



Programa de las Naciones Unidas para  
el Medio Ambiente

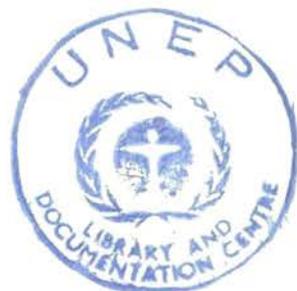
---

# 1989

## EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN EL MUNDO

Nairobi, enero de 1989

---





Programa de las Naciones Unidas para  
el Medio Ambiente

---

**1989**

**EL ESTADO DEL  
MEDIO AMBIENTE  
EN EL MUNDO**

Nairobi, enero de 1989

---

**UNEP/GC.15/7/Add.2**

PNUMA 1989

Impreso por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente  
P.O. Box 30552, Nairobi, Kenya

ISBN 92 807 41222-3

ISSN 0252-3329

# INDICE

	Página
<i>PREFACIO</i> .....	i
<i>RESUMEN</i> .....	iii
PARTE I. EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE .....	1
Capítulo I. Calidad del medio ambiente .....	1
Capítulo II. Desarrollo y medio ambiente .....	19
PARTE II. LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CLIMA ...	27
Capítulo III. Los gases de efecto invernadero y el clima .....	27
PARTE III. DESECHOS PELIGROSOS .....	47
Capítulo IV. Desechos peligrosos .....	47
Notas bibliográficas .....	41

## PREFACIO

Una de las principales funcionales encomendadas al Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente por la Asamblea General en su resolución 2997 (XXVII), de 15 de diciembre de 1972, es:

"Tener continuamente bajo estudio las condiciones ambientales en todo el mundo, con el fin de conseguir que los problemas de vasta importancia internacional que surjan en esa esfera reciban apropiada y adecuada consideración por parte de los gobiernos."

En consecuencia, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente publica cada año un informe sobre el estado del medio ambiente.

En su 13o. período de sesiones, el Consejo de Administración del PNUMA decidió que los informes sobre el estado del medio ambiente deberían versar alternativamente en años sucesivos sobre los aspectos económicos y sociales del medio ambiente y sobre la evaluación y los datos ambientales (decisión 13/9 D, párrafo 2). En consecuencia, el PNUMA publicó en 1986 un informe sobre el estado del medio ambiente que trataba de la salud y el medio ambiente, y en 1987 un informe sobre el estado del medio ambiente en el que se analizaban los cambios que se habían producido en el medio ambiente durante el período 1981-1986. En 1988, el informe sobre el estado del medio ambiente versó sobre el público y el medio ambiente.

En su 14o. período de sesiones, el Consejo de Administración del PNUMA decidió que el informe sobre el estado del medio ambiente correspondiente a 1989 sería una actualización del informe sobre el estado del medio ambiente en el mundo correspondiente a 1987, pero que en él se tratarían más a fondo determinados asuntos o zonas geográficas (decisión 14/9 B, párrafo 7).

El presente informe ha sido preparado en cumplimiento de esa decisión. En el informe se destacan los acontecimientos que ocurrieron desde 1987 y, como tal, complementa el informe sobre el estado del medio ambiente en el mundo correspondiente a 1987. Para someterlos a un examen a fondo se han



## RESUMEN

Los indicadores ambientales muestran cambios de distinto signo: mejoramiento, estabilización y deterioro. Es así que la vigilancia de la calidad del aire muestra que los niveles de las emisiones de dióxido de azufre, partículas en suspensión, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono disminuyeron, o por lo menos, se estabilizaron en la mayoría de las zonas urbanas como resultado de las medidas de control ambiental que empezaron a aplicarse en la década de 1970. Sin embargo, en ciudades como Milán, Teherán, Seúl, Río de Janeiro, Sao Paulo, París, Beijing, Madrid y Manila sigue habiendo un nivel de dióxido de azufre en el aire que excede del límite máximo de exposición establecido por la OMS, mientras que en ciudades como Kuwait, Nueva Delhi, Beijing, Calcuta, Teherán, Yakarta, Shanghai y Bangkok se registra un nivel de partículas en suspensión superior al límite máximo establecido por la OMS. Las ciudades de los países en desarrollo por lo general están más contaminadas con dióxido de azufre y las partículas en suspensión que la mayoría de las ciudades de la misma clase de los países desarrollados. En el ámbito mundial, aproximadamente la mitad de la población de las zonas urbanas (o sea, unos 990 millones de personas) viven en zonas en que hay niveles marginales o inaceptables de dióxido de azufre en el aire.

La deposición acídica sigue siendo un importante problema ambiental de alcance internacional. Amenaza la pesca, la agricultura y la fauna y flora silvestres, y se ha considerado que es una de las causas de la vasta muerte periférica de los bosques en Europa y en otras partes. En 1987 entró en vigor el Protocolo del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia de 1979, según el cual las naciones participantes deben reducir para 1993, sus emisiones nacionales de azufre o sus corrientes transfronterizas en el 30% en relación con los niveles de 1980. Esto marca un hito en los esfuerzos por reducir la contaminación por óxidos de azufre.

La preocupación por la posibilidad de que los clorofluorocarbonos (CFC) redujeran el ozono de la estratosfera dio lugar a la realización de amplias investigaciones y la adopción de numerosas medidas que culminaron en la aprobación del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan

la capa de ozono en 1987. El Protocolo, que marca un hito en la cooperación internacional para proteger el medio ambiente, entró en vigor el 10. de enero de 1989.

