



Programa Ambiental del Caribe

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Perspectiva Regional sobre las Fuentes de Contaminación de Origen Terrestre en la Región del Gran Caribe



Informe Técnico del PAC No. 33

1994



Nota:

Las denominaciones empleadas en este documento y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene, no implican, de parte del PNUMA juicio alguno sobre la condición jurídica de Estados, Territorios, ciudades o regiones, ni de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites territoriales.

Para efectos bibliográficos, el presente documento puede citarse de la siguiente manera:

PNUMA: Perspectva Regional sobre las Fuentes de Contaminación de Origen Terrestre en la Región del Gran Caribe. Informe Técnico del PAC No. 33. Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, Kingston, Jamaica, 1994.



Programa Ambiental del Caribe

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PNUMA

Perspectiva Regional sobre las Fuentes de Contaminación de Origen Terrestre en la Región del Gran Caribe



Informe Técnico del PAC No. 33

1994



TABLA DE CONTENIDOS

	Páginas
Lista de Tablas	iii
Lista de Figuras	v
I. Introducción	1
II. Cobertura Geográfica	2
III. Información Básica	3
1. Aguas Servidas	5
2. Hidrocarburos del Petróleo	9
3. Sedimentación y Entarquinamiento	11
4. Nutrientes	14
5. Plaguicidas	17
6. Desechos Sólidos Flotantes y Desechos Marinos	20
7. Sustancias Tóxicas	22
IV. Objetivos y Elementos del Programa CEPPOL	24
V. Alcance y Propósito de la Actividad 4.4.1 del Programa CEPPOL para el "Control de las Fuentes de Contaminación de Origen Doméstico, Industrial y Agrícola"	25
VI. Enfoque Básico e Implementación	26
VII. Resultados del Inventario de Fuentes de Contaminación	28
1. Aguas residuales domésticas	31
2. Aguas de desechos industriales	31
3. Descargas de los ríos	36

TABLA DE CONTENIDOS (cont.)

Páginas

VIII. Resultados de la Evaluación de Cargas Contaminantes	36
1. Materia orgánica (DBO ₅)	36
2. Sólidos en suspensión	39
3. Descargas de petróleo y grasas	39
4. Descargas de nutrientes	42
5. Sustancias tóxicas	42
IX. Prácticas de Manejo para la Eliminación de Desechos	42
1. Inversiones del gobierno	45
2. Ayuda financiera Internacional	46
3. Impuestos a los servicios y a la contaminación	47
4. Ejecución de leyes y reglamentos nacionales	48
X. Conclusiones	48
XI. Recomendaciones	49
XII. Referencias	51

LISTA DE TABLAS

	Páginas
TABLA 1. Población de los países de la CARICOM y de las Islas Vírgenes Británicas, número de instalaciones de tratamiento de aguas (ITA) disponible y en condiciones de servicio	6
TABLA 2. Crecimiento estimado de la población en las áreas costeras de 13 países de la RGC para el período 1980-2000	8
TABLA 3. Estimado de las cargas de sedimentos procedentes de ríos que alcanzan las áreas costeras de la RGC	12
TABLA 4. Cambios en el porcentaje del uso de tierras en cultivos, forraje y superficies forestales y arboladas en países de la RGC durante el período 1977-1989	13
TABLA 5. Promedio anual del uso de fertilizantes en 17 países de la RGC, cambios durante el período 1979-1989	16
TABLA 6. Promedio anual del uso de plaguicidas en 14 países de la RGC, cambios durante el período 1974-1984	18
TABLA 7. Número de refinерías de petróleo y capacidad de refinación en los países de la Región del Gran Caribe	23

LISTA DE TABLAS (cont.)

	Páginas
TABLA 8. Areas subregionales dentro de la Región del Gran Caribe y países que las componen	28
TABLA 9. Cargas de desechos procedentes de fuentes domésticas en la Región del Gran Caribe por subregiones (t/año)	30
TABLA 10. Actividades industriales y número de plantas en la Región del Gran Caribe	32
TABLA 11. Cargas de desechos de fuentes industriales en la Región del Gran Caribe	34
TABLA 12. Contribución relativa de DBO por tipo y por industria	35
TABLA 13. Descargas contaminantes de algunos ríos de la Región del Gran Caribe	37

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1. Mapa de la Región del Gran Caribe	4
FIGURA 2. Subregiones de la Región del Gran Caribe	29
FIGURA 3. Distribución de cargas por DBO_5 (t/año) por subregiones de la Región del Gran Caribe	38
FIGURA 4. Distribución de cargas SST (t/año) por subregiones de la Región del Gran Caribe	40
FIGURA 5. Distribución de cargas de petróleo y grasas (t/año) por subregiones de la Región del Gran Caribe	41
FIGURA 6. Distribución de nitrógeno total (t/año) por subregiones de la Región del Gran Caribe	43
FIGURA 7. Distribución de fósforo total (t/año) de fuentes puntuales por subregiones de la Región del Gran Caribe	44

PERSPECTIVA REGIONAL SOBRE LAS FUENTES DE CONTAMINACION DE ORIGEN TERRESTRE EN LA REGION DEL GRAN CARIBE

I. Introducción

Durante los últimos veinte años se ha hecho más patente la toma de conciencia pública frente al aumento constante en los niveles de contaminación de las áreas marinas y costeras de la Región del Gran Caribe (RGC). Como respuesta a la inquietud que provoca esta contaminación, las instituciones nacionales dedicadas a la investigación y las organizaciones internacionales han emprendido acciones técnicas, así como la preparación de instrumentos legales para la prevención y control de la contaminación marina y costera en la Región del Gran Caribe.

Ya en 1973 el Grupo de Coordinación Internacional para la Investigación Cooperativa del Caribe y Regiones Adyacentes (CICAR) auspiciado por la COI y la UNESCO, observó la creciente preocupación con respecto a los problemas de la contaminación marina en la RGC; por consiguiente, el Grupo CICAR recomendó que a tal efecto se celebrara un taller en 1976 en cooperación con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente (PNUMA) y la Comisión de la Pesca para el Atlántico Centrooccidental (COPACO) de la FAO (1). Basados en las recomendaciones del taller, en 1979 y bajo los auspicios de COI-IOCARIBE, se dió inicio a un proyecto para vigilar la contaminación causada por el petróleo en la RGC.

Con la adopción en 1981 del Plan de Acción para el Programa Ambiental del Caribe, los representantes de los gobiernos y de las organizaciones no gubernamentales en colaboración con el PNUMA y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPALC), desarrollaron un marco de trabajo por el cual podrían ponerse en práctica acciones concertadas para proteger de la contaminación a las áreas marinas y costeras de la RGC.

Uno de los mayores logros del Plan de Acción del Caribe (PAC) en el área de la contaminación marina fue la adopción del Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe. Este se firmó en 1983 en Cartagena de Indias, Colombia (2). El Convenio de Cartagena fue adoptado junto con el Protocolo "Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe" (Protocolo relativo a la Cooperación para Combatir Derrames de Hidrocarburos en la Región del Gran Caribe), y ambos entraron en vigor en 1986.

Varios Artículos del Convenio de Cartagena se refieren a la necesidad de que se tomen medidas adecuadas para prevenir, reducir y controlar la contaminación marina causada por las descargas de fuentes de contaminación de origen terrestre, naves, vertimiento, explotación del

Informe Técnico del PAC No. 33

lecho marino, etc. Además, el Artículo 13 exige la cooperación científica y técnica para proteger y desarrollar el medio marino y costero de la RGC.

La Cuarta Reunión Intergubernamental del Plan de Acción del Programa Ambiental del Caribe y la Primera Reunión de las Partes Contratantes del Convenio de Cartagena fue celebrada en Guadalupe, Francia en 1987 (3). Esta reunión examinó el estado de implementación del Convenio y adoptó la Evaluación y Control de la Contaminación Marina como uno de los cuatro elementos principales del Plan de Acción del PAC.

Como seguimiento a esta reunión, se llevó a cabo en 1989, en San José, Costa Rica, un Taller auspiciado por PNUMA-PAC-COI-UNESCO para revisar las prioridades sobre la vigilancia de la contaminación marina. El Taller propuso un Programa integral conjunto de la COI-UNESCO y el PNUMA-PAC para la Evaluación y Control de la Contaminación Marina (CEPPOL) en la RGC (4).

El Programa CEPPOL, que se inició en agosto de 1990, tiene siete componentes pertinentes a la evaluación y control de la calidad del medio marino y costero de la RGC. Entre los componentes mencionados, el control de fuentes terrestres de contaminación doméstica, industrial y agrícola (FTC) se convirtió en una de las actividades más importantes del programa.

El presente informe resume los resultados de la actividad del Programa CEPPOL arriba mencionada y provee información sobre los inventarios de FTC que se llevaron a cabo en 25 países de la RGC. Esta amplia información ha sido compilada de los inventarios nacionales de FTC, principalmente de las fuentes puntuales, junto con la evaluación de los tipos y cantidades de los principales contaminantes procedentes de las fuentes antes mencionadas que alcanzan el medio marino y costero así como de la información sobre medidas legislativas y administrativas pertinentes para su control. Los resultados detallados de los inventarios se presentan en tablas y mapas. Además, se provee una perspectiva regional que toma en cuenta las diferencias subregionales y las cargas totales de contaminación que afectan a toda la RGC. Este informe incluye un análisis de las prácticas de manejo empleadas para controlar la contaminación en la actualidad, así como las que se están poniendo en práctica junto con conclusiones y recomendaciones.

II. Cobertura Geográfica

Para los propósitos de este informe, la cobertura geográfica se basa en la definición utilizada en el Convenio para la Protección y el Desarrollo de la RGC que en su artículo 2 declara:

Por "Zona de aplicación del Convenio" se entiende el medio marino del Golfo de México, el Mar Caribe y las zonas adyacentes del Océano Atlántico al sur de los 30° de latitud norte y dentro de las 200 millas marinas de las costas atlánticas de los Estados a que se hace referencia en el artículo 25 del Convenio.

Además, el "Area del Convenio" incluye doce Estados continentales, trece Estados Insulares, el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, tres Departamentos de ultramar pertenecientes a Francia, un Territorio compartido por los Países Bajos y Francia (San Martín) (Fig. 1), y once Territorios dependientes.

Sobre la base de estadísticas recientes suministradas por el Instituto de los Recursos Mundiales (WRI) (5) y fuentes adicionales (6, 7), se estima que para el año 2000, el número de habitantes en las costas de la RGC será de 60 a 65 millones de personas.

III. Información Básica

Como sucede en otras regiones del mundo, en la RGC las principales fuentes de contaminación marina y costera que se originan en fuentes terrestres varían de país en país, en dependencia de la naturaleza e intensidad de las actividades de desarrollo específicas. En las áreas costeras estas actividades afectan la calidad del agua de los ríos que se descargan en las costas. Las actividades relativas a los asentamientos humanos, agrícolas e industriales han sido identificadas como las mayores contribuyentes a las cargas contaminantes que llegan a las aguas marinas y costeras de la RGC.

Para mitigar y controlar el impacto de la contaminación originada por fuentes terrestres sobre los recursos costeros, es fundamental identificar el tipo y los niveles de contaminantes. Este proceso comprende la determinación de las fuentes, la localización de las descargas, el volumen de los desechos, la concentración de los contaminantes potenciales, etc. sin embargo, las fuentes puntuales representan sólo una fracción de las fuentes terrestres de contaminación que afectan el medio marino y costero de la RGC. El Programa Nacional de NOAA para el Inventario de Descargas Contaminantes en las Costas (NCPDI) ha identificado las siguientes fuentes:

- i) Fuentes puntuales (industrias y plantas de tratamiento de aguas servidas);
- ii) Esguimientos urbanos no puntuales (esguimientos del agua de lluvia y descargas combinadas por derramamiento);
- iii) Esguimientos no urbanos y no puntuales (esguimientos procedentes de cultivos, pastizales y bosques);
- iv) Fuentes caudal arriba (contaminantes que son llevados a la zona costera como parte del caudal del río); y
- v) Regadíos que regresan al caudal (agua de regadío que regresa a un lago, curso de agua o canal).

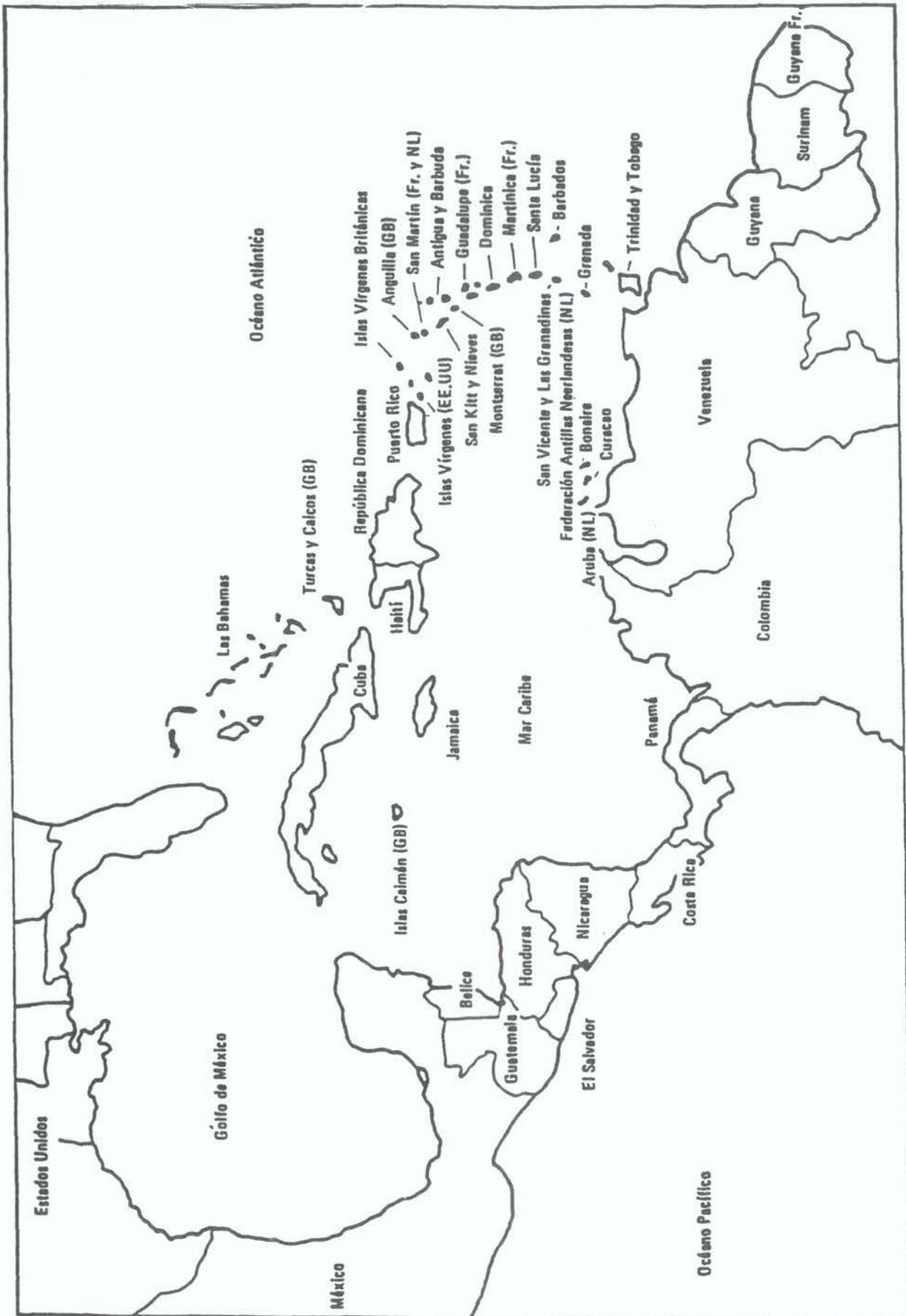


Figura 1: Mapa de la Región del Gran Caribe

Una evaluación revela que es muy difícil estimar en la RGC las fuentes terrestres de contaminación resultantes de los tipos (ii), (iii) y (v). Sin embargo, la contaminación que se origina en estas fuentes se ha tratado con todas las medidas de gestión, tales como la Sección 6217 de las Enmiendas Relativas a la Autorización de la Ley de las Zonas Costeras de 1990 (CZARA por sus siglas en inglés) y la Ley de Ordenación de la Zonas Costeras de 1972 (CZMA por sus siglas en inglés) que están en vigor en los Estados Unidos.

Con respecto a las acciones concertadas conducentes a la evaluación de fuentes terrestres de contaminación marina y costera en la RGC, se dispone de muy poca información. La mayoría de la información disponible ha sido recabada por el Programa NCPDI de NOAA (8, 9, 10). La base de datos generada en el programa mencionado contiene estimados de las cargas de contaminantes de fuentes puntuales, no puntuales y fluviales localizadas en las áreas costeras que se descargan en las aguas estuarinas, costeras y oceánicas de los Estados Unidos. Las cargas contaminantes de la costa del Golfo de México perteneciente a los EE.UU. han sido estimadas por 31 estuarios y cuatro subestuarios que se extienden desde el extremo sur del occidente de la Florida hasta la frontera Texas/México.

A principios de los años ochenta se prepararon varios documentos sobre el estado de la contaminación marina en la región (11, 12, 13). La única encuesta llevada a cabo hasta la fecha en el Caribe para estimar cargas de contaminantes procedentes de fuentes puntuales industriales y domésticas fue auspiciada por el PNUMA CARICOM y PAHO (5). La encuesta se llevó a cabo por PAHO e incluía once países del CARICOM a la vez que brindaba niveles estimados de DBO₅ y totales de sólidos en suspensión procedentes de fuentes puntuales industriales y domésticas junto con el volumen de desechos descargados. Se ha obtenido información adicional sobre cargas contaminantes de fuentes puntuales para localidades costeras altamente contaminadas específicas en la Región del Gran Caribe como la Bahía de La Habana, Cuba (15); la Bahía de Cartagena, Colombia (16); la Bahía de Kingston, Jamaica (17); el Lago de Maracaibo, Venezuela (18) y el Estuario de Coatzacoalcos, México (19).

Sobre la base de toda la información disponible hasta la fecha, el tipo de contaminantes procedentes de fuentes terrestres que puede constituir la mayor amenaza real o percibida, hacia los ecosistemas así como a la salud pública de los habitantes de las costas de la RGC, son los siguientes: aguas servidas, hidrocarburos del petróleo, sedimentación y entarquinamiento de las áreas costeras, nutrientes y plaguicidas, basura, y desechos sólidos flotantes. También se hace necesario insistir en los desechos tóxicos.

1. Aguas Servidas

Las aguas servidas han sido identificadas como el mayor contaminante que afecta el medio costero de la RGC, en particular en los países en desarrollo. Se hace necesario examinar, tanto a corto como a largo plazo, los problemas ecológicos y a la salud pública que plantea la descarga de aguas servidas sin tratamiento en las aguas de la RGC, para su disminución y control final. A corto plazo, es imperativo realizar una evaluación de la disponibilidad y condiciones operativas de las plantas de tratamiento de aguas servidas que prestan servicio a las

Informe Técnico del PAC No. 33

comunidades costeras de la región. A este respecto, un informe inicial de PAHO (20) indicaba que solo el 10% de las aguas servidas generadas en los países insulares de Centro América y el Caribe, se trataban adecuadamente. Una encuesta más reciente realizada por PAHO en once países de la CARICOM informó que el porcentaje de la población que se beneficia de los sistemas de alcantarillado varía de 2 a 16%.

Con referencia a las condiciones operativas de las plantas de tratamiento de aguas que prestan servicio en los países de la CARICOM, en la Tabla 1 se resume una encuesta publicada recientemente y llevada a cabo por CEHI/PAHO (21).

