sobre el derecho del mar, resume en forma excelente el creciente interés de la Región por la protección de sus recursos marinos:

"Los problemas de la contaminación del Mar Caribe no han alcanzado quizá la magnitud de los que corresponden al Báltico o al Mediterráneo ... pero la semejanza de configuración del Caribe, rodeado por tierras, con la posible retención de contaminantes propios de una región en desarrollo, justifica la adopción de medidas preventivas lo antes posible. Para que los países de esta Región puedan aprovechar la explotación y la utilización en común de los recursos del Mar Caribe, es indispensable tomar medidas inmediatas, encaminadas a controlar la tendencia a la destrucción de la vida marina, que tan indispensable es para el mantenimiento del equilibrio ecológico marino y para el mantenimiento de nuestros pueblos."

Esta declaración queda totalmente confirmada por las principales conclusiones del presente estudio, que cabría resumir como sigue:

- 5.1 Escasean los datos sobre las grandes fuentes de contaminación del mar en la Región del Gran Caribe, sobre la cantidad de contaminantes que entran en el medio marino, sobre el nivel actual de los contaminantes en los diversos elementos de ese medio ambiente y sobre el impacto de los contaminantes en los ecosistemas marinos, la salud humana y las instalaciones y servicios del litoral.
- 5.2 Aunque cabe considerar que el Caribe sigue siendo una región no contaminada, hay zonas muy contaminadas en las ensenadas y aguas costeras contiguas a los sectores urbanizados e industrializados.
- 5.3 No existen, en general, medios adecuados de depuración y eliminación en el mar de los desechos industriales y domésticos, que acarrearán daños a la salud humana y a unos ecosistemas marinos muy productivos, tales como los manglares y los arrecifes coralíferos.
- 5.4 La contaminación provocada por el petróleo, a causa de operaciones y accidentes, es una amenaza creciente para los recursos económicos y ecológicos de la Región.
- 5.5 Las aguas negras sin depurar, o parcialmente depuradas, que van a parar a zonas marinas adyacentes a las playas frecuentadas por los turistas y los habitantes locales plantean un posible problema de higiene pública, y pueden acarrear grandes pérdidas económicas.

- 5.6 En la mayoría de los casos, no se dispone de unas normas aplicables a los animales marinos comestibles o a la calidad del agua, en relación con los materiales tóxicos, que sean idóneas con respecto a unas aguas calientes tropicales.
- 5.7 Las políticas nacionales en esta Región, en materia de lucha contra la contaminación del mar y de protección de los recursos marinos, son muy recientes o bien inexistentes.
- 5.8 Aunque haya varios laboratorios marinos diseminados por toda la Región, en la inmensa mayoría de los casos se dedican a investigaciones básicas en materia de ciencias del mar, que no guardan relación con las acuciantes necesidades de la Región en lo que se refiere a un mejor conocimiento de las amenazas que trae consigo la contaminación del mar.
- 5.9 No existe una coordinación regional efectiva para el acopio e intercambio de datos, ni unos programas integrados de investigación y vigilancia de la contaminación del mar.
- 5.10 Hay pocos vínculos efectivos entre las investigaciones básicas y las actividades de vigilancia de los laboratorios marinos nacionales y las instituciones nacionales encargadas de la promoción y aplicación de las medidas de lucha contra la contaminación del medio ambiente.
- 5.11 Varios países de la Región se han mostrado deseosos de establecer dispositivos regionales y subregionales relacionados con la lucha contra la contaminación del mar y con unas medidas de urgencia para impedir y reducir los vertimientos de petróleo accidentales.

A partir de estas conclusiones, se presentan las siguientes recomendaciones:

- 5.12 Se deberían establecer programas regionales de vigilancia de la contaminación, para poder evaluar las fuentes, niveles y efectos de los principales contaminantes, tales como los metales pesados, los productos químicos orgánicos tóxicos, los hidrocarburos del petróleo y el contenido de nutrientes inorgánicos y orgánicos de las aguas residuales agrícolas domésticas. Se citan ejemplos de estos programas en el informe de la Reunión de Trabajo sobre la Contaminación en el Caribe y regiones adyacentes (COI/FAO/PNUMA).
- 5.13 Para llevar a cabo estos programas, se deberían crear redes de instituciones nacionales cooperadoras. Con este fin, se requeriría, en cierta medida, una mejora del material y equipo y de los servicios de personal en las instituciones ya existentes. Por otra parte, se deberían adoptar unas metodologías que permitieran obtener datos comparables y organizar servicios de intercalibración con respecto a los métodos analíticos más complejos.