TABLA 1. Población de los países de la CARICOM y de las Islas Vírgenes Británicas, número de Instalaciones de Tratamiento de Aguas (ITA) disponible y en condiciones de servicio (2)

País	Población 1990 x 10 ³	ITA Total Examinado		Condiciones Operativas %				
				B	R	M	NO	?
Antigua y Barbuda	66	20	17	12	35	24	24	5
Bahamas	241	27	18	39	17	22	22	-
Barbados	253	12	12	25	58	17	-	-
Belice	184	3	2	-	50	-	-	50
Isl. Vírgenes Brit.	13	110	10	10	70	20	-	-
Dominica	81	-	-	-	-	-	-	-
Grenada	110	5	5	20	60	20	-	-
Guyana	755	2	2	-	-	50	50	-
Jamaica	2,480	109	28	39	32	21	4	4
Monserrat	13	1	1	-	100	-	-	-
San. Kitts y Nevis	45	4		-	75	25	-	-
Sta. Lucía	136	17	13	23	23	15	39	-
S. Vicente y las Granadinas	120	1	1	-	-	100	-	-
Trinidad y Tabago	1,320	92	25	12	42	11	35	-
Total	5,817	303	138	25%	36%	22%	13%	4%

B = Buena; R= Regular; M= Mala; NO= Fuera de Servicio; ?= Sin determinar

La información que se presenta en la Tabla 1 muestra la cantidad inadecuada de plantas de tratamiento de aguas servidas en condiciones de servicio, considerando la población de los países que respondieron a la encuesta, junto con las condiciones operativas deficientes de las

plantas de tratamiento disponibles. El informe también indica que aproximadamente dos tercios de las plantas examinadas son plantas de depuración prefabricadas cuyo mantenimiento es insuficiente y que se utilizan en ausencia de sistemas de alcantarillado municipal. Con respecto a la eliminación de efluentes de las plantas de tratamiento examinadas, el informe de CEHI/PAHO describe las siguientes prácticas de eliminación de desechos: Reutilización de efluentes, 31 plantas (21%); descarga sub-superficial, 20 plantas (14%); eliminación en el mar, principalmente sobre la línea de la costa, 42 plantas (28%); lagunas y cursos de agua, 32 plantas (22%); y eliminación de desechos en el lugar, 21 plantas (14%). La información anterior muestra claramente que la práctica de eliminación por la que se descarga aguas residuales casi sin tratamiento, es probable que afecte la calidad de las aguas costeras. El informe CEHI/PAHO señalaba también que de las 138 plantas examinadas, solamente 82 vigilan la calidad de sus efluentes con regularidad. Sin embargo, sólo 54 plantas tenían información disponible sobre la vigilancia de la calidad, de las cuáles solo un tercio suministró información no confiable.

Los datos presentados en el informe de NCPDI penetran en el tema de la importancia relativa de las plantas de tratamiento de aguas servidas como fuentes no puntuales que se descargan en áreas estuarinas y costeras de la Costa del Golfo perteneciente a los EE.UU. En 1990 había 1,293 plantas de tratamiento de propiedad municipal que prestaban servicio a la costa del Golfo perteneciente a los EE. UU. La mayoría de estas plantas proporcionaban tratamiento secundario y descargaban aproximadamente $3,790 \times 10^3 \text{ m}^3$ diarios de aguas residuales tratadas, principalmente en el medio estuarino, con sólo seis de las 113 municipalidades, que lo hacían en áreas costeras (22). Basados en el crecimiento demográfico proyectado de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., se estima que las cargas de aguas servidas en el estado de la Florida aumentarán hasta 300% para el año 2000 (23). Se esperan tendencias similares para el resto de los estados de la costa del Golfo. Por lo general, los lodos activados por las plantas de tratamiento arriba mencionadas, se incineran y se eliminan en vertederos.

Existe muy poca información con respecto al número y las condiciones operativas de las plantas de tratamiento de aguas que prestan servicio a las comunidades de la mayor parte del resto de los países de la RGC. Mientras tanto, las poblaciones de habitantes costeros en la mayoría de los países de la región, continúan creciendo de manera constante, aumentando así la cantidad de aguas servidas sin tratamiento, o tratadas deficientemente que se descargan en el medio costero. Como consecuencia, es un asunto de gran preocupación los problemas posibles que se puedan presentar a la salud pública a través del contacto primario con las aguas costeras y por el consumo de pescados o mariscos contaminados (24, 25). Por otra parte, la descarga de efluentes procedentes de aguas residuales sin tratamiento puede también producir un impacto adverso a largo plazo sobre la ecología de los ecosistemas costeros críticos en áreas localizadas debido a la contribución de nutrientes y otros contaminantes (26).

Con respecto al crecimiento demográfico de las poblaciones costeras de la región, sobre la base de una información provista en el punto II del presente informe, durante el período 1980-2000 se ha estimado un crecimiento poblacional del 58% para 13 países de la RGC (Tabla 2). En lo relativo al flujo creciente de visitantes a varios países de la región, la década pasada ha sido testigo de un aumento en el turismo de la región, una industria que depende de la calidad

Informe Técnico del PAC No. 33

del medio natural. Las cifras estimadas que ofrece la Organización Caribeña del Turismo (CTO) indican que el total de turistas que llegan a la región del Caribe y se quedan por más de un día, se acerca a los 12 millones por año, mientras que las estadísticas para el período 1987-1992 muestran que el número de visitantes a la región aumentó a un ritmo anual del 9% durante el mismo período. Es importante señalar que las estadísticas de la CTO no incluyen a los visitantes de las áreas turísticas de la costa del Golfo de México, América Central, el Caribe Mexicano y la costa norte de América del Sur.

TABLA 2. Crecimiento estimado de la población en las áreas costeras de 13 países de la RGC para el período 1980-2000 (5,6,7)

País	Población x 10 ³		Crecimiento Anual %
	1980	2000	
Barbados	100	146	2.3
Colombia	2,926	3,926	1.7
Cuba	6,628	8,942	1.7
República Dominicana	2,287	5,797	5.4
Guadalupe (FR)	142	196	1.9
Guyana	213	425	5.0
Jamaica	1,016	1,689	3.3
Martinica (FR)	217	279	1.4
México (Costa del Golfo)	4,000	7,200	4.0
Surinam	140	216	2.7
Trinidad y Tobago	623	1,110	3.9
EE.UU. (Costa del Golfo)	11,991	16,615	1.9
Venezuela	5,158	9,324	4.0
TOTAL	35,441	55,865	3.0 (Prom.)

Con respecto a los visitantes diarios de naves de turismo, estadísticas recientes de la OCT para el período 1991-1992 señalan que la cifra de estos visitantes se acerca a 8 millones por año, aumentando a una tasa anual de 7.5%. Para responder a este flujo creciente de turistas, en muchos lugares de la región se construyen hoteles e instalaciones recreativas que carecen de los sistemas de alcantarillado municipal necesarios, y se requiere que los hoteles operen sus

propias plantas de tratamiento de aguas. Sin embargo, de acuerdo con un informe de CEHI/PAHO de 1991, previamente mencionado en el presente informe y basado en la encuesta sobre plantas de tratamiento en funcionamiento en los países de la CARICOM, sólo el 25% de las plantas de tratamiento que operan los hoteles y complejos turísticos se encuentran en condiciones de operativas satisfactorias.

Un problema adicional relacionado con la eliminación de aguas servidas con tratamiento insuficiente o sin éste, en las áreas costeras de la región del Gran Caribe, es el creciente tráfico de buques y naves de turismo en la región. De conformidad con el Anexo IV de MARPOL 73/78, los buques de dimensiones grandes tienen permiso de descargar aguas servidas a cuatro millas de la costa más cercana, a menos de que tengan a bordo, plantas de tratamiento que estén aprobadas. Sin embargo, a pesar de este reglamento, el Anexo IV de MARPOL, no está aún en vigor y sus requisitos permanecen como opcionales por el momento. El intenso tráfico de buques de carga y embarcaciones destinadas a la recreación en la región del Gran Caribe es causa de gran preocupación, ya que la mayoría de estas naves de carga no poseen tanques para contener los desechos a los que se refiere el Anexo IV. Por consiguiente, es probable que las aguas residuales se descarguen en los puertos destinados a embarcaciones de recreo y en las aguas costeras cercanas a las costas, debido a que la mayoría de los países de la región carecen de instalaciones portuarias para la recepción de aguas residuales a que se refiere el Anexo IV de MARPOL.

En vista del crecimiento demográfico de las áreas costeras de la región del Gran Caribe, será necesario, a largo plazo, el desarrollo de un plan de acción multisectorial que asegure el tratamiento y eliminación adecuados del creciente número de cargas de aguas servidas que se eliminan en las áreas cercanas a la línea de la costa. Estos objetivos ambiciosos pueden lograrse probablemente mediante una combinación de acciones normativas, asistencia económica, innovación técnica e incentivos. El mayor obstáculo que se interpone para alcanzar estas metas, parte principalmente de los inadecuados esquemas de manejo de las zonas costeras que han sido adoptados por varios países de la región.

2. *Hidrocarburos del Petróleo*

La región del Gran Caribe es una de las áreas petroleras más extensas del mundo con una producción de aproximadamente 170×10^6 tons x año¹ a la que contribuyen los siguientes países: Colombia, México, Trinidad y Tabago, los Estados Unidos de América y Venezuela (27). La mayor parte del petróleo que se produce en la región del Gran Caribe se embarca para transportarse en la región, dando como resultado una intrincada red de rutas de distribución. Un informe comisionado por el Departamento de Transporte y el Servicio de Guardacostas de los EE.UU.(26) provee información relativa al comercio marítimo del petróleo y sus derivados en la región del Gran Caribe. Provoca gran inquietud el movimiento de buques cisterna a través de canales restringidos y en las proximidades de los puertos, lo cual aumenta la posibilidad de accidentes de embarcaciones, pudiendo producir derrames de petróleo. Además del número de buques cisterna que operan en la región, existen también numerosas barcas que utilizan las rutas de la región del Gran Caribe en apoyo de extensas refinerías de petróleo y de industrias

Informe Técnico del PAC No. 33

petroquímicas. A pesar de los reglamentos establecidos en el Anexo I de MARPOL 73/78, los buques cisternas y las barcazas no siempre utilizan las facilidades portuarias para la eliminación de aguas de sentina y desechos; como consecuencia, ocurre la descarga de cantidades significativas de hidrocarburos del petróleo en las áreas costeras de la región del Gran Caribe (29). Se estima que casi el 50% del petróleo importado por los EE.UU se descarga a lo largo de la Costa del Golfo (30).

Aparte de aquellos derrames accidentales causados por accidentes marítimos, la explotación de gas y las refinerías de petróleo en mar adentro constituyen una fuente adicional de derrames accidentales de petróleo en el medio marino de la RGC. Estas operaciones son de particular importancia en el Golfo de México donde se hallan en operación una cantidad considerable de plataformas. Fuera del Golfo de México, se llevan a cabo operaciones similares en el Lago de Maracaibo, Venezuela, a lo largo de la costa oriental de Trinidad y Tabago. La descarga de petróleo crudo de las instalaciones de mar adentro ocurre generalmente como consecuencia del rompimiento de la tubería, explosiones de los pozos, incendios en las plataformas, desbordamientos y mal funcionamiento de los equipos. De acuerdo con un informe del Servicio de los EE. UU para el Manejo de los Minerales, encargado de la administración del programa de petróleo en aguas federales de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., durante los primeros 30 años del programa hubo 106 incidentes que dieron como resultado niveles significativos de contaminación por petróleo. Por otra parte, durante el mismo período, se sucedieron 145 explosiones en los pozos, 767 incendios en estructuras de mar abierto, 31 rompimientos de las tuberías y 224 accidentes mayores (31). Tal vez el mejor ejemplo que se conoce de un derrame de hidrocarburos del petróleo ocasionado por las operaciones de perforación de gas y petróleo en mar abierto, sea el caso del derrame del pozo de petróleo IXTOC I sobre la costa del Golfo de México, en 1979. La explosión del pozo IXTOC I ocasionó que se liberaran aproximadamente 0.5×10^6 tons de petróleo crudo ligero en el Golfo de México por un período de nueve meses antes de que por fin el pozo pudiera ser tapado (32).

Otra fuente potencial de contaminación por petróleo procedente de la explotación en mar abierto es la llamada "agua producida" que se libera del estrato petrolífero con el petróleo y el gas al tiempo de su explotación. El "agua producida" se descarga en el medio marino junto con el fango, residuo de la perforación. En 1990 el ingreso diario de "agua producida" en el medio marino de la costa del Golfo de los EE.UU. era aproximadamente 384,000 m³. Las aguas producidas pueden contener sustancias que ejercen altas demandas de oxígeno junto con HPNs, bencina, bencina etílica, xileno y metales pesados, tales como plomo, cobre, níquel y mercurio (33).

La filtración natural de los hidrocarburos del petróleo procedentes de depósitos submarinos constituye también una fuente significativa de contaminación por petróleo en el medio marino de la RGC. A diferencia de las fuentes de contaminación por petróleo que se describieron previamente, las filtraciones naturales de petróleo resultan muy difíciles de estimar. La ocurrencia de este fenómeno natural ha estado evidenciada por la presencia de alquitrán en las calas del sedimento del Golfo de México, las de Sighbee Knolls, en particular. Recientemente, pudo evidenciarse lo anterior, aún de forma más dramática (34) cuando en una

capa de agua a una profundidad de entre 150 y 250 metros se determinó la presencia de hidrocarburos del petróleo procedentes de una fuente de filtración natural que pasaba del Atlántico del Norte al Mar Caribe. Se estimó que la capa de agua antes mencionada contenía 1×10^6 tons de petróleo crudo.

A excepción de las cantidades estimadas de derrames de hidrocarburos originadas por accidentes marítimos en la Cuenca del Mar Caribe, se encuentra disponible muy poca información relativa a las fuentes terrestres y fuentes mar adentro de contaminación por petróleo en la subregión arriba mencionada.

La información sobre niveles de contaminación por petróleo en aguas marinas y costeras de la RGC, proviene principalmente del Programa PNUMA-COI/IOCARIBE CARIPOL iniciado en 1979. Los datos recabados por el proyecto de CARIPOL indica que la concentración de hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos (HPDDs) en las aguas marinas y costeras de la RGC es generalmente baja en las aguas frente a las costas y relativamente alta en áreas costeras cerradas (35, 36, 37, 38, 39). Por otra parte, la información reciente que proporciona una perspectiva preliminar sobre fuentes terrestres de contaminación marina en la RGC, compilada por el Programa del PAC, señaló las refinerías y las plantas petroquímicas como principales fuentes de contaminación costera por petróleo en la región (40).

Con referencia a la acumulación de hidrocarburos del petróleo en sedimentos y organismos marinos, en particular, de compuestos tóxicos tales como hidrocarburos aromáticos polinucleados (HAPs) presentes en el petróleo el Programa sobre Estado y Tendencia de NOAA ha recabado datos en 51 sitios a lo largo de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU. (41). A través del Programa CARIPOL se ha obtenido un tipo de información similar a lo largo de la costa del Golfo perteneciente a México y de las áreas costeras de la región del Caribe (42, 43, 44, 45).

El impacto de la contaminación por petróleo en la ecología de los ecosistemas y especies marinos y costeros tales como arrecifes coralinos, lechos de pastizales marinos, bosques de manglares y poblaciones mar adentro de peces y mariscos, es especialmente destructivo seguido de los derrames masivos de petróleo causados por accidentes marítimos que han sido documentados ampliamente (46, 47, 48, 49, 50). Sin embargo, aún se dispone de limitada información necesaria para cerciorarse de los riesgos ecológicos y a la salud producidos por descargas de petróleo crónicas en el medio marino y costero de la RGC (51, 52).

3. *Sedimentación y atarquinamiento*

Una cantidad considerable de materiales particulados que conducen los ríos, se introduce cada año en las áreas costeras de la RGC a través de los ríos de la región (Tabla 3). La mayor parte de los materiales disueltos y en suspensión que llevan estos ríos, están controlados por procesos geoquímicos naturales. Sin embargo, debe tenerse presente que las actuales cargas fluviales, disueltas y suspendidas, se están intensificando por las contribuciones de actividades

humanas tales como la erosión de las cuencas hidrográficas causada por la deforestación, la urbanización, las actividades agrícolas y por una variedad de contaminantes que se eliminan en estas aguas. La mayoría de los ríos que descargan sus aguas en las costas de la RGC, llevan sedimentos que van de los 100 a los 1000 mg/l con una carga estimada total de aproximadamente 10^9 tons/año (53). Esto representa un 12% de la contribución global de sedimentos procedente de ríos hacia los océanos, la cual se estima en 8×10^9 tons/año (54).

Tabla 3. Estimado de las cargas de sedimentos de ríos que alcanzan las áreas costeras de la Región del Gran Caribe (53)

Ríos/Regiones	Cargas de sedimentos 10^6 t/a
Río Mississippi	320
Otros ríos que se descargan en el Golfo de México	121
Ríos de América Central y de las Antillas*	300
Río Magdalena	235
Río Orinoco	85
Otros ríos de Colombia y Venezuela*	50

* Estimaciones calculadas sobre la base del área de drenaje y una tasa de erosión de 200 tons $\text{km}^2/\text{año}$.

Con referencia al impacto de las actividades humanas sobre las cargas sedimentarias llevadas por los ríos de la RGC, la deforestación de las cuencas hidrográficas es, probablemente, la que causa mayor preocupación. Una encuesta llevada a cabo por FAO en 1979 estimó unas 221×10^6 hectáreas de terrenos forestales en la región del Caribe, y predijo una reducción de 175×10^6 hectáreas para el año 2000 debido a las prácticas de deforestación (55). Un informe reciente del Instituto de los Recursos Mundiales (56) reveló una reducción de aproximadamente 9% de las áreas forestales de 17 países de la RGC para el período 1979-1989 (Tabla 4) (57).

El crecimiento y desarrollo continuos en la RGC ha requerido cambios en el uso tradicional de las tierras, tales como el creciente desarrollo agrícola a expensas de las tierras forestales. Hasta la fecha, no se han abordado adecuadamente los aspectos negativos de este cambio en el uso de la tierra, en particular el impacto de estas actividades sobre los valiosos ecosistemas costeros ocasionado por el atarquinamiento y la introducción y uso intensivo de compuestos agroquímicos. La información sobre la distribución de sedimentos y la turbidez de las aguas costeras de la RGC resulta insuficiente para evaluar la magnitud de los efectos adversos de las prácticas actuales de uso de la tierra. Ya se dispone de información/datos

limitados (teledetección(58), encuestas sobre arrecifes coralinos, etc.). Sin embargo, se requiere interpretación para establecer los patrones de escalas de tiempo y las consecuencias que acarrearán los cambios en el uso de tierras en las cuencas fluviales de la RGC. Es sabido que la creciente turbidez de las aguas costeras, como resultado del transporte fluvial de suelos erosionados hacia el mar, produce atarquinamiento de los ecosistemas costeros. Estas tendencias pueden someter a continuas presiones a los críticos ecosistemas costeros, tales como los arrecifes de coral. Estudios llevados a cabo sobre el atarquinamiento de los arrecifes de coral a lo largo de la costa del Caribe de Panamá, Costa Rica, Nicaragua, etc. (59, 60) también confirman el impacto negativo del atarquinamiento causado por las cargas sedimentarias arrastradas por los ríos en esa subregión particular.

Tabla 4. Cambios en el porcentaje del uso de tierras en cultivos, forraje y superficies forestales y arboladas en países de la RGC durante el período 1977-1989 (56)

País	Porcentaje de cambio (1977-1989)		
	Cultivos	Pastoreo	S. Forestales
Barbados	0	0	0
Belice	12.8	15.2	(1.1)
Costa Rica	5.5	24.0	(17.9)
Colombia	3.5	6.8	(5.6)
Cuba	5.3	14.3	(11.8)
República Dom.	5.5	0	(3.1)
Guatemala	8.3	7.8	(17.0)
Haití	2.7	(3.0)	(30.0)
Honduras	2.3	7.2	(18.8)
Jamaica	1.5	(7.9)	(5.1)
México	1.9	0	(12.0)
Nicaragua	2.8	11.5	(23.5)
Panamá	4.6	15.9	(19.4)
Trinidad y Tabago	3.7	0	(4.3)
Surinam	53.7	11.1	(0.3)
Venezuela	5.9	2.9	(8.6)
Promedio	4.8	6.67	(9.27)

Otra fuente de materiales particulados del suelo que entran en las aguas costeras de la RGC por medio de la eliminación directa o por vía de los ríos, se relaciona con la explotación minera. La extracción de la bauxita es de particular importancia para las economías de Jamaica, Surinam, Guyana y en un menor grado, para la República Dominicana y Haití (61). En el caso de Jamaica, los residuos de la bauxita no se descargan en los ríos ni en las áreas costeras, sino en depósitos de decantación. Con respecto a los otros países mencionados, se carece de información relativa a la eliminación final de desechos procedentes de la extracción de bauxita. Otras operaciones de explotación minera en la RGC comprenden la extracción y proceso de yacimientos para la producción de óxido de níquel, que se lleva a cabo principalmente en Cuba y la República Dominicana. Esta explotación minera se realiza cerca de las áreas costeras, pero en la actualidad existe muy poca información sobre la eliminación de los desechos de minería en los ríos de las aguas costeras adyacentes.

Otra fuente de materiales en suspensión que se está introduciendo en las áreas costeras de la región es la práctica de eliminación de desechos en el mar (vertimiento), p. ej., el fango de dragado, los desechos industriales, etc. En la actualidad, el vertimiento está reglamentado por el Convenio de Londres sobre Vertimientos (CLV) de 1972, del cual son Partes Contratantes trece países de la RGC. En lo que respecta al volumen y tipo de desechos que se eliminan en el mar en la RGC, la única información disponible corresponde a las actividades de vertimiento en el océano, que se realizan frente a la costa del Golfo de México perteneciente a los EE.UU.

Más de 100×10^6 ton/año de residuos de dragado se eliminan en las áreas costeras cercanas a las costas del Golfo de México pertenecientes a los Estados Unidos, representando un 20% del total nacional (62). Los residuos de dragado son generalmente sedimentos contaminados que contienen metales de alta toxicidad, contaminantes orgánicos, etc, procedentes de descargas puntuales industriales y domésticas, así como de fuentes no puntuales. Las tendencias actuales sobre las actividades de vertimiento frente a las costas y en mar adentro en los EE.UU., indican una disminución en los volúmenes de ciertos materiales autorizados tales como los fangos de dragado y los desechos industriales, así como un aumento en el volumen de fangos cloacales en los vertimientos en el mar (63). Con respecto a la eliminación de fangos cloacales en el mar, USEPA ha propuesto una legislación para que esta práctica se excluya por etapas en los EE.UU. (64).

Contrariamente, no se dispone aún de información sobre la cantidad de materiales de desechos que se eliminan en el mar en áreas fuera de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU. ni sobre el cumplimiento de los patrones regionales e internacionales para la eliminación de materiales autorizados en la Región del Gran Caribe.

4. *Nutrientes*

De los contaminantes principales que entran en el medio marino y costero de la RGC, está aumentando la preocupación con respecto a la entrada de compuestos ricos en nutrientes, particularmente la entrada de los compuestos de nitrógeno y fósforo en las aguas costeras, procedentes de fuentes puntuales y no puntuales. La descarga continua de estos nutrientes en

áreas costeras cerradas es una de las causas mayores de los fenómenos de eutroficación. Los efectos ecológicos de estos fenómenos incluyen la proliferación de algas, los cambios en la estructura de las comunidades acuáticas, la disminución de la diversidad biológica, los episodios de mortandad de peces y de agotamiento del oxígeno (65, 66). En lo que respecta a la evolución de la proliferación de algas, un cambio significativo ocurre en la estructura de las comunidades de fitoplancton como respuesta al enriquecimiento por nutrientes conjuntamente con otros factores (67).

En la RGC es importante señalar los estudios que se han llevado a cabo por el Programa de USEPA para el Golfo de México a lo largo de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU. Este programa ilustra claramente los efectos progresivos de la eutroficación en las aguas costeras, causada por la introducción de compuestos de nitrógeno y fósforo procedentes de fuentes de contaminación puntuales y no puntuales. Los estimados recabados por el programa antes mencionado en 1987, indicaron que las aguas costeras del Golfo de México perteneciente a los Estados Unidos, recibieron por vía de fuentes puntuales y no puntuales de contaminación contribuciones de 916.390 toneladas de nitrógeno y 39.930 toneladas de fósforo (68). Por otra parte, un informe más reciente del Programa de USEPA para el Golfo de México estimó que diariamente se descargaban en el Golfo, desde aguas superficiales de los EE. UU. y por el río Mississippi 936 toneladas de nitrógeno y 189 toneladas de fósforo (69). Un análisis de los resultados indicó que las regiones de la cuenca del Río Ohio y de la cuenca del alto Mississippi constituyen las fuentes mayores tanto de nitrógeno como de fósforo que alcanzan la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., principalmente de fuentes no urbanas y no puntuales.

El crecimiento económico y el desarrollo continuos han hecho que cambien drásticamente los patrones tradicionales del aprovechamiento de la tierra en la RGC. Los programas nacionales y regionales no han abordado adecuadamente las implicaciones perjudiciales de tales cambios, en particular del desarrollo agrícola. Un informe reciente del Instituto de los Recursos Mundiales (70) provee datos sobre el uso de fertilizantes en dieciséis países de la Región del Gran Caribe. Esta información se presenta en la **Tabla 5**. En la RGC, muchos estados y territorios están desarrollando sus economías a través de la industria turística, que está directamente relacionada con la calidad del medio costero. Resulta importante observar que cuando ocurre la eutroficación costera en áreas cercanas a las costas, se obstaculiza el uso recreativo y se altera la calidad ecológica y estética del medio.

El proceso de eutroficación es un factor importante en la degradación de los ecosistemas costeros en varias áreas del Gran Caribe. Varioss estudios documentados sobre el impacto de la eutroficación en la región son los siguientes: en Puerto Rico (71) se ha determinado el impacto de la eutroficación moderada sobre el ecosistema de manglares y pastizales marinos en aguas poco profundas cercanas a la costa. El Lago de Maracaibo, en Venezuela, es probablemente una de las pocas áreas del Gran Caribe donde se han realizado estudios extensos sobre el impacto del enriquecimiento por nutrientes en la ecología de las aguas costeras. Los resultados del estudio indican que el enriquecimiento por nutrientes puede interactuar con otros contaminantes, tales como los hidrocarburos del petróleo para producir una sutil, pero

TABLA 5. Promedio anual del uso de fertilizantes en 17 países de la RGC, cambios durante el período 1979-1989 (70)

País	Uso de fertilizantes en Kg/Hectárea de cultivos	
	1979	1989
Barbados	162	91
Belice	36	71
Colombia	55	90
Costa Rica	143	191
Cuba	133	192
República Dominicana	41	50
Guatemala	53	69
Guyana	22	29
Haití	4	3
Honduras	13	20
Jamaica	55	105
Nicaragua	31	55
Panamá	44	62
Trinidad y Tabago	61	28
Surinam	49	74
EE. UU. (Costa del Golfo)*	106	95
Venezuela	51	162
Promedio	62.3	81.6

* Para 1979 datos compilados en 1982 (10) y para 1989 se estimó el uso promedio nacional anual de 1989 (70)

importante alteración en la composición de los cultivos en pie de fitoplancton. Este tipo de contaminación motivó un cambio en la abundancia relativa de algas planctónicas y podría

asimismo afectar las cadenas tróficas pelágicas y de peces bentónicos (72). También se ha informado que en la Bahía de Cartagena y en la adyacente "Ciénaga de Tesca", Colombia, ocurren episodios estacionales de muerte masiva de peces, causada por el agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas cercanas a las costas de la Bahía. Estos episodios se han atribuido al enriquecimiento de nutrientes ocasionado por la descarga de aguas servidas sin tratamiento y por los escurrimientos de fertilizantes agrícolas prevaecientes en esa área, probablemente combinado con la estratificación de la columna de agua (73).

El enriquecimiento por nutrientes de las áreas costeras de la RGC aumentará con seguridad si no se toman medidas. Las regiones costeras han experimentado el crecimiento rápido de la población junto con cambios en el uso de las tierras adyacentes. Para controlar las fuentes de enriquecimiento por nutrientes y para revertir los efectos adversos de la eutroficación, será necesario mejorar la efectividad de las plantas de tratamiento de aguas servidas y controlar su aplicación y utilización, así como alentar los cambios que conllevarán beneficios a largo plazo y causarán el menor daño a los ecosistemas interrelacionados.

5. *Plaguicidas*

El uso extensivo de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc.) debido a la actividad agrícola intensiva en la RGC se encuentra bien documentado, y su impacto sobre los ecosistemas marinos y costeros es lógicamente evidente. A través de los escurrimientos, la erosión y la mala aplicación, cantidades significativas de plaguicidas están llegando al medio marino y costero donde pueden afectar a las especies no elegidas como objetivo, y mediante la contaminación de alimentos marinos, podrían convertirse en un problema de salud pública. Una vez aplicados, los compuestos plaguicidas llegan a las áreas costeras de la región por medio de los ríos y la atmósfera. Se ha estimado que un 90% de los plaguicidas que se aplican no alcanzan a las especies elegidas como objetivo (74). Como consecuencia, la contaminación por plaguicidas es una grave preocupación por su alta toxicidad y la tendencia a acumularse en la biota marina y costera.

La aplicación general de plaguicidas con ingredientes activos en la RGC parece estar en aumento. Un informe reciente del Instituto de los Recursos Mundiales (75), basado en la información recabada en 14 países de la región, señaló un aumento general en el uso de los compuestos plaguicidas durante el período 1974-1984 (Tabla 6). Para los países donde se observó un marcado descenso en el uso de plaguicidas (el caso particular de los Estados Unidos con una reducción del 15%), el mismo ha sido atribuido a cambios en las prácticas agrícolas para reducir su utilización y también a la introducción de nuevos plaguicidas menos persistentes y con porcentajes de aplicación más bajos (76). Con respecto a los otros países en los que se ha reducido el uso de plaguicidas no existe información disponible. Sin embargo, resulta lógico suponer que la reducción en el uso de plaguicidas se ha logrado mediante el uso de nuevos compuestos con un porcentaje de aplicación menor.

La mayoría de los programas de vigilancia que se desarrollan para determinar la presencia de residuos de plaguicidas acumulados en sedimentos y en la biota marina de la RGC han concentrado sus esfuerzos en determinar un número limitado de plaguicidas conocidos por tener una toxicidad considerable y por producir impacto ambiental a largo plazo. Los programas

TABLA 6. Promedio anual de uso de plaguicidas en 14 países de la RGC, cambios durante el período 1974-1984 (75)

País	Uso de Plaguicidas en toneladas métricas		Cambio
	1974-1977	1982-1984	%
Colombia	19,344	16,100	(17)
Costa Rica	3,037	3,667	21
República Dominicana	1,961	3,297	68
Guatemala	4,627	5,117	11
Guyana	705	658	(7)
Honduras	940	859	(9)
Jamaica	861	1,420	65
México	19,148	27,630	44
Nicaragua	2,943	2,003	(32)
Panamá	1,542	2,393	55
Surinam	974	1,720	77
Costa EE.UU. del Golfo*	5,320	4,500	(15)
Venezuela	6,923	8,143	18

* Datos de 1982 (10) y 1987 (76), respectivamente.

arriba mencionados han incluido la determinación de plaguicidas tales como los DDTs, Clordanes, Dieldrin, Endrin, Aldrin, HCB's, Heptaclor y sus epóxidos, Endosulfán, entre otros.

Con respecto a los niveles de residuos de plaguicidas acumulados en sedimentos y en organismos marinos de las áreas marinas y costeras de la RGC, la mayoría de la información publicada se refiere a las encuestas realizadas por NOAA para determinar el estado y las tendencias dentro del Programa de Vigilancia de Bivalvos (MWP) (77). Los resultados que se informan en las encuestas de MWP de 1986 y 1987 indicaron que los DDTs seguían siendo los compuestos más abundantes entre los plaguicidas presentes en las muestras analizadas. Por otra parte, los DDTs fueron considerablemente más altos en los tejidos de ostras que en los sedimentos. Recientemente el MWP extendió sus actividades desde la costa del Golfo en los EE.UU. a otras áreas costeras de la RGC (78). El Programa del Golfo de México de USEPA (79) está recabando información más reciente relativa a la acumulación de plaguicidas en sedimentos de la costa del Golfo en los EE.UU. con el objetivo de establecer niveles de criterio de calidad para 25 plaguicidas en sedimentos. Recientemente, se ha publicado una cantidad importante de información sobre los niveles de plaguicidas en sedimentos y en organismos marinos en las lagunas costeras y los estuarios de los ríos a lo largo de la costa del Golfo de México (80, 81, 82). Se dispone de datos muy limitados con respecto a una información similar de la Cuenca del Mar Caribe (83).

Durante la última década los patrones del uso de plaguicidas han ido cambiando en la RGC, con una firme tendencia a reemplazar los compuestos persistentes con otros plaguicidas menos persistentes tales como los compuestos organofosforados, carbamatos, firetroides, etc. En la actualidad se dispone de muy poca información sobre el comportamiento de los compuestos mencionados al aplicarse en el medio marino de las costas tropicales, incluso el porcentaje de degradación, el fraccionamiento, partición y absorción biológica así como la transferencia a los humanos a través de cadenas alimentarias. Recientemente se han obtenido datos sobre la presencia de esta segunda y tercera generación de plaguicidas en sedimentos recogidos de las costas del Caribe de Costa Rica, Nicaragua y Panamá (84). Se determinó que solo residuos del plaguicida clorofirifos mostraron amplia distribución en los sedimentos analizados. Por otra parte, durante la encuesta anterior, se observaron frecuentes episodios de muerte de peces después de la aplicación de estos plaguicidas, indicando su alta toxicidad hacia organismos no escogidos como objetivo.

Durante las últimas décadas, en la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., se han realizado esfuerzos por reducir el impacto de los plaguicidas sobre los ecosistemas marinos y costeros de la región. La disminución en el uso de plaguicidas en esa subregion particular se ha atribuido a que se han separado terrenos para el control de la erosión costera y se han introducido plaguicidas nuevos con tasas de aplicación mucho menores (85). Se han desarrollado algunas prácticas agrícolas modificadas con el objetivo de reducir el uso de plaguicidas y su consecuente transporte al medio acuático. El concepto de las Mejores Prácticas de Manejo también ha sido aplicado para controlar el problema de la calidad del agua ocasionado por los plaguicidas. Por otra parte, también se utilizaron las técnicas de Manejo Integrado de Plaguicidas con el propósito de reducir el uso de los mismos y mantener altos niveles de producción.

6. *Desechos Sólidos Flotantes y Desechos Marinos*

El manejo adecuado de los desechos sólidos procedentes de fuentes terrestres es un problema de gran preocupación ya que afecta la calidad estética y ecológica del medio marino y costero. Este problema ha surgido por la cantidad en aumento de desechos sólidos que se generan en la región, aparejada a los deficientes sistemas de recolección y a las prácticas inadecuadas de eliminación. En muchos países de la región son evidentes las prácticas de eliminación deficientes tales como el uso de ríos y cursos de agua al igual que pantanos de manglares como vertederos. Por otra parte, aunque los vertederos bien manejados no deberían constituir una fuente de desechos sólidos que alcance el medio marino y costero, en realidad existen vertederos manejados de forma deficiente en muchas áreas costeras de la RGC. Estas fuentes, además de los escurrimientos inducidos por las altas precipitaciones pueden convertir los vertederos en una fuente importante de desechos sólidos flotantes que van a dar al mar. En la actualidad, no existe información publicada referente a la cantidad de desechos sólidos que se generan en la RGC o la manera en que éstos se manejan previamente a su eliminación final.

Una fuente adicional de desechos sólidos que afectan las áreas costeras de la región se genera por las embarcaciones, la pesca comercial, las actividades frente a las costas, etc. Estas fuentes de contaminación que tienen como base el océano generan una cantidad considerable de desechos sólidos flotantes que están alcanzando las áreas costeras como desechos marinos. La eliminación de desechos sólidos por buques en áreas cercanas a las costas está reglamentada por el Anexo V del Convenio MARPOL 73/78. El Comité Marítimo Ambiental de la OMI (MECP 31) en julio de 1991 designó a la RGC como "Area Especial" bajo los reglamentos anteriores. Sin embargo, para cumplir con el Anexo V de MARPOL, la mayoría de los países de la región necesitarían proveer facilidades de recepción portuarias para los desechos generados por buques, contemplados en el Anexo V de MARPOL. En vista de la carencia de las facilidades arriba mencionadas en muchos de los países de la región, la OMI y el Banco Mundial con la asistencia del PNUMA-UCR/CAR comisionó una encuesta para evaluar la necesidad en la región, de instalaciones de recepción portuarias para los desechos incluidos en el Anexo V (86).

El estudio de la OMI y el Banco Mundial incluyó una visita a 23 puertos localizados en siete países del Gran Caribe. De los puertos estudiados solo 13 permitieron la descarga, almacenamiento, recolección y eliminación final de los desechos generados por buques. Los puertos restantes, 10 en su totalidad, no permitieron la descarga de desechos sólidos. El informe también estima la cantidad de desechos sólidos que pueden llegar para su descarga a cada uno de los puertos estudiados. A este respecto, es importante señalar que según el estudio, los puertos con el potencial para recibir cargas relativamente altas de desechos del Anexo V se localizaban en pequeños estados insulares, tales como Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Sta. Lucía y San Kitts y Nevis. La mayoría de estos países no poseen instalaciones adecuadas para manejar sus propios desechos sólidos generados por fuentes domésticas y comerciales. Por ende, la carencia de facilidades de recepción portuarias para desechos contemplados en el Anexo V de MARPOL en la RGC, podría resultar en la eliminación en el mar de los desechos sólidos (basuras marinas) procedentes no sólo de buques, sino también de otras actividades que se realizan frente a las costas a pesar de las estipulaciones del Anexo V de MARPOL.

Los desechos sólidos eliminados en las aguas de la RGC son transportados por el viento y las corrientes, y la marea los lleva hacia las costas, a menudo lejos de sus fuentes originales. A este respecto, la mayor parte de la información publicada disponible sobre la eliminación de desechos marinos en las áreas costeras de la región se refiere al Golfo de México, el cual es un depósito único de desechos marinos (87). Las primeras observaciones concluyeron que los Cayos de la Florida actuaban como "colador de las islas" a sotavento de los estrechos de la Florida, de la misma manera que las Antillas Menores y las Bahamas recogían desechos de las corrientes Ecuatorial del norte y de las Antillas, respectivamente (88). También se afirmó que "el tramo de la costa de Cayo Hueso a Cabo Cañaveral era uno de los mayores basurales del Caribe y el Golfo de México" (89).

Desde 1985, se están llevando a cabo con la participación de voluntarios operaciones de limpieza de playas a lo largo de la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU. Recientemente el Plan de Acción para los Desechos Sólidos del Programa de USEPA del Golfo de México ha facilitado la información sobre las actividades de limpieza de playas para 1990 (89). Durante el ejercicio correspondiente a 1990 se recogieron 566 toneladas de desechos marinos, de 1.379 millas de playas del Golfo. Las concentraciones más altas de desechos marinos se ubicó a lo largo de las playas de los Estados de Texas y Louisiana. De la basura recogida, el 63,9% era plástico, seguido de un 10,8% de envases metálicos, un 10% de envases de vidrio y un 8,4% de papel de varios tipos. El resto de la basura recogida se distribuyó en forma pareja entre madera, goma y tela. En el ejercicio de 1990 participó un total de 36.643 voluntarios.

La información sobre la acumulación de desechos sólidos flotantes en las áreas costeras de la RGC ha ido aumentando a paso rápido después de los primeros informes preparados en 1988 (90) como parte de la Actividad 4.4.4 del Programa CEPPOL.

Entre los desechos marinos depositados en las áreas costeras de la RGC se encuentra la acumulación recurrente de alquitrán pelágico en las islas a barlovento de la región. Sobre este tema, son de especial interés, los resultados obtenidos por el Proyecto PNUMA/COI-IOCARIBE CARIPOL. Se determinaron altas acumulaciones de alquitrán pelágico a lo largo de las playas de la costa del Sur de la Florida, las Islas Caimán y Curazao, y sobre las playas a barlovento de Barbados, Grenada y Trinidad y Tabago, entre otras (91, 92, 93). Estudios adicionales demostraron que los niveles de alquitrán pelágico en las aguas al este del Golfo de México y de los estrechos de la Florida, eran más altos si los comparamos con otras regiones del mundo, y que tanto como el 50% de los alquitranes pelágicos entraron al Golfo de México a través del estrecho de Yucatán (94, 95).

Los desechos sólidos flotantes y el alquitrán pelágico presentes en las áreas costeras de la región son perjudiciales a las economías de muchos países, particularmente de aquellos que dependen del turismo. Por otra parte, las bolsas plásticas, redes y sogas desechadas, pueden estrangular, sofocar y agotar los animales y aves marinas debido al enredo (96). Los científicos han documentado un creciente número de heridas y muerte entre mamíferos marinos, peces, tortugas marinas y aves debido a que se enredan (96). Además, los animales pueden confundir pelotillas de plástico y alquitrán pelágico con fuentes de alimento. Algunos animales marinos que

se alimenten accidentalmente de plástico pueden sentir una sensación de saciedad falsa y, como resultado, morir lentamente de inanición (97, 98, 99).

7. *Sustancias Tóxicas*

Estos contaminantes prioritarios son compuestos orgánicos e inorgánicos o sustancias naturales transformadas químicamente, que al utilizarse, descargarse o liberarse en el medio de forma inadecuada, pueden producir efectos adversos sobre la estructura y función de los ecosistemas terrestres y costeros. La contaminación del medio costero en la RGC por los compuestos tóxicos que se describen, es un problema que causa gran preocupación. Tomando en cuenta que son muy persistentes en el medio acuático, estos compuestos se acumulan biológicamente en los organismos marinos y son altamente tóxicos para los humanos si se consumen a través de alimentos marinos (100). Se ha documentado bien la cuantificación de los posibles efectos a la salud humana que resultan de la presencia de compuestos tóxicos en el medio marino y su acumulación en organismos marinos. De acuerdo con la Academia Nacional de Ciencias de los EE.UU. (101) los niveles de sustancias tóxicas en los alimentos marinos procedentes de ciertas áreas de la costa del Golfo aseguran medidas de control estrictas.