- 5.14 Se debería organizar un programa de presentación de datos, encargado además de evaluar los resultados obtenidos y de divulgarlos entre todos los usuarios.
- 5.15 Se debería promover la organización de proyectos experimentales de reducción, vigilancia y lucha contra la contaminación, como el que está preparando para la bahía de La Habana el PNUD/PNUMA. Se deberían dar a conocer los resultados de esta labor a otros países de la Región que se enfrentan con problemas de contaminación similares, mediante la celebración de seminarios de formación y reuniones de trabajo regionales.
- 5.16 Se debería levantar un inventario de las principales fuentes de contaminación de origen terrestre en la Región, que utilizaran las autoridades nacionales para evaluar la capacidad de recepción de desechos de las aguas costeras, al conceder autorizaciones para la descarga de residuos de las instalaciones propuestas y al revisar las autorizaciones relativas a las ya existentes.
- 5.17 Se debería establecer un programa encaminado a determinar unos criterios idóneos de calidad ambiental, aplicables a las aguas tropicales, utilizándolos como base científica para una legislación nacional de lucha contra la contaminación.
- 5.18 Se debería iniciar una evaluación de la calidad de las playas en el Caribe, mediante reconocimientos sanitarios minuciosos y el acopio de datos sobre la calidad microbiológica de sus aguas, en particular cuando se estime que hay un verdadero peligro en esas playas para la higiene pública.
- 5.19 Se deberían establecer programas de gestión con objeto de combatir la contaminación provocada por los vertimientos de petróleo derivados de las operaciones de barcos normales o petroleros, mediante una labor de asistencia e información de las autoridades portuarias nacionales competentes, la formulación de planes de urgencia y el establecimiento de unos dispositivos regionales y subregionales que puedan emplearse en caso de urgencia.
- 5.20 Se debería tomar en consideración la posibilidad de crear un centro regional de lucha contra la contaminación provocada por el petróleo, con objeto de proporcionar una respuesta eficaz a la creciente amenaza de esa contaminación, en particular en el caso de un grave vertimiento accidental de petróleo.
- 5.21 Se debería promover el tratamiento de los efluentes industriales y domésticos mediante una política nacional de lucha contra la contaminación, cuando ese tratamiento resulte esencial para salvaguardar los intereses ecológicos y económicos a largo plazo de un país dado, de la Región en su conjunto o de ciertas partes de ella.

5.22 Se debería levantar un inventario de las políticas y las legislaciones nacionales de protección de los recursos marinos, con objeto de ayudar a la Región a armonizar el modo de concebir la lucha contra la contaminación del mar en los planos regionales y subregional.