Los contaminantes tóxicos proceden de fuentes puntuales, en su mayoría industriales, tales como la industria petrolera (refinerías y plantas petroquímicas), industrias químicas (orgánicas e inorgánicas), plantas de procesamiento de pulpa de madera, producción y preparación de plaguicidas, industria metalúrgica y de galvanoplastia, etc. Estas industrias pueden liberar sustancias tóxicas procedentes de sus operaciones manufactureras, descargas de efluentes y derrames accidentales. Los desechos generados pueden contener metales pesados, hidrocarburos carcinógenos (PAHs), dioxinas, distintos tipos de plaguicidas, sustancias nocivas orgánicas e inorgánicas, etc. Además de la descarga de los contaminantes mencionados procedentes de fuentes puntuales directas o por vía de fuentes puntuales municipales, estos desechos también pueden alcanzar el medio marino costero desde las fuentes no puntuales por medio de los ríos y cursos de agua y a través de la atmósfera.

Al abordar el problema que representa el evaluar la eliminación de estos contaminantes tóxicos en el medio marino y costero de la RGC, como en muchas otras regiones del mundo, la descarga de contaminantes tóxicos es una posibilidad presente en cada país de la región, considerando la creciente diversificación industrial que está teniendo lugar en muchos países de la región. Los centros de mayor actividad industrial en la RGC se concentran en unas pocas "áreas localizadas", tales como la costa del Golfo en los estados de Texas y Louisiana; el área industrial del Lago de Maracaibo, Venezuela, el complejo industrial "El Mamonal" en la Bahía de Cartagena, Colombia; la costa oeste de Trinidad; la Bahía de Kingston, Jamaica; la Bahía de La Habana, Cuba. Estas áreas se estudiaron ampliamente. Entre las industrias mencionadas anteriormente, capaces de liberar contaminantes tóxicos en el medio marino costero, las refinerías de petróleo son las más generalizadas en la región. En la **Tabla 7** se presenta información reciente sobre el número de refinerías de petróleo que operan en la RGC, al igual que de su capacidad (102).

TABLA 7. Número de refinerías de petróleo y capacidad de refinación en los países de la Región del Gran Caribe (102)

País	Número de Refinerías	Capacidad de Refinació	
		10 ³ b/day	10 ⁶ t/y
Barbados	1	3	0.1
Colombia	4	274	13.6
Costa Rica	1	15	0.7
Cuba	3	280	13.9
Guatemala	1	16	0.8
República Dominicana	2	48	2.4
Honduras	1	14	0.7
Jamaica	1	34	1.7
Martinica (FR)	1	12	0.6
México	8	1,574	78.4
Antillas Neerlandesas	2	470	23.4
Nicaragua	1	16	0.8
Panamá	1	40	2.0
Puerto Rico	2	123	6.1
Trinidad y Tabago	2	246	12.3
EE.UU.(Estados del Golfo	59	6,620	331.0
Islas Vírgenes de los EE.UU.	1	545	27.1
Venezuela	6	1,171	58.5
Total	97	11,501	574.1

Con respecto a la cantidad de sustancias tóxicas que se generan y se descargan en el medio marino y costero de la RGC, la única información disponible ha sido compilada por el Programa de USEPA para la costa de EE.UU. del Golfo de México (103). El informe indica que durante 1989 se descargaron en las aguas superficiales que alcanzan la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., aproximadamente 5,910 toneladas de compuestos tóxicos procedentes de fuentes puntuales permitidas. Además, continúan ocurriendo derrames y descargas accidentales, particularmente en el Río Mississippi en el Estado de Louisiana (104). El Programa CEPPOL no ha propuesto aún determinar la cantidad de contaminantes tóxicos que

se introducen en el medio marino y costero de la RGC, excluyendo la costa del Golfo perteneciente a los EE.UU.

IV. Objetivos y Elementos del Programa CEPPOL

El objetivo general del Programa CEPPOL es establecer un "Programa de Vigilancia y Control de la Contaminación Marina" completo y coordinado a nivel regional, que sirva los requisitos inmediatos y de mediano plazo del Convenio de Cartagena y de sus protocolos (incluso aquellos que están en el proceso de preparación).

Los objetivos específicos son los siguientes:

- (i) Organizar y poner en práctica un programa de investigación y vigilancia de la contaminación marina coordinado a nivel regional, concentrándose en los contaminantes que afectan la calidad del medio marino costero de la RGC así como interpretar y evaluar los resultados del programa;
- (ii) Generar información sobre las fuentes, niveles, cantidades, tipo, tendencias y efectos de la contaminación marina en la RGC como un componente adicional sobre el que se puede basar la formulación de propuestas para acciones preventivas y remediadoras;
- (iii) Formular propuestas de acciones legales, administrativas y técnicas destinadas a la toma de medidas de prevención, disminución y control y asistir a los Gobiernos de la región en su implementación y la evaluación de su efectividad; y
- iv) Apoyar, y cuando sea necesario, desarrollar/establecer las capacidades de instituciones nacionales para poner en práctica la investigación y vigilancia de la contaminación marina, así como formular y aplicar medidas de control y reducción de la contaminación.

El Programa CEPPOL consiste en una serie de componentes intervinculados de investigación, estudios de base, vigilancia de la contaminación, elaboración de inventarios de contaminantes, identificación de acciones prioritarias, medidas preventivas y de reducción, y asistencia a los Gobiernos de la RGC en la ejecución de estas acciones y medidas y en la evaluación de su efectividad. Las actividades concretas establecidas para el programa para el período 1990-1995 son las siguientes:

- 4.4.1 Control de las Fuentes Terrestres de Contaminación de Origen Doméstico, Industrial y Agrícola.

- 4.4.2 Estudios de Base sobre la Contaminación por Plaguicidas y Formulación de las Medidas para su Control.
- 4.4.3 Evaluación y Control de la Calidad Sanitaria de las Aguas Costeras Destinadas a la Recreación y al Cultivo de Mariscos.
- 4.4.4 Vigilancia y Control de la Contaminación por Petróleo y Desechos Sólidos Flotantes.
- 4.4.5 Estudio de los Ecosistemas Deteriorados en Sitios Específicos y Desarrollo de Propuestas para Medidas Remediadoras.
- 4.4.6 Desarrollo de un Criterio de Calidad Ambiental.
- 4.4.7 Investigación sobre la Importancia de los Compuestos Orgánicos de Estaño como Contaminantes de la Región del Gran Caribe.
- 4.4.8 Investigación sobre la Importancia de la Creciente Turbidez y Eutroficación en la Región del Gran Caribe como Resultado del Cambio en la Ordenación Territorial.
- 4.4.9 Coordinación del Programa CEPPOL.

Entre las actividades arriba mencionadas, la evaluación de las fuentes de contaminación marina costera de origen doméstico, industrial y agrícola, es un elemento esencial del programa para la obtención de medidas significativas en el control de la contaminación. También es importante concentrarse en los contaminantes y sitios que requerirán atención urgente, y facilitar la ejecución de las restantes actividades del programa.

V. Alcance y Propósito de la Actividad 4.4.1 del Programa CEPPOL para el "Control de las Fuentes de Contaminación de Origen Doméstico, Industrial y Agrícola"

El siguiente texto resume los resultados de esta actividad del Programa CEPPOL y presenta datos recabados por instituciones nacionales en los países de la RGA, junto con una evaluación del estado de la contaminación marina en la región y las acciones prioritarias para su reducción y control. Para satisfacer el principal objetivo de la Actividad 4.4.1. del Programa CEPPOL, la cual es reducir las cargas contaminantes que alcanzan el medio marino y costero de la RGC desde las fuentes terrestres donde se originan, se utilizó la siguiente metodología:

- (i) Preparación de inventarios nacionales de fuentes terrestres de contaminación marina (FTC);

Informe Técnico del PAC No. 33

- (ii) Evaluación de los tipos y cantidades de contaminantes que alcanzan el medio marino costero de la RGC; e
- (iii) Información sobre medidas legales y administrativas que reglamentan el control de las FTC en los distintos países de la región.

La preparación de Inventarios de FTC fue diseñada para cubrir todas las actividades pertinentes a la descarga de desechos que pueden contribuir al deterioro de los ecosistemas marinos costeros y constituirse en una amenaza para la salud pública. Para lograr las metas mencionadas se utilizó un enfoque sectorial que incluyó las siguientes fuentes de contaminación marina costera en la RGC: doméstica, industrial, agroquímica y descargas en los ríos. Es importante señalar que, el Inventario de FTC para la Costa del Golfo perteneciente a los EE.UU., incluyó tanto fuentes puntuales como fuentes no puntuales. Los inventarios restantes preparados por los países de la región se limitaron a las fuentes puntuales de contaminación. Por otra parte, con respecto a la evaluación de descargas contaminantes procedentes de fuentes fluviales, sólo unos pocos países fueron capaces de proveer información limitada para un número reducido de contaminantes.

Sobre la base de la información incluida en los inventarios de FTC a llevarse a cabo en 25 países de la región, se preparó una evaluación de las cargas de desechos procedentes de cada fuente. Este ejercicio representa la primera evaluación regional de las FTC que afectan el medio marino costero de la Región del Gran Caribe. De este modo, se logró un recuento exhaustivo de los tipos y cantidades de contaminantes, procedentes principalmente de fuentes terrestres, y su distribución geográfica en la región.

VI. Enfoque Básico e Implementación

La compleja tarea de emprender inventarios de FTC en un área geográfica extensa como la RGC con la cooperación de 33 Estados y Territorios de diversas culturas, sistemas socio políticos y etapas de desarrollo diferentes, requirió un enfoque amplio con una metodología que fuera adecuada a todos los países de la región.

Durante la fase preparatoria de la Actividad 4.4.1. de CEPPOL, se consideró un número de metodologías para la preparación de inventarios de FTC. La metodología seleccionada se basó en el documento de la OMS que se titula "Management and Control of the Environment" WHO/PEP/89.1 (105), del cual se preparó una versión abreviada y ligeramente modificada. Por otra parte, la metodología elegida aseguró un enfoque uniforme para evaluar las fuentes puntuales de contaminación y permitió la evaluación comparativa de los contaminantes que se originan en las distintas fuentes de los varios países de la RGC.

Es de notar que en los inventarios de FTC para los EE.UU., Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los EE.UU. se empleó la metodología para fuentes puntuales permitidas del Inventario de Descargas Contaminantes en las Costas de NOAA (NCPDI).

La Unidad de Coordinación Regional del PAC aseguró la participación de los países de la región a través de los puntos focales de CEPOL nombrados por estos países. Durante 1991 se enviaron cartas circulares a estos puntos focales para nombrar las instituciones y el personal necesario para llevar a cabo la preparación de los inventarios de FTC. Se envió copia de las directrices a los puntos focales nacionales. A aquellos que aceptaron la invitación también se les brindó una modesta contribución financiera. Al momento de este documento 27 países han participado en este ejercicio, 25 de los cuales han completado los inventarios de FTC.

En diciembre de 1991, la Secretaría convocó a una reunión para evaluar el progreso alcanzado en la ejecución de los inventarios nacionales de FTC. Varios participantes expresaron sus dudas acerca de los factores resumidos en la metodología para calcular las descargas contaminantes. Durante la reunión se decidió que cada país debería usar, en primer lugar, su propia experiencia para calcular la descarga de contaminantes y que la metodología debería utilizarse en ausencia de información valiosa o de medidas adecuadas para caracterizar la fuente de contaminación tanto cualitativa como cuantitativamente. Por otra parte, se destacó que los factores propuestos por la metodología de la OMS ya habían sido utilizados en otras regiones con resultados relativamente positivos.

Mediante el análisis de los datos originales de la encuesta de cada país, así como de la información estadística proveniente de otras fuentes se llegó a la evaluación de las cargas contaminantes procedentes de distintas fuentes de desechos que se eliminan en las áreas marinas costeras de la RGC.

Para poder evaluar la distribución geográfica de las cargas contaminantes que se eliminan de fuentes terrestres de contaminación y facilitar el análisis de los resultados, la RGC fue dividida en 6 sub-regiones (**Tabla 8, Fig. 2**).

Tabla 8. Areas subregionales dentro de la Región del Gran Caribe y países que las componen

I.	Golfo de México	Cuba, México y los Estados Unidos
II.	Caribe Occidental	Belice, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá
III.	Caribe Nororiental y Central	Bahamas, Islas Caimán, Cuba, República Dominicana, Haití, Jamaica, Puerto Rico e Islas Turcas y Caicos
IV.	Caribe Oriental	Anguilla, Antigua y Barbuda, Barbados, Islas Vírgenes Británicas, Dominica, Grenada, Guadalupe, Martinica, Monserrat, San Martin, Sta. Lucía, San. Kitts y Nevis, San. Vicente y las Granadinas e Islas Vírgenes de EE.UU.
V.	Caribe del Sur	Colombia, Antillas Neerlandesas, Trinidad y Tabago y Venezuela
VI.	Atlántico Ecuatorial Noroeste	Guayana Francesa, Guyana y Surinam

VII. Resultados del Inventario sobre Fuentes Terrestres de Contaminación Marina

El principal objetivo de los inventarios de FTC es identificar todas las descargas de desechos procedentes de fuentes puntuales, de forma individual y por localización geográfica, así como determinar la naturaleza y la magnitud de las descargas arriba mencionadas.

Con respecto a las fuentes industriales, algunos datos se obtuvieron directamente de la fuente, pero esta información era en gran parte incompleta y variaba de país en país de las distintas subregiones. Por consiguiente, fue necesario utilizar fuentes de información adicionales. Los datos se han resumido en las **Tablas 9 y 10** que indican las cargas, en toneladas por año, generadas tanto por fuentes puntuales domésticas como industriales. Los contaminantes incluidos en los inventarios fueron DBO₅, SST, NT, FT y Petróleo y sus derivados.

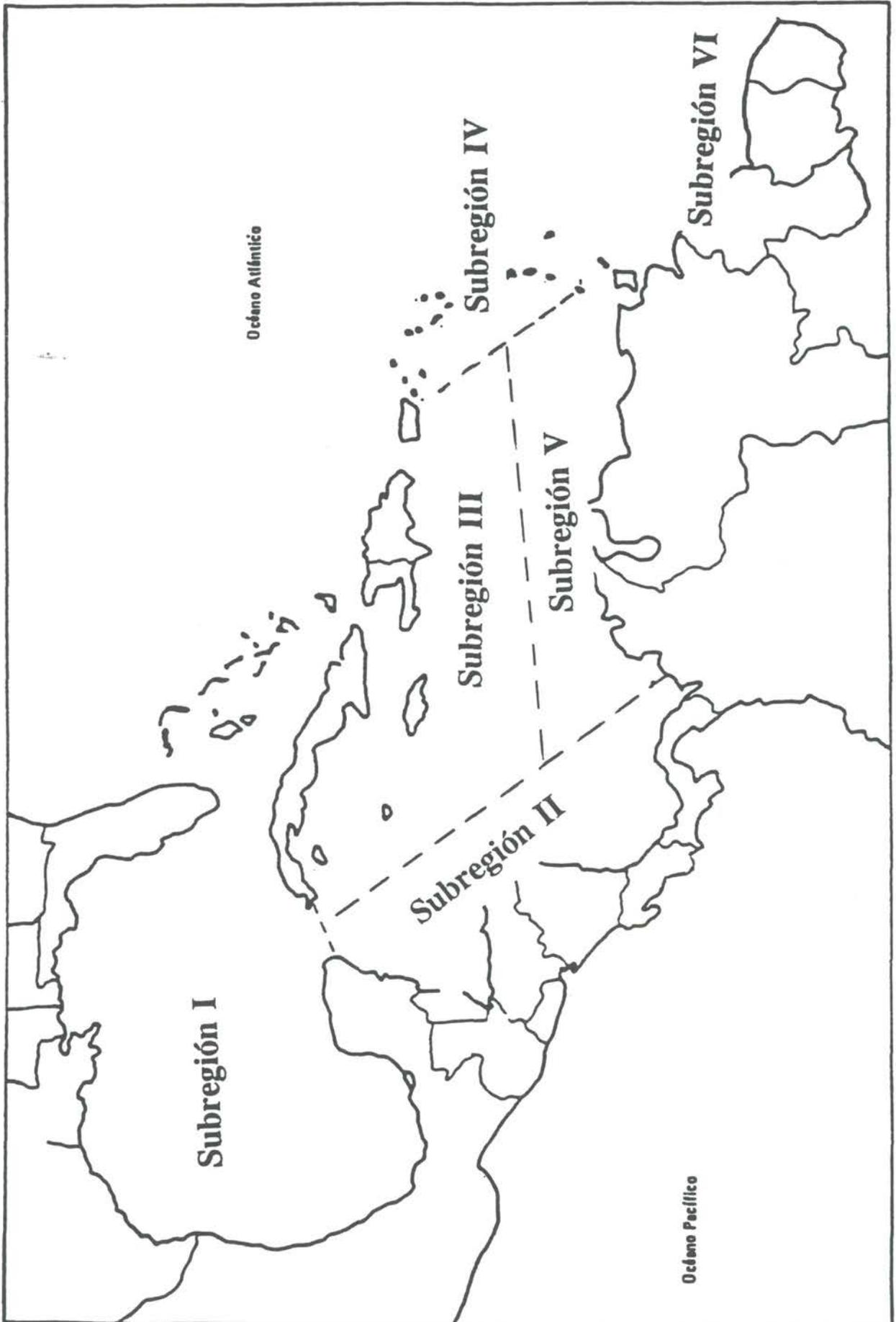


Figura 2: Subregiones de la Región del Gran Caribe

TABLA 9 Cargas de desechos procedentes de fuentes domésticas en la Región del Gran Caribe por Subregiones (tons/año)

País/Subregión	DBO	SST	NT	CT	Oil and Grease
Subregión I					
Cuba(Costa N.Or.)	53,734	50,811 20,964	4,198 4,184	5,915	5,985
México(Costa del Golfo)	24,529	44,552	25,688	1,810	8,379
EE.UU. (Costa del Golfo)	37,393			11,416	27,006
Subtotal	115,656	116,327	34,070	19,141	41,370
Subregión II					
Belice	1,905	2,100	650	320	240
Costa Rica	530	1,079	210	25	20
Honduras	9,626	8,235	625	823	450
México(Costa del Caribe)	3,756	3,232	607	261	1,256
Panamá	969	1,781	327	38	35
Subtotal	16,785	16,427	2,419	1,467	2,001
Subregión III					
Cuba (Costa del Caribe)	9,413	3,481	572	296	112
República Dominicana	40,573	60,000	3,027	4,182	5,125
Jamaica	4,227	6,658	1,097	133	350
Puerto Rico	16,819	20,000	530	890	500
Isl. Turcas y Caicos	47	75	13	2	2
Subtotal	71,079	90,214	5,239	5,503	6,089
Subregión IV					
Antigua y Barbuda	29	45	7	1	1
Barbados	3,838	3,300	290	378	290
Isl. Vírgenes Brit.	85	145	26	3	2
Dominica	51	81	13	2	2
Grenada	86	136	22	3	2
Sta. Lucía	25	40	29	2	1
San Kitts y Nev.	250	390	66	9	5
San Vic. y Gran.	26	40	7	1	1
Subtotal	4,790	4,617	710	531	504
Subregión V					
Aruba	61	52	20	4	1
Colombia	26,300	42,120	7,118	986	620
Antillas Neerland.	85	5	40	1	1
Trinidad y Tabago	1,000	1,567 185,000	1,585	59	28
Venezuela	232,725		77,575	32,425	18,325
Subtotal	260,171	228,744	86,338	33,475	18,975
GRAN TOTAL	506,482	456,329	128,796	60,117	68,939

La descarga de contaminantes domésticos, con excepción de la Costa del Golfo que le corresponde a los Estados Unidos, presentó una reducción. Como se ha expresado en el punto III de este informe, existe muy poca información sobre el número de comunidades costeras con facilidades para el tratamiento de aguas residuales, que sirven solo a un 10% de la población de la región.

El inventario de cargas industriales abarcó una variedad de fuentes procedentes de la producción. Por consiguiente, se intentó resumir categorías amplias de industrias y de identificar áreas con alta concentración de actividades industriales en la RGC.

La encuesta para la evaluación de las cargas procedentes de la industria y arrastradas por los ríos de la región, aún no se ha completado. Solo se incluyó en los informes nacionales las cargas contaminantes que arrastran cinco ríos de la región.

1. *Aguas residuales domésticas*

En la **Tabla 9** se presenta información sobre cargas contaminantes de origen doméstico que se introducen en las áreas costeras de la Región del Gran Caribe. Además, se recabó información relativa al número de habitantes de las costas en cada una de las subregiones para proveer una base adecuada para la preparación del inventario de fuentes de contaminación por desechos domésticos.

La población total de habitantes costeros de la RGC se estimó en unos 50 millones de habitantes. Además, existe un número considerable de turistas que durante todo el año visitan las áreas turísticas de la RGC. La contribución de los turistas a las cargas de desechos domésticos no fue incluida en los inventarios nacionales.

2. *Aguas de desechos industriales*

Los datos sobre las cargas contaminantes procedentes del sector industrial en la RGC fueron compilados mediante la identificación de su distribución geográfica así como del tipo y magnitud de las cargas de contaminantes industriales. En la **Tabla 10** se presenta información por subregiones sobre estas cargas contaminantes.

TABLA 10. Actividades industriales y número de plantas en la Región del Gran Caribe Region

País/Subregión	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Total
Subregión I																
Cuba	1	20	3	10	3	1	2	2	1		4		2	5	5	59
México	2	6	2	8	13	13					2			33	33	66
EE.UU.	72	151	2	119	24	314		100	3	2,194	1	75			1,675	4,775
Subtotal	75	177	7	137	27	328	2	102	4	2,194	7	75	2	5	1,711	4,850
Subregión II																
Belice		2	1	5									1			9
Costa Rica	1	2	2	1				2								4
Honduras	2	2	2	6	1	1			1							17
México (Caribe)	2	6	2	8	13	13						2	2			33
Panamá	1	1	2	10	2	2						3	3		4	20
Subtotal	6	10	7	30	1	16		2	1			6	6		4	83
Subregión III																
Cuba (Costa del Caribe)	2	20	2	9	2	6	1		2	2		3	3	2	2	56
República Dominicana	1	13	13	152	11	8	6	9	2	24	8	6	9	8	95	365
Jamaica	1	9	2	17	3	1	1	1	2	1	3	4	4		12	56
Puerto Rico	4			7		2							3		5	21
Turcas y Caicos																
Subtotal	8	42	17	185	13	19	8	10	6	27	11	9	19	10	114	498
Subregión IV																
Antigua y Barbuda	1	3	4	5			5		3		3	4	2	1	10	8
Barbados																38
Islas Virgenes Británicas													1	1		9
Dominica	1	1		4									2	1		8
Granada	2	2	3	7									1			13
Sta.Lucía	1	1	3	4									3		2	15
San Kitts y Nevis	2	2	2	5		1			2		1		1	1		13
San Vincent y Granadinas	1	1	3	10						1						14
Islas Virgenes de EE.UU.	1	1											1			2
Subtotal	1	12	15	44		6			5		4	4	11	3	12	117
Subregión V																
Aruba	1		2	2		1		1	1				1			9
Colombia	1	2	7	51	1	17	5	2	3		5	8	3		5	110
Antillas Neerlandesas	1		3	2					3							9
Trinidad y Tabago	2	5	7	40	1	13	1	6	5		6	5	1	18	33	114
Venezuela	8	8	8	134	2	41	8	10	12		6	5	2	2	24	286
Subtotal	13	15	27	329	4	72	14	19	24		11	13	7	18	62	528
TOTAL	100	250	74	618	46	422	30	133	42	2,221	101	26	46	30	1,881	6,011

A = Refinerías de petróleo; B = Ingenieros azucareros, refinerías, destilerías de alcoholes; C = Malta, licores y bebidas gaseosas; D = Plantas procesadoras de alimentos (sic códigos 1110, 3111, 3112, 3113, 3114, 3115 and 3116); E = Pulpa de papel; F = Industrias químicas y de plaguicidas; G = Textil; H = Industrias básicas (hierro y acero, metales no ferrosos, maquinaria); I = Jabón y cosméticos; J = Mintería; K = Plástico; L = Tomerics; M = Plantas Eléctricas; N = Galvanoplastia; O = Otras.

La distribución de industrias altamente contaminantes en la RGC se expresa en la **Tabla 11**. Se intentó agrupar las industrias en categorías amplias con el objetivo de identificar subregiones con altas cargas de contaminación industrial. Se identificaron seis categorías mayores de industrias que producen altas cargas contaminantes:

- (i) refinерías de petróleo
- (ii) ingenios azucareros y destilerías;
- (iii) procesadoras y envasadoras de alimentos;
- (iv) manufactura de cerveza, licores y bebidas gaseosas
- (v) fábricas de pulpa y papel;
- (vi) industria química (orgánica e inorgánica).

Las áreas con las cargas más altas de contaminación se localizaron en las subregiones I y V. En la **Tabla 12** se presenta también información sobre la contribución relativa de las cargas contaminantes sobre la base del tipo de industria. Por ejemplo, las refinерías contribuyen con 70% del total de las cargas industriales de DBO₅ y con 80% de las cargas contaminantes de petróleo. Estas cargas contaminantes de petróleo representan una pérdida anual de aproximadamente US\$ 116 x 10⁶, considerando el precio del petróleo a \$ 16 dólares de los EE. UU. por barril.

TABLA 11. Cargas de desechos de fuentes industriales en la Región del Gran Caribe

Pais/Subregión	DBO	SST	NT	FT	Petr. y grasa	Hg	Ni	Pb	Cu	Cr	Zn	Plomo
Subregión I												
Cuba	103,438	79,732	3,261	1,424	4,474	X	X		X	X	X	X
Mex. (Costa del G)	2,073,666	27,496,000	673	42	625,630	X	X		X	X	X	X
EE.UU. (Costa del G.)	68,658	246,152	13,300	16,251	10,077	X	X		X	X	X	X
Subtotal	2,245,762	27,821,884	17,234	17,717	640,181	X	X		X	X	X	X
Subregión II												
Belice	870	1,150	290	80	70							X
Costa Rica	6,359	5,572	1,057	288	2,138							
Honduras	119,345	142,510	39,125	4,150	6,320							
México (Carib.)										X		X
Panamá	284	655	54	1	83							
Subtotal	126,858	149,887	40,526	4,519	8,611							
Subregión III												
Cuba (Costa Car.)	79,862	27,350	3,890	4,156	104				X		X	X
Rep. Dominicana	57,826	113,516	19,200	8,500	4,350	X			X		X	X
Jamaica	5,753	3,098	175	6	620				X		X	X
Puerto Rico	214,000	850,000	20,000	28	123,000				X		X	X
Turcas y Caicos												
Subtotal	357,441	993,964	43,265	12,690	128,074				X		X	X
Subregión IV												
Antigua y Barbuda	55	120	1	1	1				X		X	X
Barbados	92,000	266,000	37,000	15,000	41,000		X		X		X	X
Is. Virg. Britán.	5	23	2	1	2				X			
Dominica	1,650	2,512	200	100	180				X		X	X
Grenada	252	178	55	30	10				X		X	X
Sta. Lucía	190	895	38	34	10				X		X	X
S. Kitts y Nevis	201	73	5	3	1				X		X	X
S. Vicente y Gr.	331	424	3	2	2				X		X	X
EE.UU.	23	45	2	1	21				X		X	X
Subtotal	94,707	270,270	37,306	15,171	41,227				X		X	X
Subregión V												
Aruba	270	180	40	12	115							X
Colombia	14,693	23,738	4,300	2,100	1,693					X		X
Antillas Neerlandesas	2,977	876	290	2	1,050					X		X
Trinidad y Tabago	299,000	1,060,000	111,000	172	146,000					X		X
Venezuela	286,430	1,600,154	95,477	30,251	13,750		X			X		X
Subtotal	603,370	2,684,948	211,107	32,537	162,608							
TOTAL	3,428,138	31,920,953	349,438	82,634	980,701							

x = Los datos indican que este contaminante se descarga en el medio marino

TABLA 12. Contribución relativa de DBO, por tipo de industria

País/ Subregión	Procesadora de Alimentos		Ing. Azucareros Dest. de Alcohol		Refinerías de Petróleo		Industria Química		Ind. Cervecera/ Bebidas Gas.		Industria Papelera		Total por país	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Subregión I														
Cuba	-	-	115,479	63.0	14,600	8.0	-	-	21,446	11.7	19,979	10.9	171,504	93.6
México	-	-	-	-	1,799,942	86.8	-	-	-	-	-	-	1,799,942	86.8
EE.UU.	2,100	3.0	7,722	11.0	7,026	10.0	14,855	22.0	-	-	20,417	30.0	52,120	76.0
Subtotal	2,100	0.1	123,201	5.2	1,821,568	78.3	14,855	0.6	21,466	0.9	40,396	1.7	2,023,566	87.0
Subregión II														
Belice	140	16.0	540	62.0	-	-	-	-	120	14.0	-	-	800	92.0
Costa Rica	5246	82.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,246	86.5
Honduras	4705	4.0	6,400	5.0	10,140	8.0	3,261	3.0	92,230	77.0	-	-	116,736	97.0
Panamá	-	-	-	-	243	85.7	-	-	-	-	-	-	243	85.7
Subtotal	10,091	7.95	6,940	5.4	10,383	8.0	3,261	2.5	92,350	73.0	-	-	123,025	97.6
Subregión III														
Rep. Dominicana	8,900	15.0	14,173	25.0	11,217	20.0	-	-	21,000	36.0	-	-	55,830	96.0
Jamaica	1,208	21.0	2,819	7.0	402	7.0	-	-	604	10.5	-	-	5,033	87.5
Puerto Rico	-	-	-	-	212,000	99.0	-	-	-	-	-	-	212,000	99.0
Turcas y Caicos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal	10,108	3.6	17,532	6.3	223,619	80.5	-	-	21,604	7.6	-	-	272,863	98.0
Subregión IV														
A/Barbuda	9	16.0	45	82.0	-	-	-	-	-	-	-	-	54	98.0
Barbados	-	-	-	-	71,760	78.0	-	-	-	-	-	-	71,760	78.0
I. Virg. Bri.	4	80.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	80.0
Dominica	1,582	95.0	40	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1,622	97.0
Granada	-	-	78	31.0	-	-	-	-	172	68.0	-	-	250	99.0
Sta. Lucía	152	80.0	30	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	182	96.0
S. K/Nevis	12	6.0	154	77.0	-	-	-	-	31	15.0	-	-	197	98.0
San. V/Gren.	92	28.0	180	54.0	-	-	-	-	58	17.0	-	-	330	99.0
I.V.EE.UU.	-	-	22	96.00.	-	-	-	-	-	-	-	-	22	96.0
Subtotal	1,851	2.0	703	6	71,760	76.1	-	-	261	0.2	-	-	74,575	78.8
Subregión V														
Aruba	30	11.0	-	-	136	50.0	-	-	60	22.	-	-	226	83.0
Colombia	1,755	12.0	1,580	11.0	844	6.0	4,500	30.0	2,610	18	-	-	11,289	77.0
Antillas Neerl.	-	-	-	-	2,768	93.0	-	-	-	-	-	-	2,768	93.0
Trinidad/Tabago	-	-	-	-	279,864	93.6	-	-	-	-	-	-	279,864	93.6
Venezuela	121,467	42.0	32,681	11.0	3,500	0.7	8,700	3.0	23,200	8	19,760	7	209,108	72.0
Subtotal	123,252	20.4	34,261	5.6	286,932	47.5	13,200	21.1	25,670	4.2	19,760	3.2	503,255	83.1
TOTAL	147,402	4.3	152,924	4.4	2,414,442	70.0	31,316	1.1	178,207	5.0	60,162	1.7	2,984,453	86.5

3. Descargas de los ríos

Debido a que los inventarios nacionales de FTC carecen de información sobre las cargas contaminantes arrastradas por los ríos, sólo se puede realizar una evaluación limitada de las cargas procedentes de ríos (**Tabla 13**). Como es de esperar, los ríos como el Mississippi y el Magdalena descargan una cantidad considerable de materiales disueltos y en suspensión, mientras que otros con mucho menos caudal pueden llevar cargas significativas que se deben a las actividades humanas en sus cuencas (desarrollo agrícola, deforestación, urbanización, etc.). Basados en la cantidad limitada de información recabada solamente para siete ríos de la región, con caudales que varían de 10 a 17,000 m³/s, es posible considerar que la carga de DBO₅ en los ríos encuestados es de la misma magnitud que la estimada para fuentes industriales y domésticas. Los mismos estimados pueden expresarse para cargas de SST así como para los otros contaminantes.

Con referencia a las cargas de nutrientes (NT y CT) la información disponible no es suficiente para estimar el impacto de los escurrimientos agrícolas y urbanos, así como rurales sobre las aguas costeras de la RGC.

VIII. Resultados de la Evaluación de Cargas Contaminantes

En las **Figuras 3-7** se hace un resumen de las cargas integradas de contaminantes que se generan tanto por fuentes domésticas como industriales en las que las descargas de desechos de cada país en las distintas subregiones fueron comparadas a nivel nacional y regional y luego fueron agrupadas por fuentes y cargas contaminantes para cada subregión.

1. Materia orgánica (DBO₅)

Los niveles de contaminación anual por DBO₅ procedente de fuentes puntuales llegan a 0.5 x 10⁶ t/año (**Figura 3**). Esta carga está relacionada con dos factores: la población de las comunidades costeras y la carencia de facilidades para el adecuado tratamiento de aguas servidas. Por ejemplo, los habitantes de las regiones costeras de las subregiones I y V, localizadas a lo largo de la costa del Golfo de México y del Sur del Caribe, generaron cargas estimadas de DBO₅ de 1.1 x 10⁵ t/año, y 2.6 x 10⁵ t/año, respectivamente. Sin embargo, la población de la subregión I se estimó en 16 millones mientras que la población de la subregión V se estimó en 10 millones. Para explicar esta aparente anomalía relativa al DBO₅ generado en las subregiones arriba mencionadas, es importante considerar que en la costa del Golfo que pertenece a los Estados Unidos se encuentran en servicio 1.293 plantas de tratamiento de aguas servidas las cuales proveen tratamiento secundario. Por otra parte, el resto de la RGC, incluyendo la subregión V no posee sistemas municipales adecuados de alcantarillado y de tratamiento de desechos. La carga estimada de DBO₅ para las subregiones restantes varía de 4.7 x 10³ t/año a 7.1 x 10⁴ t/año. Existe una alta correlación entre el número de habitantes de las subregiones y las cargas de materia orgánica.

TABLA 13. Descargas contaminantes de algunos ríos de la Región del Caribe

Ríos	País	Q (m ³ /s)	DBO ⁵ (t/año)	SST (t/año)	NT (t/año)	CT (t/y)
Río Cobre	Jamaica	10	6.3 x 10 ³	1.3 x 10 ⁴		
Yaracuy	Venezuela	16	5.5 x 10 ³	3.5 x 10 ⁴	8.5 x 10 ²	7.8 x 10
Ozama	Rep. Dominicana	48	3.6 x 10 ⁴	1.3 x 10 ⁵		
Reventazón	Costa Rica	247	6.8 x 10 ⁴	1.3 x 10 ⁶	1.1 x 10 ⁴	
Coatzacoalcos	México	420	6.7 x 10 ⁴	3.5 x 10 ⁷	1.7 x 10 ⁴	
Grijalva	México	795	1.3 X 10 ⁵	2.2 X 10 ⁶		
Magdalena	Colombia	7,000	2.8 x 10 ⁵	6.8 x 10 ⁷	1.3 x 10 ⁵	1.4 x 10 ⁴
Mississippi	EE.UU.			3.2 x 10 ⁸	3.4 x 10 ⁵	6.9 x 10 ⁴

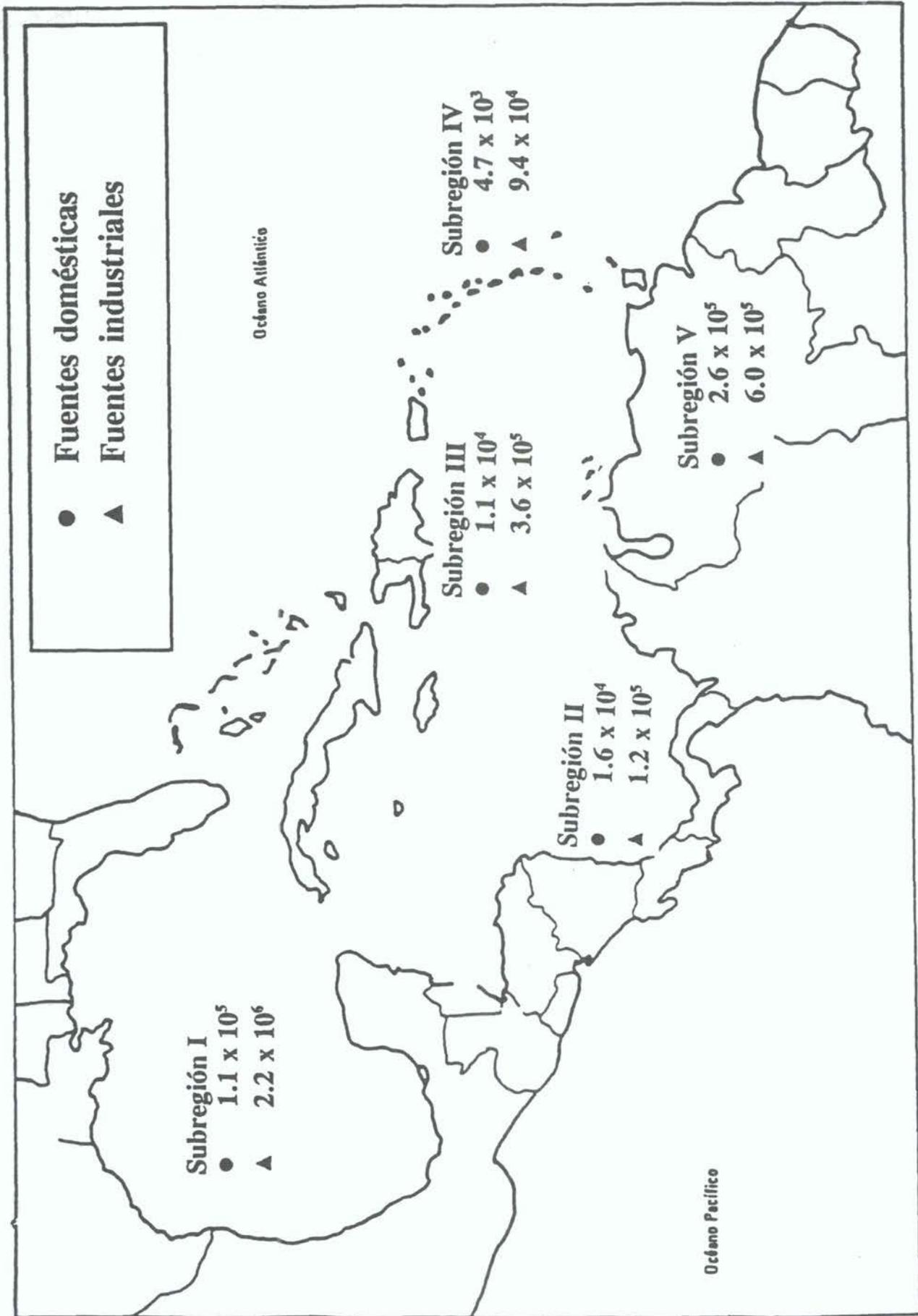


Figura 3: Distribución de cargas por DBO₅ (t/a) por subregiones de la Región del Gran Caribe

2. *Sólidos en suspensión*

Los ríos arrastran naturalmente hacia las aguas costeras gran cantidad de sólidos en suspensión (SST). Además existen contribuciones comparativamente menores de SST que tienen su origen en fuentes puntuales industriales y domésticas. Debe tomarse en consideración, el origen diferente y las características de las cargas de sólidos suspendidos industriales y domésticos.

La **Figura 4** presenta las cargas de SST procedentes de fuentes industriales y domésticas. Las cargas más altas de SST de fuentes domésticas e industriales se observaron en las subregiones I y V. Es importante señalar los valores excepcionalmente altos de cargas de SST registrados en el Golfo de México (subregión I). De conformidad con la información que se presenta en la **Tabla 10**, 87% de las cargas industriales de SST se hallaban en la costa del Golfo perteneciente a México. Las cargas de SST provenientes de actividades industriales se encuentran a uno o dos niveles de magnitud más altos que las cargas de SST eliminadas por fuentes domésticas.

3. *Descargas de petróleo y grasas*

Las cargas contaminantes de petróleo y grasas procedentes de fuentes domésticas e industriales estimadas anualmente, se presentan en la **Figura 5**. La contribución de fuentes domésticas equivale a 1.1×10^5 t/año, y las cargas de petróleo y grasas de fuentes industriales fueron aproximadamente 1×10^6 t/año. De esta manera, el 90% de las cargas contaminantes por petróleo que ingresan en las aguas costeras de la RGA están relacionadas con fuentes industriales, principalmente de una vasta red de refinerías de petróleo que operan en la región. Existen aproximadamente 100 refinerías de petróleo en la RGC con una capacidad refinadora de más de 500×10^6 de petróleo por año, 75% de las cuales operan en la Subregión I. Sin embargo, las cargas contaminantes de petróleo procedentes de fuentes domésticas fueron más altas en la Subregión V con cargas relativamente altas también de fuentes industriales. La Subregión III también mostró estimados relativamente altos de petróleo y grasas, particularmente en Puerto Rico.