BIBLIOGRAFIA

- ALI, A. (1978) Use of Pesticides in Agriculture and/their/Effects on Various Water Supplies, proceedings of a Conference Workshop on Environmental Health Strategy, Grenada, Pan American Health Organization, Washington, D.C.
- ATWOOD, D.K. (1977) Regional Oceanography as it Relates to Present and Future Pollution Problems and Living Resources - Caribbean. En Collected Contributions of Invited Lecturers and Authors to the IOC/FAO/UNEP International Workshop on Marine Pollution in the Caribbean and Adjacent Regions, IOC Workshop Report No. 11, Supplement, París, Unesco.
- BAIRD, R.C., THOMPSON, N.P., HOPKINS, T.L. y WEISS, W.R. (1975) Chlorinated Hydrocarbons in Meso-Pelagic Fishes of the Eastern Gulf of Mexico. Bull. Mar. Sci., 25, 475-481.
- BERGQUIST, E.T. y NADEAV, R.J. (1977) Effects of the March 18, 1975 Oil Spill near Cabo Rojo, Puerto Rico, on Tropical Marine Communities. En Proceedings of the 1977 Oil Spill Conference, New Orleans, Louisiana, March 8 - 10, 1977, American Petroleum Institute, Washington, D.C.
- BIDLEMAN, R.F. y OLNEY, C. (1973) Chlorinated Hydrocarbons in the Sargasso Sea, Atmosphere and Surface Water. Science (Wash.), 183, 56-518.
- BRUMMAGE, K.G. (1973) What is Marine Pollution? Symposium on Marine Pollution, Royal Institute of Naval Architects, Londres.
- BUTRICO, F. (1979) Informe inédito de la OPS comunicado al PNUMA-CAP/MR el 8 de febrero de 1979.
- CINTRON, C. y RODRIGUEZ, A. (1972) A Mangrove Lagoon System; Results of Modification by Man. Paper presented at the First Conference on Oceanography of the Caribbean, Puerto Rico.
- CRAMER y WARNER (1975) Shuaiba Area Authority, Pollution Control Project Final Report, Vol. I, Cramer and Warner Consulting Engineers and Scientists, Londres, W.1 (Reino Unido).
- DAVIES, J.E., POZNANSKI, S.A., SMITH, R.F., FREED, V.H. (1975) International Dynamics of Pesticide Poisoning. En Environmental Dynamics of Pesticides, R. Haque y V.H. Freed, compiladores, Nueva York, Plenum Press.
- DEAN, C., THOM, M. y EDMUNDS, H. (1973) Eastern Caribbean Coastal Investigations (1970-1973). Caribbean and Regional Beach Control Programme, University of West Indies, Kingston (Jamaica).

- FAO (1979) Study concerning mercury pollution in Cartagena Bay (TCP/COL/6701). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma (Italia).
- FAIRBRIDGE, R.W. (1966) The Encyclopedia of Oceanography, Nueva York, Reinhold Publishing Company.
- GAJRAJ, A.M. (1977) The Environmental Consequences of the Industrialization of the Commonwealth Caribbean. Caribbean Technology Policy Studies Project, Department of Chemical Engineering, University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad y Tabago.
- GAJRAJ, A.M. (1978) The Development Process in the Commonwealth Caribbean and its Environmental Impact. West Indian Journal of Engineering.
- GESAMP (1976) IMCO/FAO/UNESCO/WMO/WHO/IAEA/UN Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, Reports and Studies, No. 2, Nueva York, United Nations.
- GIAM, C.S., HANKS, A.R., RICHARDSON, R.L., SACKETT, W.M., WONG, M.K. (1971) DDT, DDE and Polychlorinated Biphenyls in Biota from the Gulf of Mexico and Caribbean Seas - 1971. Pestic. Monit., 6, 139-143.
- GIAM, C.S., WONG, M.K., HANKS, A.R., SACKETT, W.M. y RICHARDSON, R.L. (1973) Chlorinated Hydrocarbons in Plankton from the Gulf of Mexico and Northern Caribbean, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 9, 376-382.
- GIAM, C.S. (1974) DDT, DDE and PCBs in the Tissues of Groupers in the Gulf of Mexico and the Grand Bahamas. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 11(2), 189-192.
- GIAM, C.S., CHAN, H.S. y NEFF, G.S. (1978) Phthalate Ester Plasticizers, DDT, DDE and Polychlorinated Biphenyls in Biota from the Gulf of Mexico. Mar. Pollut. Bull., 9, 249-251.
- GOLLEY, F.B., ODUM, H.T. y WILSON, R.F. (1962) The Structure and Metabolism of a Puerto Rican Red Mangrove Forest in May. Ecology, 43, 9-19.
- HEALD, E.J. y ODUM, H.T. (1970) Contribution of Mangrove Swamps to Florida Fisheries. Proc. Gulf and Caribbean Fish. Inst., 22.
- HODGSON, R. (1973), The American Mediterranean: One Sea, One Region? En Gulf and Caribbean Marine Papers, 7, 12.
- IMCO (1979) The Status of Oil Pollution and Oil Pollution Control in the Wider Caribbean Region, E/CEPAL/PROY.3/L.INF.5.
- JOHANNES, R.E. (1970) How to Kill a Coral Reef. Mar Pollut. Bull., 1, 186-187.