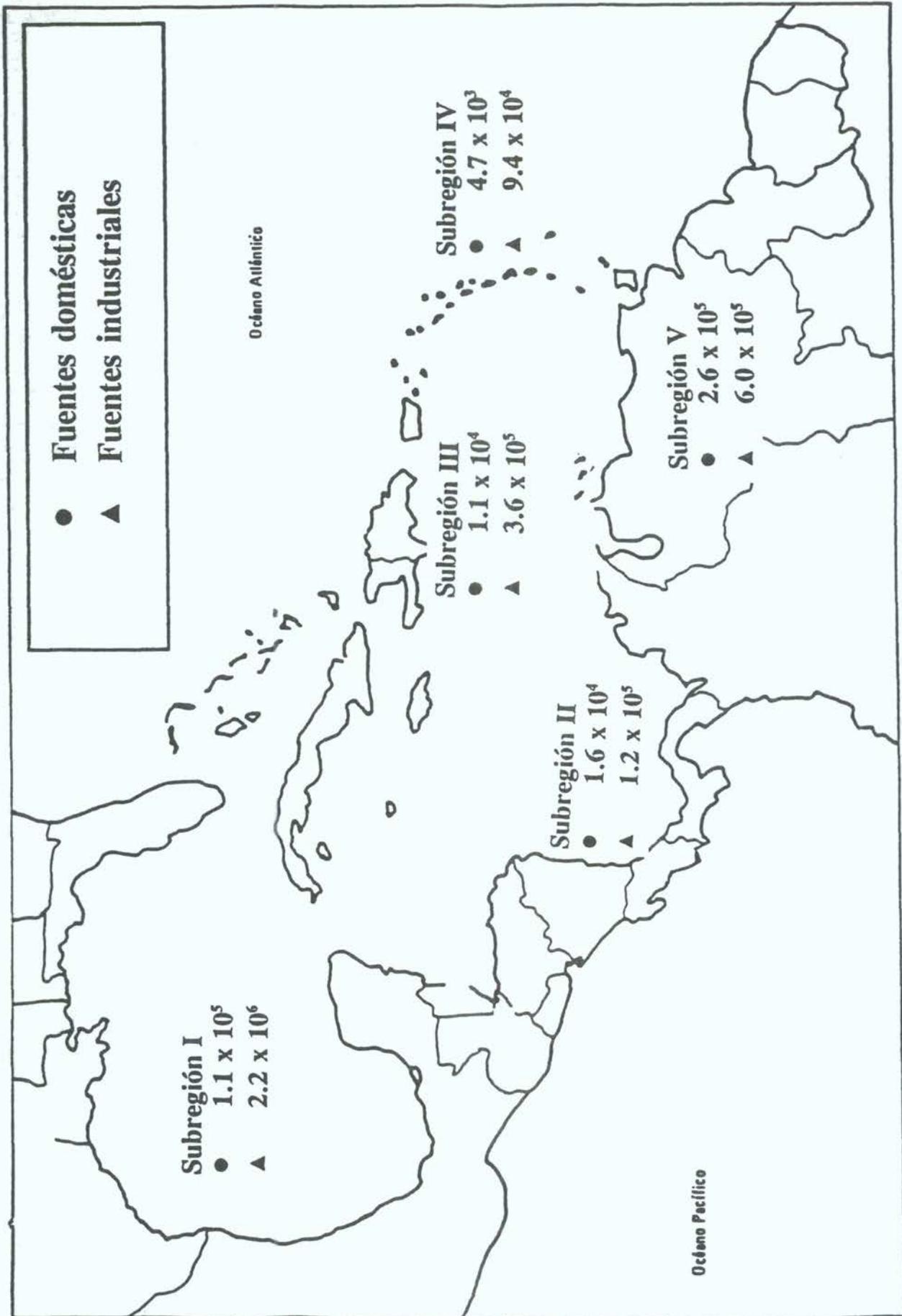


Figura 3: Distribución de cargas por DBO₅ (t/a) por subregiones de la Región del Gran Caribe

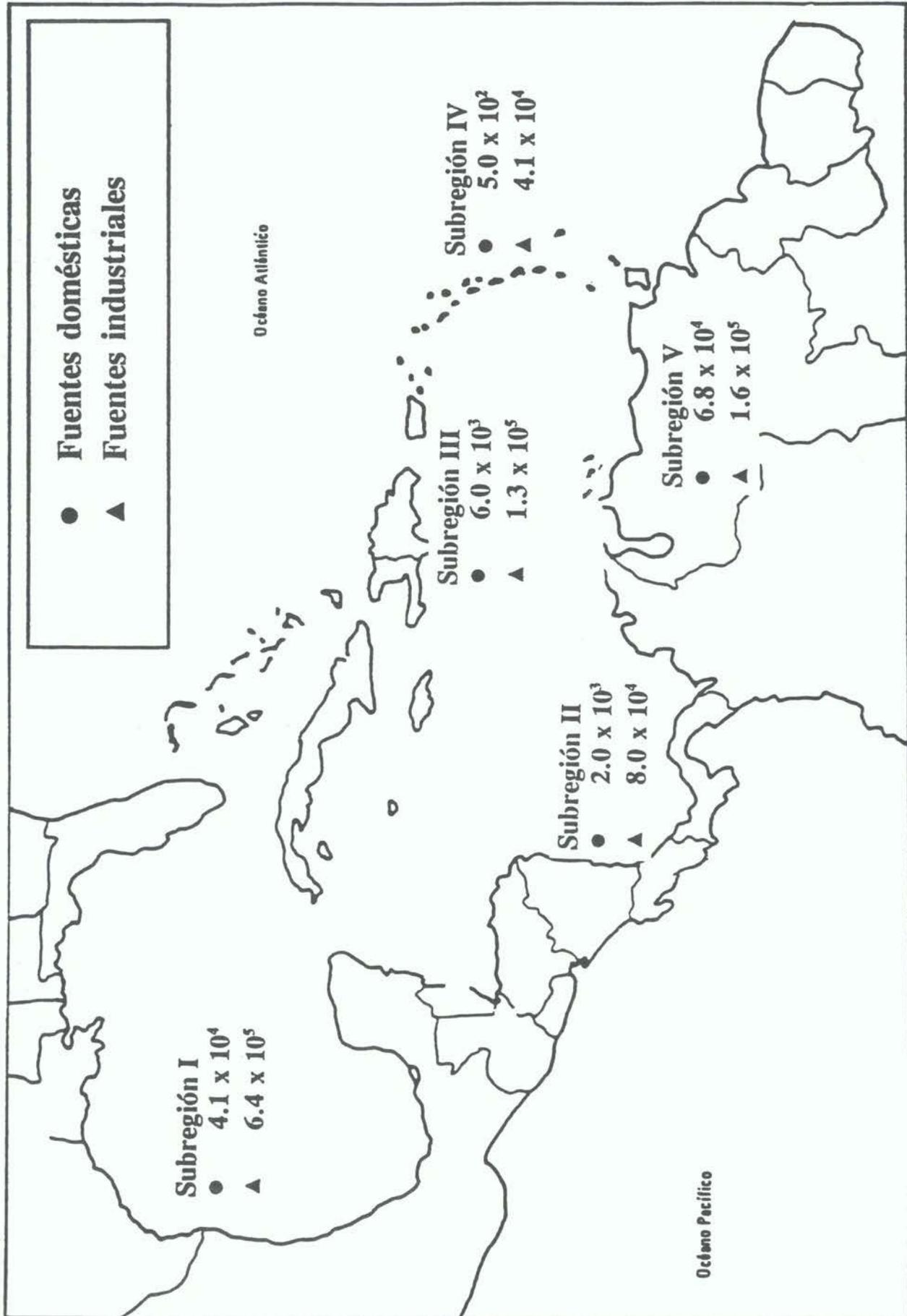


Figura 5: Distribución de cargas de petróleo y grasas (t/a) por subregiones de la Región del Gran Caribe

4. *Descargas de Nutrientes*

La mayor contribución de cargas nutrientes (TN y TF) en las áreas costeras de la RGC la representan los escurrimientos agrícolas no puntuales y los escurrimientos rurales con una contribución relativamente menor de las fuentes puntuales domésticas e industriales. En el presente informe solo se tratarán las estimaciones de cargas nutrientes procedentes de fuentes puntuales. Las Figuras 6 y 7 presentan la distribución de TN y TF de fuentes industriales y domésticas en las distintas subregiones. El total estimado de cargas contaminantes por nutrientes procedentes de fuentes terrestres equivale a 1.3×10^5 t/año de nitrógeno y 5.8×10^4 t/año de fósforo. Las cargas más altas de contaminación por nutrientes se han estimado en las subregiones V y I, respectivamente, tanto para fuentes domésticas como industriales. Las cargas de nutrientes en las subregiones II, III y IV son uno o dos órdenes de magnitud más bajas.

5. *Sustancias tóxicas*

En lo que respecta a la descarga de sustancias tóxicas procedentes de operaciones industriales, en la Tabla 10 se incluye información cualitativa sobre la descarga de metales pesados y fenoles. La mayor parte de estos metales tiene su origen en descargas industriales y en grado menor en fuentes domésticas. Desafortunadamente, los estimados cuantitativos no estaban disponibles para la mayoría de los países de la región.

IX. Prácticas de Manejo para la Eliminación de Desechos

La mayoría de los países de la RGC han adoptado instrumentos legales para controlar los varios aspectos de la eliminación de aguas residuales industriales y domésticas en el medio marino costero. De los 25 países que llevaron a cabo el inventario de FTC, sólo nueve países proporcionaron los documentos legislativos pertinentes sobre fuentes de contaminación marina de origen terrestre. El documento UNEP(OCA)/CAR WG.13/INF.12 es una compilación de la información sobre la legislación nacional de los países de la RGC, relativa a fuentes de contaminación marina de origen terrestre.

El grado al que se han aplicado estos instrumentos varía de país a país, y en muchos casos, la legislación no se cumple. El cumplimiento de los reglamentos de estas legislaciones se halla obstaculizado por la carencia de la infraestructura necesaria. Por otra parte, estos reglamentos tienden a estar dispersos en la legislación ambiental general tal como la pertinente a la pesca, la navegación, etc. Existe poca duda de que el cumplimiento de los reglamentos mencionados puede, en ocasiones, entrar en conflicto con otros intereses locales, tales como el rápido desarrollo y diversificación de industrias nuevas y complejos turísticos, particularmente en aquellos países con economías en transición.

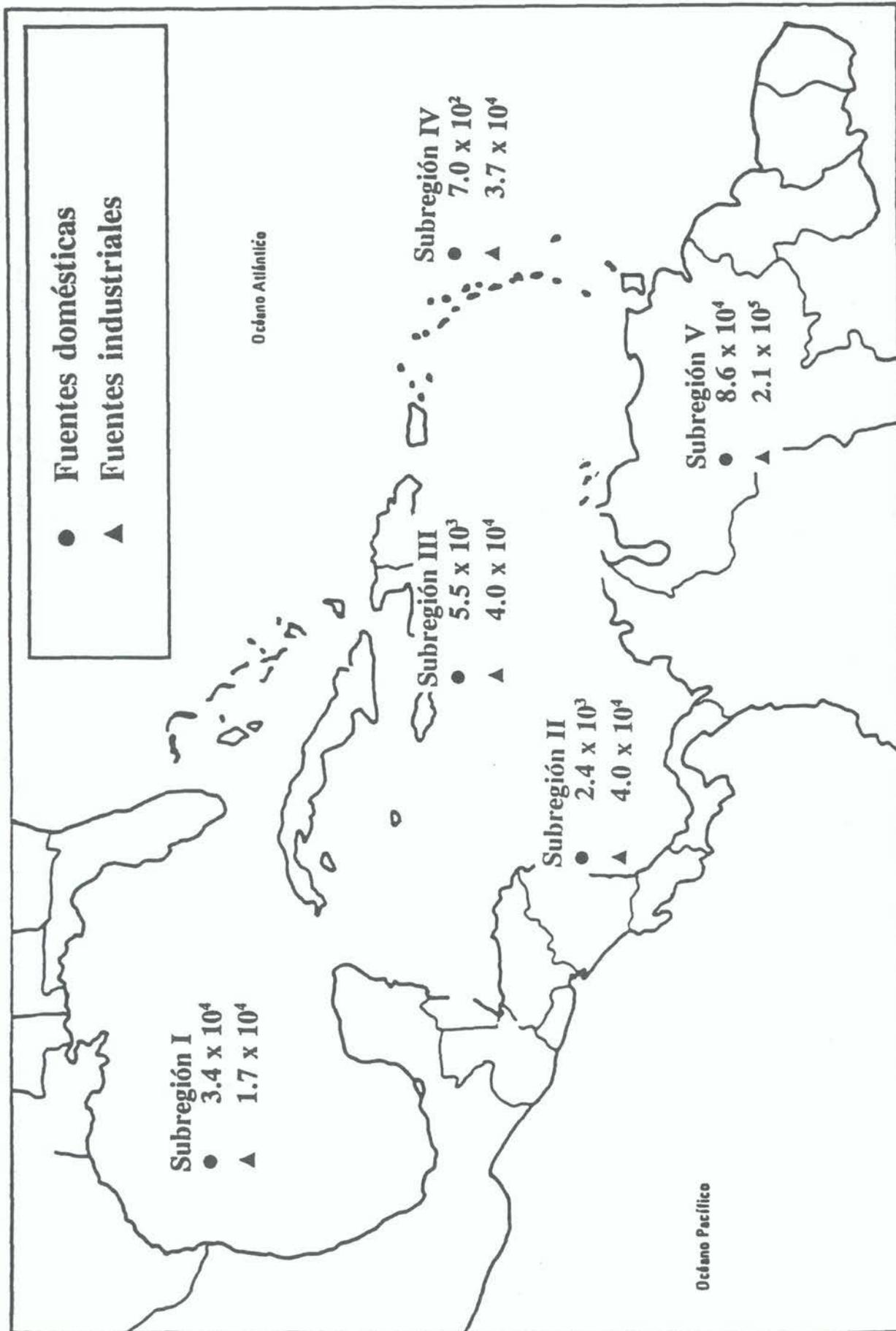


Figura 6: Distribución de nitrógeno total (t/a) por subregiones de la Región del Gran Caribe

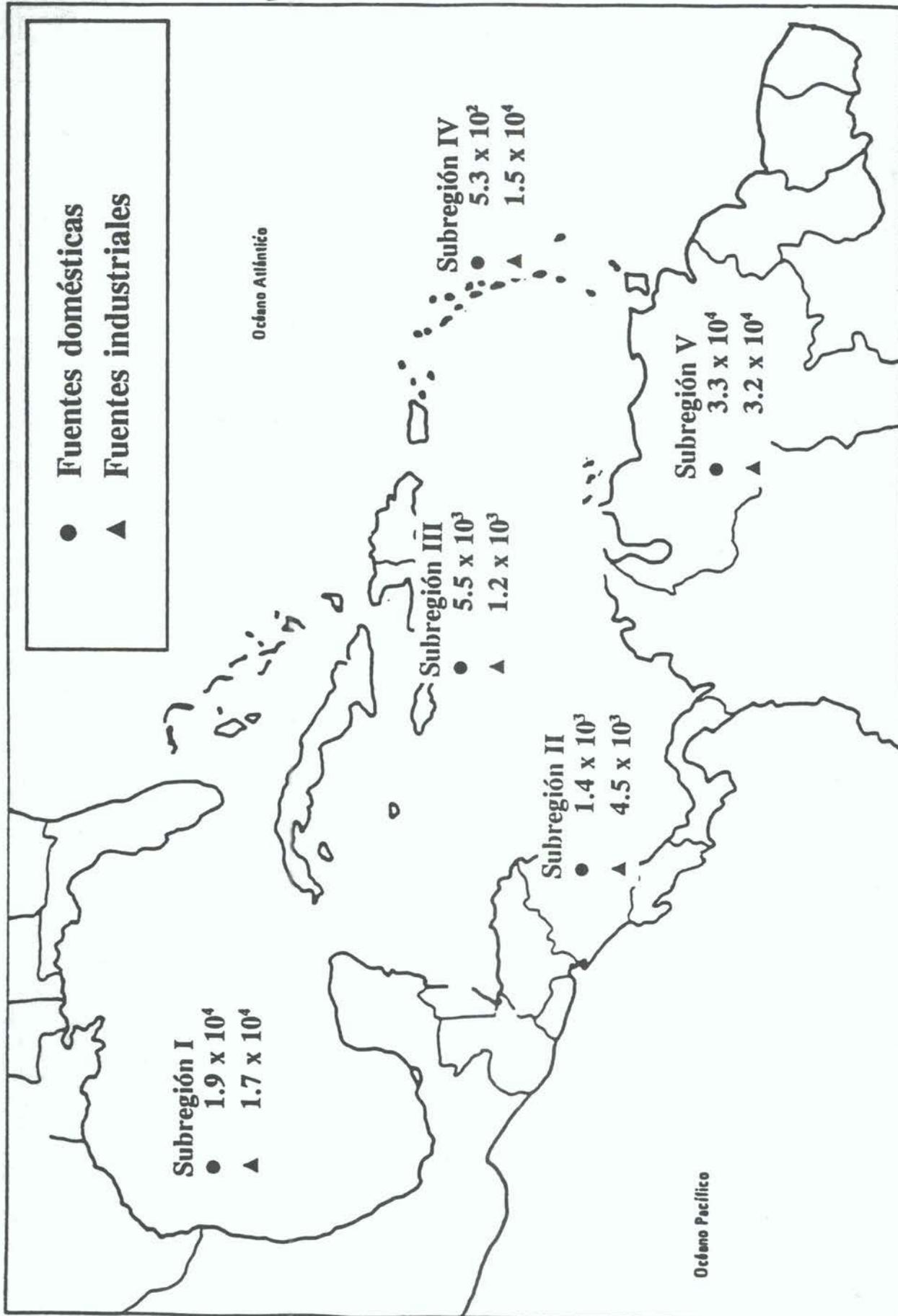


Figura 7: Distribución de fósforo total (t/a) de fuentes puntuales por subregiones de la Región del Gran Caribe

Como consecuencia, es claro que para lograr que muchos países de la RGC cumplan con las obligaciones del Protocolo de FTC en el futuro, será necesario considerar seriamente la formulación de estrategias apropiadas para salir adelante con la creciente carga de contaminantes que afectan las áreas costeras de la región.

Estas estrategias dependerán principalmente de los factores económicos, y también del compromiso político de los diferentes países de la región para proteger el medio costero.

Algunos gobiernos de la RGC ya están tomando medidas encaminadas a reducir y controlar las cargas contaminantes que afectan sus áreas costeras. Sobre la base de la información recabada por el Programa CEPPOL se están aplicando las siguientes medidas financieras y reguladoras con resultados positivos:

- (i) inversiones del gobierno;
- (ii) asistencia financiera internacional;
- (iii) impuestos a los servicios y la contaminación
- (iv) aplicación efectiva de las leyes y reglamentos para proteger el medio marino y costero.

Las estrategias enumeradas arriba pueden combinarse de acuerdo con las necesidades de cada país, ya que algunas son más apropiadas para los pequeños países insulares, mientras que otras son más adecuadas para países continentales grandes.

1. *Inversiones del gobierno*

Un buen ejemplo de este enfoque es la labor que se lleva a cabo en Cuba para reducir el impacto de las cargas contaminantes que afectan las áreas costeras sensibles. A este respecto, se emprenden las siguientes acciones:

- a) reducción de las cargas contaminantes por petróleo y grasas que afectan las aguas de la Bahía de La Habana. Con el objeto de alcanzar esta meta, el Gobierno de Cuba estableció un programa para controlar las fuentes puntuales y no puntuales.

Las fuentes no puntuales estaban relacionadas con la descarga de petróleo usado, procedente de automóviles. Este petróleo se recoge de las gasolineras para su reprocesado. Originalmente el petróleo se descargaba continuamente en el sistema de alcantarillado, contaminando de este modo las aguas de la Bahía.

En lo que respecta al control de fuentes puntuales de contaminación por petróleo e hidrocarburos, se han hecho inversiones para reducir las cargas originadas en las refinerías y en el gasoducto. Esta medida provocó la reducción del 50% de la contaminación por petróleo de la Bahía de La Habana.

- b) A nivel nacional, el Gobierno está imponiendo reglamentos estrictos muy completos para el establecimiento de industrias nuevas a lo largo de las áreas costeras, sobre la base de evaluaciones del impacto ambiental.
- c) Se construyeron 2000 lagunas y tanques de oxidación para el tratamiento de desechos domésticos originados en comunidades pequeñas así como de los desechos orgánicos procedentes de industrias procesadoras de alimentos y de papel. Previamente, los desechos mencionados se descargaban en ríos, llegando algunos de ellos a las aguas costeras.
- d) Bajo el mismo programa, los efluentes y residuos de 157 ingenios azucareros se utilizan como fertilizantes para la irrigación de cañaverales.
- e) Por último, los residuos de las cargas de nutrientes se están utilizando para el mejoramiento del suelo y en la producción de energía.

2. Ayuda financiera internacional

Para remediar algunos de los problemas más apremiantes del control de la contaminación, algunos países (los insulares, en particular) han recurrido a la ayuda internacional. Un ejemplo de esta ayuda es la que se brinda a través del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El Gobierno de Barbados negoció con el BID un préstamo para mejorar el sistema de alcantarillado en la ciudad de Bridgetown (35,000 habitantes). Ese proyecto fue finalizado en 1982. El mismo, comprendió la recogida de aguas servidas y de sistemas de bombeo de forma adecuada, la construcción de una planta secundaria de tratamiento de aguas servidas y un emisario marino de 300 metros de longitud. El proyecto fue financiado a través de un préstamo del BID por \$29 millones de dólares de EE.UU. con una contribución de \$ 2.7 millones del Gobierno de Barbados.

Un segundo préstamo fue obtenido recientemente para el tratamiento de aguas servidas generadas por los hoteles y la población local a lo largo de la costa sur de Barbados. El proyecto incluye un recogedor, una planta de tratamiento primario de aguas servidas y la construcción de un emisario marino de 1.1 km. de longitud. Este proyecto será financiado mediante un préstamo del BID por \$ 51 millones de dólares de EE.UU. y otro préstamo del Banco Europeo de Inversión (BEI) por \$ 11 millones de dólares de EE.UU. con una contribución de \$11 millones de dólares de EE.UU. del Gobierno de Barbados.

En el caso de Costa Rica se ha estado negociando con el BID un préstamo de \$5 millones de dólares de EE.UU. para llevar a cabo un proyecto para la rehabilitación del sistema de alcantarillado de la ciudad de Limón, que fue destruido por un terremoto en abril de 1991. En este momento será necesario que el gobierno de Costa Rica negocie un préstamo adicional para la construcción de un emisario para la descarga de aguas servidas, con tratamiento primario, en el medio costero.

Trinidad y Tabago negoció con resultados positivos un préstamo del BID para el mejoramiento de una refinería ubicada en Point-à-Pierre, sobre la costa occidental de Trinidad. El objetivo del proyecto es fortalecer la capacidad de Trinidad y Tabago para explotar los recursos petroleros y de gas mediante el aumento de la capacidad operadora de la antigua refinería de Point-à-Pierre. Lo anterior permitirá que la refinería elabore productos de alto valor en el mercado y que se intensifique la recuperación de petróleo en los lugares de producción.

El proyecto financiado por el BID costará \$ 36 millones de dolares de EE.UU. y tiene tres componentes:

- (i) proyecto de recuperación secundario;
- (ii) proyecto sobre el flujo de las aguas; y
- (iii) mejoramiento de la refinería.

La ejecución de estos componentes asistirá en la reducción de fuentes de contaminación marina por petróleo, tales como "aguas producidas", facilidades para el tratamiento de aguas, unidad de recuperación de azufre, etc.

3. *Impuestos a los servicios y a la contaminación*

Existen ventajas evidentes en la creación de sistemas auto suficientes financieramente para el control de las cargas de contaminantes procedentes de fuentes terrestres, por ejemplo, en las Antillas Neerlandesas (Curazao, Bonaire, Saba, San Eustaquio y San Martin) se está desarrollando un sistema para financiar las plantas de tratamiento de aguas servidas.

En el caso particular de la isla de Curazao, la implementación del llamado plan de estructura de aguas servidas requerirá una inversión de \$ 110 millones de dólares de EE.UU. por un período de nueve años. Este plan no incluye la construcción de sistemas de alcantarillado para las nuevas urbanizaciones industriales. Los fondos necesarios se obtendrán de los Gobiernos a través de un impuesto combinado a los servicios y a la contaminación.

Para financiar el "plan de estructura de aguas servidas" se recaudará un impuesto anual de \$ 56 dólares de los EE.UU. por casa para proveer una renta estimada de \$ 16.7 millones de dólares de los EE.UU. por un período de nueve años. Un impuesto adicional a la contaminación de \$ 33 por casa proveerá \$ 10 millones de dólares de los EE.UU. durante el mismo período. Por último, se obtendrán unos \$ 12.8 millones de dólares de los EE.UU. por la venta de aguas servidas tratadas.

En lo que respecta a la Isla de Bonaire el financiamiento para el "plan de estructura de aguas servidas" requerirá una inversión de \$10 millones de dólares de los EE.UU. Aún no se han finalizados las propuestas para las Islas de Saba, San Eustaquio y San Martin.

4. *Ejecución de leyes y reglamentos nacionales*

Esta estrategia se está aplicando específicamente en los EE.UU. donde el control de las fuentes de contaminación de origen terrestre (fuentes puntuales) se ejerce mediante la emisión de licencias individuales, así como de permisos para cada descarga de fuentes puntuales tanto doméstica como industrial. Las limitaciones sobre la cantidad y calidad de los desechos se reflejan en los permisos, que son sometidos a revisión antes de su renovación.

El sistema para la emisión de permisos está regulado por los permisos sobre la aplicación de la Mejor Tecnología Disponible (MTD) para la prevención y reducción de efluentes, tomando en cuenta los niveles de factibilidad económica.

Los requisitos para cada descarga se ejecutan por USEPA al nivel nacional, sin embargo, los requisitos arriba mencionados pueden ser modificados por el estado, de acuerdo con el uso y la importancia de las aguas que se reciben y su capacidad para asimilar las cargas contaminantes. Este sistema, cuando se implementa adecuadamente, permite un cierto grado de flexibilidad, tanto en espacio como en tiempo al igual que se propone lograr una política reglamentaria progresiva.

La legislación de los EE.UU. también contempla el control de fuentes puntuales de contaminación marina costera por medio de la Ley para el Manejo de Zonas Costeras de 1972 (CZMA), que promueve que los Estados desarrollen e implementen programas de manejo para lograr el uso prudente de los recursos de la tierra y el agua. La CZMA autoriza a NOAA a conceder subvenciones para programas estatales de manejo costero. Además, la Enmienda para la Rehabilitación de las Áreas Costeras de 1990 (CZARA) en su Sección 6217 requiere que los Estados establezcan programas para el control de fuentes de contaminación costera no puntuales. Estos programas deben ser aprobados por NOAA y USEPA. Al comenzar el año fiscal de 1996, los Estados que no presenten a NOAA y USEPA un programa aceptable sobre fuentes de contaminación costera no puntuales enfrentarán reducciones estatales de los fondos federales otorgados bajo la Sección 306 de la CZMA y bajo Sección 319 de la Ley de Aguas Limpias (CWA por sus siglas en inglés).

X. Conclusiones

1. Durante un corto período (2 años) ha sido posible obtener una evaluación regional de las fuentes puntuales terrestres de contaminación marina en la RGC. (En la cual se ha incluido información de 25 países).

2. Los resultados obtenidos mediante métodos indirectos de evaluación, pueden utilizarse para comparar las descargas de industrias y de efluentes domésticos para los niveles nacionales, subregionales y regionales.
3. El medio marino y costero de las subregiones del norte de América del Sur y del Golfo de México, recibe la mayor cantidad de cargas contaminantes.
4. Las refinerías de petróleo constituyen la fuente industrial más significativa de contaminación marina en el Gran Caribe, contribuyendo con aproximadamente un 70% de la carga total de DBO y con más del 80% de la descarga total de grasas y petróleo proveniente de fuentes puntuales industriales en la región del Gran Caribe.
5. Las seis (6) categorías industriales mencionadas en la Tabla 12 representan el 85% de las descargas industriales, tanto de materia orgánica como de aceites y grasas.
6. De las seis (6) categorías contaminantes, examinadas en el inventario, la DBO y los sólidos en suspensión total (SST) representan dos de las mayores cargas contaminantes que llegan al medio marino del Gran Caribe provenientes de fuentes puntuales. Las cargas de DBO y SST para la RGC tienen el mismo orden de magnitud que las de la cuenca del Mediterráneo, aunque la distribución de dichas descargas se concentra en pocos países de la RGC mientras que en la cuenca del Mediterráneo está más diseminada.
7. El impacto negativo de la materia orgánica (DBO) y de contaminación bacteriológica sobre los ecosistemas costeros y el riesgo sobre la salud pública está incrementándose como resultado de la falta de sistemas adecuados para el tratamiento y el control de aguas de desechos domésticos.
8. Las descargas de DBO provenientes de efluentes domésticos son de alrededor de 10^5 t/a. Esta cifra es similar a la carga total informada por el Programa Mediterráneo (MEDPOL).
9. Aunque la información sobre los ríos es escasa los datos preliminares indican que las cargas de SST son de un orden de mayor magnitud que las de las cargas de fuentes industriales y domésticas que descargan directamente en las aguas costeras.

XI. Recomendaciones

1. Deben evaluarse con precisión las descargas de los ríos y al medio marino, sobre todo por nutrientes y materia orgánica, pues deberán ser tomadas en consideración al desarrollar los planes de acción para proteger los ecosistemas costeros y marinos en la RCG.

2. Se deberán implementar actividades para evaluar la calidad del agua y las cargas contaminantes de los ríos y de las fuentes no puntuales de contaminación así como por perfeccionar metodologías para que los resultados obtenidos sean comparables. En vista de la importancia de las fuentes anteriormente mencionadas, estas actividades deberían incorporarse en la Fase II de la evaluación de las FTGM dentro del marco del Programa CEPOL.
3. Los Gobiernos de la RCG deberán preparar planes adecuados para la prevención, reducción y control de la contaminación marina, los cuales deberán incorporar los resultados de esta perspectiva y de los estudios de seguimiento del Programa CEPOL sobre procesos de eutroficación, así como del impacto sobre los ecosistemas costeros que han sufrido daños.
4. Los gobiernos de la RGC deberían realizar esfuerzos de envergadura para poner en vigor la legislación existente, así como para desarrollar una legislación abarcadora para la prevención/mitigación/control de la contaminación marina a la vez que continúan sus esfuerzos por desarrollar un protocolo relativo a las fuentes terrestres de contaminación marina.
5. Las instituciones gubernamentales y privadas deberán emprender programas de educación y concientización para sensibilizar a la población con respecto a los efectos negativos de las FTGM sobre el ambiente, la salud y la economía.
6. Se sugieren los siguientes mecanismos financieros y reguladores para el manejo de las FTGM y proteger al medio marino y costero:
 - (a) inversiones gubernamentales;
 - (b) ayuda internacional financiera y técnica;
 - (c) contribuciones por servicio y contaminación;
 - (d) cumplimiento efectivo de las leyes y los reglamentos; y
 - (e) fortalecimiento de la capacidad institucional de las agencias pertinentes.
7. Los inventarios deberían repetirse de cada 3 a 5 años e incluir aspectos microbiológicos/sanitarios.
8. Deberá analizarse el impacto del turismo así como de otras actividades de desarrollo costero sobre el medio marino.
9. Todos los países de la Región del Gran Caribe deben participar plenamente de los futuros estudios sobre FTGM.
10. Desarrollar metodologías para determinar la cantidad de descargas contaminantes de las fuentes puntuales y no puntuales de contaminación marina para producir datos comparables.

11. Los Gobiernos de la Región del Gran Caribe deben promover la incorporación de un enfoque precautorio dentro de sus planes y reglamentaciones nacionales para el control de las fuentes terrestres de contaminación marina.

XII. Referencias

- (1) COI/FAO/PNUMA (1977). Reunión Internacional de Trabajo sobre la Contaminación Marina en el Caribe y Regiones Adyacentes, 1976. COI Informe de reuniones de trabajo No. 11, pag. 228 y Suplemento.
- (2) UNEP (1983). Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe (incluyendo el Protocolo sobre Cooperación para combatir derrames de hidrocarburos en la Región del Gran Caribe). UNEP Regional Seas Conventions and Protocols, pag. 225.
- (3) UNEP (1987). Cuarta Reunión Intergubernamental sobre el Plan de Acción del Programa Ambiental del Caribe y Primera Reunión de las Partes Contratantes al Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe, Guadalupe, Antillas Francesas, 26-28 octubre 1987. (UNEP(OCA)/CAR IG. 2/4).
- (4) COI/PNUMA (1989). Taller Regional para la Revisión de las Prioridades sobre Vigilancia, Investigación, Reducción y Control de la Contaminación Marina en el Gran Caribe, San José, Costa Rica, 24-30 agosto 1989. Informe COI del Taller No. 59, pag. 113.
- (5) World Resources Institute (1992). World Resources (1992-1993) preparado en colaboración con el PNUMA y el PNUD. Oxford University press, New York, New York.
- (6) Atlas del Golfo y Caribe de México (1988). "Diagnóstico Ambiental". (Ed.) Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, México DF, México, pag. 44.
- (7) Culliton, T.J., M.A. Warren, T.R. Goodspeed, D.C. Remer, C.M. Blackwell y J.J. McDonough, III (1990). 50 Years of Population Change Along the Nation's Coasts, 1960-2010. Strategic Assessment Branch, Ocean Assessments Division, Office of Oceanography and Marine Assessment, NOAA, Silver Spring, MD.
- (8) Arnold, F.D. and D.R.G. Farrow (1987). The National Coastal Pollution Discharge Inventory. Pollutant discharge concentration from industrial point sources. Strategic Assessment Branch, Ocean Assessments Division, Office of Oceanography and Marine Assessment. NOAA, Rockville, MD, pag. 17.

Informe Técnico del PAC No. 33

- (9) Main, M.B., D.R.G. Farrow and F.D. Arnold (1987). The National Coastal Pollutants Discharge Inventory. Publicly owned treatment works in coastal areas of the USA. Strategic Assessment Branch, Ocean Assessments Division, Office of Oceanography and Marine Assessment. NOAA, Rockville, MD, pag. 20.
- (10) U.S. Department of Commerce (1990). Estuaries of the United States. Vital Statistics of a National Resource Base. A Special NOAA 20th Anniversary Report. Strategic Assessment Branch Ocean Assessments Division, Office of Oceanography and Marine Assessment. NOAA, Rockville, MD, pag. 36-42.
- (11) Rodriguez, A. (1981). Marine and Coastal Environment Stress in the Wider Caribbean Region. *Ambio* 10 (6), pags. 283-294.
- (12) UNEP/ECLAC (1984). The State of Marine Pollution in the Wider Caribbean Region. UNEP Regional Seas Report and Studies No. 36, pag. 42.
- (13) PNUMA-PAC Informe Técnico del PAC No. 2 (1989). Perspectiva Regional sobre los Problemas y Prioridades que Afectan los Recursos Costeros y Marinos de la Región del Gran Caribe, pag.39.
- (14) Archer, A.B. (1984). Land-Based Sources of Pollution in Coastal, Marine and Land Areas of the CARICOM States. UNEP/CARICOM/PAHO Project for the Protection of the Coastal and Marine Environment of Caribbean Islands, pag. 64.
- (15) MITRANS/PNUD/PNUMA/UNESCO (1985). Informe final del Proyecto del PNUD CUB/80/001 "Investigación y Control de la Contaminación Marina en la Bahía de La Habana" finalizado en 1984, 4 Volúmenes.
- (16) Consultores Generales Asociados Ltda. (1983). Informe Final "Estudio del Control de la Contaminación de la Bahía de Cartagena y las Areas de Influencia" INDERENA, Cartagena, Colombia.
- (17) Wade, B.A. (1975). The Pollution Ecology of Kingston Harbour, Jamaica. Research Report form the Zoology Department of the University of the West Indies, Kingston, Jamaica, 3 Volúmenes.
- (18) Batelle Laboratories (1979). Study of the Effects of Oil Discharges and Domestic and Industrial Wastewaters of the Fishes of Lake Maracaibo, Volúmen I: Ecological characterization, pag. 84, y Volúmen II: Fate and effects of Oil-Creole, pag. 62. Creole Petroleum Corp. Caracas, Venezuela y Batelle Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington, EE.UU.

- (19) Toledo, A., A. V. Botello, M. Herzing, M. Paez, L. Bozada, F. Contreras, M. Chazaro y A. Baez (1989). "La Contaminación en la Región del Río Coatzacoalcos". Ciencia y Desarrollo, CONACYT, Vol. XV No. 86, 1989, pag. 27-46.
- (20) Mood, E.W. (1977). Beach Pollution in the Caribbean Environmental Health Assessment and Suggested Health Strategy. proceedings of a Conference/Workshop on Environmental Health Strategy. Grenada PAHO.
- (21) Vlugman, A. A. (1992). CEHI/PAHO Assessment of Operational Status of Wastewater Treatment Plants in the Caribbean, pag.57 y Anexos.
- (22) Weber, M., R.T. Townsend, y R. Bierce. (1992). Environmental Quality in the Gulf of Mexico: A Citizen's Guide. Center for Marine Conservation. Partial funding provided by USEPA/Gulf of Mexico Program, Washington, DC.
- (23) Windsor, Jr., J.G. (1985). "Nationwide Review of Oxygen Depletion and Eutrophication in Estuarine and Coastal Waters: Florida Region". Informe final al Brookhaven National Laboratory, Upton, NY y al Departamento de Comercio de los EE.UU., NOAA, National Ocean Service, Office of Oceanography and Marine Assessment, Ocean Assessment Division, Rockville, MD.
- (24) Ward, R.E., and N.C. Singh (1987). Bacterial Pollution Monitoring in Castries Harbour, St. Lucia, West Indies. J. Shoreline Management Vol. 3, pag. 225-234.
- (25) Broutman, M.A., y D. L. Leonard (1988). National Estuarine Inventory. The Quality of Shellfish Growing Waters in the Gulf of Mexico, NOAA, Strategic Assessment Branch, Rockville, MD.
- (26) Short, F.t. (1991). "Effects of Excessive Nutrient Loading of the Eelgrass Community". The National Estuarine Eutrophication Project: Workshop Proceedings. (eds) K.R. Hinga, D.W. Stanley, C.J. Klein, D.T Lucid y M.J. Katz, pags. 25-27. Strategic Environmental Assessment Division, National Ocean Service, NOAA, Rockville, MD.
- (27) World Resources Institute (1992). Op. cit. Tabla 23.1.
- (28) Reinburg, L. Jr. (1984). Waterborne Trade of petroleum products in the Wider Caribbean Region. Final Report No. CG-W-10-84. U.S. Department of Transportation and U.S. Coast Guard. Washington, DC. pag. 106.

Informe Técnico del PAC No. 33

- (29) Ehler, C.N., D.J. Basta y T.F. LaPointe (1983). Analyzing the effects of operational discharges of oil from ships in the Gulf of Mexico. Proceedings of the 1983 Oil Spill Conference, San Antonio, Texas February 1983.
- (30) USEPA Gulf of Mexico Program (1993a). Toxic Substances and Pesticides, Action Agenda (3.2) for the Gulf of Mexico, pag. 160.
- (31) US Mineral Management Service (1991). Current Facts and Figures for Offshore Oil and Gas Operations, Gulf of Mexico OCS Region.
- (32) Jernelov, A., y O. Linden (1981). Ixtoc: A case Study of the World's Largest Oil Spill. *Ambio* 10 (6), pags. 229-306.
- (33) USEPA Gulf of Mexico Program (1993a). *Op. cit.*, pags. 26-27.
- (34) Harvey, G.R. (1987). A Personal Overview of Oil in the Marine Environment. *Carib. J. Sci.* 23 (1), pags. 5-10.
- (35) Atwood, D.K., F. J. Burton, J.E. Corredor, G.R. Harvey, A.J. Mata Jimenez, A. V. Botello y B.A. Wade (1987). Petroleum Pollution in the Caribbean. *Oceanus* 30 (4), pags. 25-32.
- (36) Celis, L., A. V. Botello, M. Mendelewicz y G. Díaz (1987). "Actividades del Proyecto CARIPOL en la Zona Costera del Golfo de Mexico: I Hidrocarburos Disueltos". *Carib. J. Sci.* 23 (1), pags. 11-18.
- (37) Garay-Tinoco, J.A. (1987). "Vigilancia de la Contaminación por Petróleo en el Caribe Colombiano" (punta Canoas hasta Barbacoa, Cartagena, Colombia)". *Carib. J. Sci.* 23 (1), pags. 51-64.
- (38) Mata, A.J., J. Acuña, M.M. Murillo and J. Cortés (1987). "Estudio de la Contaminación por Petróleo en la Costa Caribe de Costa Rica": 1981-1985. *J. Sci.* 23 (1), pags. 41-50.
- (39) Wade, B., M. Provan, V. Gillete, y P. Carrol (1987). Oil Pollution of Jamaican Costal Waters and Beaches. Results of the IOCARIBE/CARIPOL Monitoring Programme (Jamaica): 1980-1983. *Carib. J. Sci.* 23 (1), pags. 93-104,
- (40) UNEP-CAR/RCU (1992). Reunión de Expertos sobre Fuentes Terrestres de Contaminación, Veracruz, México, 6-10 July 1992. Perspectiva Preliminar Regional Consolidada sobre Fuentes Terrestres de Contaminación. UNEP(OCA)/CAR WG.9/3.