- LEMING, T.D. (1971) Eddies West of the Southern Lesser Antilles. En: Symposium on Investigation and Resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions, París, UNESCO.
- LUMSDEN, L.L., HASSELTINE, H.E., LEAKE, J.B. y VELDEE, M.V. (1925) A Typhoid Fever Epidemic caused by Oyster Borne Infection (1924-1925). Public Health Reports, Supplement No. 50.
- MARTIN, J.M. y MATBECK, M. (1977) Review of River Discharges in the Caribbean and Adjacent Regions. En: Collected Contributions of Invited Lecturers and Authors to the IOC/FAO/UNEP International Workshop on Marine Pollution in the Caribbean and Adjacent Regions, IOC Workshop Report No. 11, Supplement, París, UNESCO.
- MASON, J.O. y McLEAN, W.R. (1962) Infectious Hepatitis Traced to the Consumption of Raw Oysters. Am. J. Hyg., 75, 90.
- MOOD, E.W. (1977) Health Aspects of Coastal Water Pollution. En: Collected Contributions of Invited Lecturers and Authors to the IOC/FAO/UNEP International Workshop on Marine Pollution in the Caribbean and Adjacent Regions, IOC, Workshop Report No. 11, Supplement, París, UNESCO.
- MOOD, E.W. (1978) Beach Pollution in the Caribbean: an Environmental Health Assessment and Suggested Environmental Health Strategy. Proceedings of a Conference/Workshop on Environmental Health Strategy, Grenada, Pan American Health Organization, Washington, D.C.
- NACIONES UNIDAS: véase UNITED NATIONS
- OCEAN INDUSTRY (1979) Survey of Offshore Drilling Platforms, Ocean Industry, 14, 35-43.
- OCMI: véase IMCO
- ODUM, E.P. (1971) Fundamentals of Ecology, Philadelphia (EE.UU.), W.B. Saunders, Co.
- OMS: véase WHO
- OPS: véase PAHO
- PAHO/WHO (1979) Overview on Environmental Health in the Wider Caribbean Region. Division of Environmental Health, Pan American Health Organization, Washington, D.C. E/CEPAL/PROY.3/L.INF.11.
- PNUMA: véase UNEP
- RAY, C. (1979) Department of Pathobiology, the Johns Hopkins University, Comunicación personal.

- UN/DIESA (1979) Marine and Coastal Area Development in the Wider Caribbean Region: An Overview. Nueva York, UN/DIESA, E/CEPAL/PROY.3/L.INF.13.
- UNEP (1979) Review of International Conventions Relevant to the Environmental Protection of the Wider Caribbean Region, E/CEPAL/PROY.3/L.INF.15.
- UNESCO (1977) Report of the IOC/FAO/UNEP International Workshop on Pollution in the Caribbean and Adjacent Regions, IOC Workshop Report No. 11, Port of Spain, Trinidad, París, UNESCO. E/CEPAL/PROY.3/L.INF.6.
- UNITED NATIONS (1979) Statistical Year Book 1977, Nueva York, Naciones Unidas.
- WADE, B.A. (1972-1975) The Pollution Ecology of Kingston Harbour Jamaica, Research Report from the Zoology Department (3 Vols.), University of West Indies, Mona (Jamaica)
- WADE, B.A., ANTONIO, L. y MAHON, R. (1972) Increasing Pollution in Kingston Harbour, Jamaica, Mar. Pollut. Bull., 3, 106-109.
- WHO/UNEP (1979) Draft Project (ETS/79.1) on the GEMS/WATER Operational Network, Ginebra, Organización Mundial de la Salud.
- WINDOM, H.L. y DUCE, R.A. (1976) Marine Pollution Transfer (capítulo 13), Lexington, Massachusetts, Lexington Books, D.C. Heath and Company.
- WORTHINGTON, V. (1955) A New Theory of Caribbean Bottom Water Formation. Deep Sea Res., 3, 82-87.
- WUST, G. (1964) Stratification and Circulation in the Antillean-Caribbean Basins, Nueva York, Colombia University Press.