- (41) Wade, T.L., E.L. Atlas, J.M. Brooks, M.C. Kennicutt II, R.G. Fox, J. Sericano, B. García-Romero, and D. DeFreitas (1988). NOAA Gulf of Mexico Status and Trends Program: Trace Organic Contaminant Distribution in Sediments and Oysters. *Estuaries* 11, pp. 171-179.
- (42) Bravo, H., Salazar, A. V. Botello, y E.F. Mandelli (1978). Polyaromatic Hydrocarbons in Oysters from Coastal Lagoons of the Gulf of Mexico. *Bull. Environ. Contam.* 19, pags. 171-177.
- (43) Botello, A.V., y S.A. Macko (1982). Oil Pollution and the Carbon Isotope Ratio in Organisms and Recent Sediments of Coastal Lagoons in the Gulf of Mexico Ocean. *Acta (SP)*, pags. 56-62.
- (44) Garay, J.A. (1986). "Concentración y Composición de los Hidrocarburos Derivados del Petróleo en Aguas, Sedimentos y Peces de la Bahía de Cartagena, Colombia". *CIOH, Bol. Cient.* 6, pags. 41-62.
- (45) Martínez Canals, M., y M. Martínez Benítez (1987). "Distribución de Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares en el Litoral Norte de las Provincias de La Habana y Matanzas, Cuba". *J. Sci.* 23 (1), pags. 85-92.
- (46) Knapp, A.H., T.D. Sleeter, R.E. Dodge, S.C. Wyers, H.R. Frith, y S.R. Smith (1983). The Effects of Oil Spills and Dispersant Use on Coral Reefs. A review and multidisciplinary experimental approach. *Oil and Petrochemical Pollution* 1 (3), pags. 157-169.
- (47) Getter, C.D., G.B. Thomas, y B.C. Koons (1985). Effects of Dispersed Oil on Mangroves: Synthesis of a seven year study. *Mar. Poll. Bull.* 16 (8), pags. 318-324.
- (48) Gallegos, M., and A. V. Botello (1986). "Petróleo y Manglar en: Serie Medio Ambiente y Desarrollo No. 3. Centro de Ecodesarrollo, Secretaría de Pesca, México DF, México.
- (49) Cubit, J.D., C.D. Getter, B.C. Jackson, S.D. -Arrity, H.M. Coffey, R.C. Thompson, E. Weil, y M.J. Marshall (1987). An Oil Spill Affecting Coral Reefs and Mangroves on the Caribbean Coast of Panama. *En: Proceedings of the 1987 Oil Spill Conference.* American Petroleum Institute, Washington DC., pags. 401-406.

- (50) Thorgaugh, A., y J. Marcus (1987). Preliminary Effects of Seven Dispersants on Subtropical/Tropical Seagrasses. En: Proceedings of the 1987 Oil Spill Conference. American Petroleum Institute, Washington DC., pags. 223-224.
- (51) Capuzzo, J.M., y M.N. Moore (1986). Acute and Chronic Effects of Toxic Chemical in Aquatic organisms. En: Toxic Chemicals and Aquatic Life: Research and Management. Symposium, Seattle, WA., pags. 16-18.
- (52) Barron, M.G. (1990). Bio-concentration: Will Water-Borne Organic Chemicals Accumulate in Aquatic Organisms. Environ. Sci. Technol. 24 (11), pags. 1612-1618.
- (53) Martin, J.M., and M. Meybeck (1976). Review of River Discharges in the Caribbean and Adjacent Regions. IOC/FAO/UNEP International Workshop on Marine Pollution in the Caribbean and Adjacent Regions. IOC Workshop Report No. 11, Supplement, pags. 29-46.
- (54) Milliman, J.D., (1981). Transfer of River-Borne Particulate Materials to the Oceans. En: River Inputs to Ocean Systems. Resultados de un Taller de celebrado en la Sede de FAO, Roma, Italia, 26-30 marzo 1979, pags. 5-12.
- (55) FAO (1979). Overview on Natural Resources for Food and Agriculture in the Caribbean Region (E/CEPAL/PROY./3 L. Inf. 10).
- (56) World Resources Institute (1992). Op. cit. Tabla 17.1.
- (57) Leonard, J.H. (1987). Natural Resources and Economic Development in Central America: A Regional Environment Profile. International Institute for Environment and Development, Washington, DC., pags. 279.
- (58) La Pointe, T.F., y D.J. Basta (1981). The Use of Coastal Zone Color Scanner (CZCS) Imagery to Identify Nearshore Ocean Areas Affected by Land-Based Pollutants NOAA, Washington, DC., pag. 25.
- (59) Morelock, J., K. Boulon y G. Galler (1979). Sediment Stress Coral Reefs. En: Proceedings, Energy Industry and the Marine Environment in Guayanilla Bay. Center for Energy and Environmental Research, University of Puerto Rico, pags. 46-58.

- (60) Cortés, J. y M.J. Risk (1985). A Reef Under Siltation Stress: Costa Rica. Bull. Mar. Sci. 36 (2), pags. 339-356.
- (61) UN/DIESA (1979). Marine and Coastal Area Development in the Wider Caribbean Region: An Overview. E/CEPAL/PROY. 3/L. INF. 13.
- (62) USEPA Gulf of Mexico Program (1993a). Op. cit. pags. 27-28.
- (63) Burroughs, R.H. (1988). Ocean Dumping: Information and Policy Development in the USA. Marine Policy (12): pags. 96-104.
- (64) Basta, D.J., B.P. Chambers, C.N. Ehler, y T.F. La Pointe (1982). Identifying and Evaluating Alternative Dump Sites: An Operational Framework for Strategic Assessment and Estimated of Sludge Generated by P.O.M.W.T.P. NOAA, Washington DC. pag. 26.
- (65) Turner, R.E. y N.N. Rabalais (1991). "Eutrophication and its Effects on the Coastal Habitats", Coastal Zone 1991. pp. 61-74. En: S.H. Bolton (ed.) Coastal Wetlands Proceedings of the Seventh Symposium on Coastal and Ocean Management, 8-14 July 1991 Long Beach, CA American Society of Civil Engineers Press, New York, NY.
- (66) Lowe, J.A., D.R.G. Farrow, A.S. Pait, S.J. Anerstam, and E.F. Lavan (1991). Fish kills in coastal waters 1980-1989. NOAA, Rockville, MD, pag. 69.
- (67) Smayda, T. (1991). "Increasing Worldwide Frequency of Nuisance Algal Blooms" page 41 En: K.R. Hinga, D.W. Stanley, C.J. Klein, D.T. Lucid y M.J. Katz (eds.). The National Estuarine Eutrophication Project, Workshop Proceedings. Strategic Environmental Assessment Division, Office of Ocean Resource Conservation and Assessment, NOAA, Rockville, MD.
- (68) USEPA Gulf of Mexico Program (1993b). Nutrient Enrichment Action Agenda (3.2) for the Gulf of Mexico, pag. 161.
- (69) Lovejoy, S.B. (1992). Sources and Quantities of Nutrients Entering the Gulf of Mexico Program from Surface Waters of the USA. USEPA Gulf of Mexico Programme, Nutrient Enrichment Committee. Publication USEPA 800-R92-002.
- (70) World Resources Institute (1992). Op. cit. Tabla 18.2

Informe Técnico del PAC No. 33

- (71) Corredor, J., J.M. Morel, E. Otero y F. Nieves (1977). Estudios de la Eutroficación de los Ecosistemas Marinos en La Parguera, Puerto Rico. En: "Simposio sobre los Recursos Naturales. Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico.
- (72) Parra Pardi, G. (1986). "La Conservación del Lago Maracaibo Diagnóstico Ecológico y Plan Maestro. (ed.) Departamento de Protección Integral y Relaciones Públicas de LAGOVEN, S.A. Filial de PDVSA", pag. 80.
- (73) Consultores Generales Asociados Ltda. (1983). Informe Final "Estudio del Control de la Contaminación de la Bahía de Cartagena y las Areas de Influencia" Informe Final. Cartagena, Colombia.
- (74) The World Environment, 1972-1992. Eds. M.K. Tolba, A. El-Kholy, et.al. UNEP (Chapman and Hall), pag. 293-294.
- (75) World Resources Institute (1992). Op. cit. Tabla 18.2.
- (76) Pait, A.S., D.G.R. Farrow, J.A. Lowe and P.A. Pacheco (1989). The National Pollutant Discharge Inventory: Agricultural Pesticide Use in Estuarine Drainage Areas. A Preliminary Summary for Selected Pesticides. NOAA, Strategic Assessment Branch, Rockville, MD.
- (77) Sericano, J.L., E.L. Atlas, T.L. Wade, y J.M. Brooks (1990). NOAA's Status and Trends Mussel Watch Programme: Chlorinated Pesticides and PCBs in oysters (Crassostrea virginica) and sediments of Gulf of Mexico, 1986-1989. Mar. Environ. Res., 29, pag. 161-203.
- (78) Tripp, B.W., J.W. Farrington, E.D. Golberg y J. Sericano (1992). International Mussel Watch Programme. The Initial Implementation Phase. Mar. Poll. Bull. 244, pags. 371-373 .
- (79) USEPA Gulf of Mexico Program (1993b). Op. cit., pags. 15-18
- (80) Rosales, M.T., A.V. Botello, H. Bravo y E.F. Mandelli (1979). PCBs y Plaguicidas Organoclorados en Bivalvos de las Lagunas Costeras del Golfo de México, Mexico. Bull. Environm. Contamin. Toxicol. 21, pag. 652-656.
- (81) Botello, A.V. (1990). "Impacto Ambiental de los Hidrocarburos Organoclorados y Microorganismos Patógenos Específicos en Lagunas Costeras del Golfo de México. Informe Final Proyecto OEA-CONACYT", pag. 69.

- (82) Botello, A.V., G. Ponce-Vélez, A. Toledo, G. Díaz-González and S. Villanueva (1992). "Ecología, Recursos Costeros y Contaminación en el Golfo de México. Ciencia y Desarrollo", CONACYT Vol. XVII No. 102, 1992, pag. 28-48.
- (83) Mansingh, A. (1986). Management of Pests and Pesticides in Tropical Islands: Trends and Needs. CFNI Symposium, Kingston, Jamaica.
- (84) Comunicación personal de Laurence D. Mee, Director del Laboratorio de Estudios del Medio Marino, IEAE, Mónaco.
- (85) USEPA Gulf of Mexico Program (1993b). *Op. cit.* pags. 24-25.
- (86) Environmental Resources Limited (1991). Port Reception and Disposal Facilities from Garbage in the Wider Caribbean. IMO/World Bank, p. 287.
- (87) USEPA Gulf of Mexico Program (1993c). Marine Debris Action Agenda for the Gulf of Mexico. EPA 800-K-93-002, pag. 97 y 2 Apéndices.
- (88) Wilber, R.J. (1987). Plastics in the North Atlantic. *Oceanus* 30 (3), pags. 18-25.
- (89) USEPA Gulf of Mexico Program (1993c). *Op. cit.* pags. 17-33.
- (90) Heneman, B. (1988). Persistent Marine Debris in the North Sea, Northwest Atlantic Ocean, Wider Caribbean Region, and the West Coast of Baja California. Center of Environmental Education, Washington, DC.
- (91) Atwood, D.K., A.V. Botello and B.A. Wade (1987). Resultados del Proyecto de Vigilancia de Petróleo CARIPOL en el Gran Caribe. *Mar. Poll. Bull.* 18 (10), pags. 540-548.
- (92) Vásquez-Cortés, J.M., A.V. Botello and S. Villanueva (1987). "Actividades del Proyecto CARIPOL en la zona costera de México. Breas y Alquitrán en Playas". *Carib. J. Sci.* (23) (1), pags. 19-28.
- (93) Newton, W. (1987). Tar on Beaches, Bonaire, Netherlands Antilles. *Carib. J. Sci.* 23 (1), pag. 131-138.
- (94) Van Vleet, E.S., W.M. Sackett, F.F. Weber, Jr., and S.B. Reinhardt (1983). Spatial and Temporal Variations of Pelagic Tar in the Eastern Gulf of Mexico, pp. 363-368. *In: Advances in Organic Geochemistry*, (M. Bjoroy, ed.). John Wiley, London.

Informe Técnico del PAC No. 33

- (95) Van Vleet, E.S., W.M. Sackett, S.B. Reinhardt and M.E. Mangini (1984). Distribution, Sources and Fate of Floating Oil Residues in the Eastern Gulf of Mexico. *Mar. Poll. Bull.* 15, pags. 106-110.
- (96) USEPA Gulf of Mexico Program (1993c). Op. cit. pp. 9-11.
- (97) Van Vleet, E.S. y G.G. Pauly (1987). Characterization of Oil Residues Scraped from Stranded Sea Turtles from the Gulf of Mexico. *Carib. J. Sci.* 23, pag. 77-84.
- (98) Balazs, G.H. (1984). Impact of Ocean Debris on Marine Turtles, pp. 387-429. In: R.S. Shomura and H.O. Yoshida, eds., *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris.* Honolulu, HI, 27-29 noviembre 1984. NOAA Technical Memorandum, NMFS NOAA-TM-NMFS-SWFC-54.
- (99) Barros, N.B., D.K. Odell and G.W. Patton (1989). Ingestion of Plastic Debris by Stranded Marine Mammals from Florida. Abstract from the Second International Congress on Marine Debris, Honolulu, HI., 2-7 abril 1989.
- (100) USEPA (1992). Public Health Action Plan for the Gulf of Mexico. Gulf of Mexico Program, John Stennis Space Center, MS.
- (101) National Academy of Science (1991). Seafood Safety. Committee on Evaluation of the Safety of Fishery Products. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Washington, DC.
- (102) International Petroleum Encyclopedia (1992). Pennwell Publishing Co., Box 1260, Tulsa, OK. 74101.
- (103) USEPA Gulf of Mexico Program (1993a). Op. cit. pags. 19-20.
- (104) Louisiana Department of Environmental Quality (1992). Water Quality Inventory, pags. 62-69.

Informes Técnicos del PAC

1. *1989. El Plan de Acción del Programa Ambiental del Caribe: Evaluación de su Desarrollo y Logros (1976-1987).*
2. *1989. Perspectiva Regional sobre los Problemas y Prioridades Ambientales que Afectan los Recursos Marinos y Costeros de la Región del Gran Caribe.*
3. *1989. Implicaciones de los Cambios Climáticos en la Región del Gran Caribe - Conclusiones preliminares del Equipo de Trabajo de expertos.*
4. *1989. Evaluación de los Impactos Económicos del Huracán Gilbert sobre los Recursos Marinos y Costeros en Jamaica.*
5. *1990. La Estrategia para el Desarrollo del Programa Ambiental del Caribe.*
6. *1991. Directory of Marine Environmental Research Institutions in the Wider Caribbean Region. (Inglés solamente).*
7. *1991. Los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y Nucleares en la Región del Gran Caribe - Llamado para un Instrumento Legal dentro del Convenio de Cartagena.*
8. *1991. Report of the CEPPOL Regional Workshop on Coastal Water Quality Criteria and Effluent Guidelines for the Wider Caribbean - San Juan, Puerto Rico, 5-15 November 1990. (Inglés solamente).*
9. *1991. Informe del Seminario de CEPPOL sobre Vigilancia y Control de la Calidad Sanitaria de las Aguas Costeras Destinadas a la Recreación y al Cultivo de Mariscos en el Gran Caribe Kingston, Jamaica, 8 al 12 de abril de 1991.*
10. *1991. Sistema de Datos e Informaciones Sobre el Medio Ambiente: SIMARNA - La Experiencia Cubana.*
11. *1992. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for the Netherlands Antilles (Inglés solamente).*
12. *1992. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for Barbados (Inglés solamente).*
13. *1992. Training in Land and Coastal Use Planning - Case Study Venezuela. (Inglés solamente).*

14. *1992. Environmental Quality Criteria for Coastal Zones in the Wider Caribbean Region (Inglés solamente).*
15. *1992. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for the British Virgin Islands (Inglés solamente).*
16. *1992. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for Antigua and Barbuda (Inglés solamente).*
17. *1992. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for St. Kitts and Nevis (Inglés solamente).*
18. *1992. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for Belize (Inglés solamente).*
19. *1993. Evaluación de Proyectos y Actividades Implementadas en el Marco del Programa Ambiental del Caribe (1988-1991).*
20. *1993. Problemas Ambientales que Afectan al Medio Marino y Costero en la Región del Gran Caribe.*
21. *1993. Pertinencia y Aplicación del Principio de Acción Precautoria al Programa Ambiental del Caribe.*
22. *1993. Ecosystem and Socioeconomic Response to Future Climatic Conditions in the Marine and Coastal Regions of the Caribbean Sea, Gulf of Mexico, Bahamas, and the Northeast Coast of South America (Inglés solamente).*
23. *1993. Report of the Second CEPPOL Seminar on Monitoring and Control of Sanitary Quality of Bathing and Shellfish-Growing Marine Waters in the Wider Caribbean. Kingston, Jamaica, 9-13 August 1993 (Inglés solamente).*
24. *1993. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for Suriname (Inglés solamente).*
25. *1993. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for Aruba (Inglés solamente).*
26. *1993. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for St. Lucia (Inglés solamente).*
27. *1993. WIDECASST Sea Turtle Recovery Action Plan for St. Vincent and the Grenadines (Inglés solamente).*
28. *1993. Can Television Tell the Environmental Story? - Report of the Seminar "Visual Media and the Environment (Inglés solamente).*

29. *1994. Environmental Impact Assessment for the Establishment of a Marina/Small Craft Harbour in Southwest Tobago (Inglés solamente).*
30. *1994. WECAN: Youth Teach Youth. Environmental Science Handbook for Environmental Education and Awareness in Schools - Case Study Jack's Hill All-Age School (Inglés solamente).*
31. *1994. Ecotourism in the Wider Caribbean Region - An Assessment (Inglés solamente).*
32. *1994. Guideline for Sediment Control Practices in the Insular Caribbean Developed in Cooperation with: Island Resources Foundation, University of the Virgin Islands, Eastern Caribbean Centre, Virgin Islands Resource Management Cooperative.*
33. *1994. Regional Overview of Land-Based Sources of Pollution in the Wider Caribbean Region.*

Editada e impresa por:



PNUMA

*Programa Ambiental del Caribe
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*

*Copias adicionales de ésta y otras publicaciones del
Programa Ambiental del Caribe del PNUMA pueden ser obtenidas de la:*

*Unidad de Coordinación Regional
Programa Ambiental del Caribe
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*

14-20 Port Royal Street

Kingston

Jamaica

Teléfono: (1-809) 922-9267 al 9

Telex: 3672 UNEPCAR JA

Telefax / Facsímil: (1-809) 922-9292

Correo Electrónico: UNIENET: UNX040 y ECONET: UNEPRCUJA

La serie de Informes Técnicos del PAC contiene información selecta resultante de las diversas actividades ejecutadas dentro del marco del Programa Ambiental del Caribe (PAC) del PNUMA. El PAC fue iniciado en 1976 por el PNUMA con la asistencia de la CEPALC a solicitud de los Gobiernos de la región. Un marco regional para proyectos y actividades fue inicialmente formulado en Montego Bay en 1981 con el Plan de Acción del Programa Ambiental del Caribe que fue adoptado por la Primera Reunión Intergubernamental.

El instrumento legal de mayor importancia del PAC se adoptó durante la Segunda Reunión Intergubernamental, convocada en Cartagena de Indias, en 1983: el Convenio para la Protección y el Desarrollo del Medio Marino en la Región del Gran Caribe. El Convenio de Cartagena provee el marco para la elaboración de protocolos específicos.

El PAC recibe ayuda principalmente del Fondo Fiduciario del Caribe para su ejecución, el cual fue establecido por los Estados y Territorios participantes en el Programa. La participación activa de los Estados y Territorios se asegura a través de Reuniones regulares Intergubernamentales y de las Partes Contratantes, del Comité de Supervisión formado por representantes de nueve Estados y Territorios y de los Puntos Focales Nacionales. El punto focal principal en cada Estado o Territorio es el Ministerio o Departamento responsable de relaciones exteriores. Además, el organismo responsable por el manejo de los recursos marinos y costeros constituye el punto focal técnico.

Actualmente el Plan de Acción del PAC se concentra en seis áreas principales para el manejo de los recursos marinos y costeros: Coordinación General, Areas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW), Evaluación y Control de la Contaminación Marina (CEPPOL), Planificación Integrada y Desarrollo Institucional (IPID), Sistemas de Información (CEPNET), y Educación, Formación y Concientización (ETA).

*