La calidad general del agua en ríos y corrientes suele ser satisfactoria. Los datos indican que alrededor del 10% de los ríos vigilados se encuentran contaminados, en lo que se refiere a la demanda biológica de oxígeno y a la demanda química de oxígeno. Sin embargo, casi todos los ríos contienen cantidades elevadas de nutrientes. Los ríos de Europa contienen 45 veces más nitratos que el promedio natural de los ríos no contaminados, en tanto que los ríos que se encuentran fuera de Europa contienen 2,5 veces más nitratos que el promedio general. Aunque la concentración de contaminantes orgánicos generalmente es baja en la mayoría de los ríos, algunos contienen altas concentraciones de plaguicidas, o de bifenilos policlorados, o de ambos.

El estado del abastecimiento de agua y el saneamiento continúa causando profunda preocupación. En 1985, sólo el 42% de la población rural del mundo y el 75% de su población urbana podían disponer de agua potable. En el mismo año, contaban con servicios adecuados de saneamiento únicamente el 16% de la población rural y el 59% de los habitantes de las zonas urbanas. Ha sido lento el progreso en la consecución de las metas fijadas por el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990), y no se podrá alcanzar para 1990 el objetivo de proporcionar a todas las personas agua potable e instalaciones de saneamiento adecuadas. La desfavorable situación económica mundial y la carga de la deuda que pesa sobre los países en desarrollo se cuentan entre los principales factores que lentifican las inversiones en proyectos de infraestructura relativos al agua potable y el saneamiento.

Continúa la preocupación por la contaminación marina, especialmente en las zonas costeras y los mares regionales. En 1988 había 820 zonas marinas y costeras protegidas en el mundo, cuyo tamaño oscilaba entre menos de un kilómetro cuadrado y cientos de miles de kilómetros cuadrados. El brote de floraciones acuáticas en 1987 y en 1988, ya fuera a causa de factores naturales o de la contaminación, agudizó la preocupación por la contaminación marina. En 1987, ocho países del Mar del Norte convinieron en reducir la incineración de

desechos en el mar en al menos el 65% para fines de 1990, y reducirlo gradualmente hasta eliminarlo para 1994. En diciembre de 1988 entró en vigor un acuerdo internacional para detener los buques que viertan desechos plásticos en el océano (anexo V del MARPOL).

En muchos países persiste el importante problema ambiental de la degradación de los suelos. La evaluación mundial de la degradación de los suelos iniciada por el PNUMA en 1987 ampliará considerablemente los conocimientos acerca de su magnitud.

El Plan de Acción sobre bosques tropicales, iniciado en 1985, poco a poco está siendo objeto de reconocimiento por parte de los países afectados. En una reunión intergubernamental celebrada en Bellagio, en 1987, se enumeraron varias medidas para mitigar la deforestación. El Acuerdo Internacional sobre las Maderas Tropicales, que entró en vigor en 1985 con los auspicios de la UNCTAD, está siendo aplicado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) establecida en 1987. Las consideraciones ecológicas están ahora firmemente integradas en los objetivos y las actividades de la OIMT, debido en gran parte a los esfuerzos del PNUMA, la UICN, la WWF y muchas organizaciones no gubernamentales.

La rápida destrucción del medio ambiente natural está reduciendo el número de especies y la magnitud de la variación genética dentro de las distintas especies. Por ello está disminuyendo la diversidad biológica. Esta tendencia, si no se detiene o se invierte, podría tener consecuencias graves y trascendentales para la humanidad. Es preciso considerar la diversidad biológica como un recurso mundial, al igual que la atmósfera o los océanos. Todas las naciones tienen un interés común en la diversidad biológica y todas tienen una responsabilidad común al respecto. A pesar de las medidas que ya se han adoptado para fomentar la conservación, existe una necesidad urgente de adoptar una estrategia amplia, con inclusión de un convenio mundial que establezca una base jurídica firme para la cooperación internacional en la conservación de la diversidad biológica.

La población mundial continúa aumentando rápidamente. Pasó de los 5.000 millones de personas en 1987 y se espera que llegue a los 6.000 millones para el año 2000. Se han logrado progresos considerables en el mejoramiento de las condiciones de salud en todo el mundo. La mortalidad infantil ha disminuido y la esperanza de vida ha aumentado en casi todas las naciones. Sin embargo, sigue existiendo una gran disparidad entre los ricos y los pobres y entre los países desarrollados y los países en desarrollo.

En el ámbito mundial, la producción agrícola superó al crecimiento demográfico entre 1980 y 1985, pues aumentó en un 4% por persona. No obstante, existen apreciables diferencias entre las regiones. En Asia, la producción alimentaria per cápita aumentó en un 12% entre 1980 y 1985, pero en muchos países africanos se redujo en un 5% durante el mismo período. Aunque el suministro per cápita de alimentos por lo general mejoró (2.660 calorías per cápita al día en 1985, en comparación con 2.450 en 1971), se estima que unos 500 millones de personas han seguido padeciendo de desnutrición en 1985 y que su número puede ascender a 550 millones en el año 2000.

La turbulencia y la incertidumbre persisten en la esfera económica, a medida que se acerca el final de la década de 1980. La economía mundial sigue siendo muy vulnerable, a pesar de haber buenas perspectivas de crecimiento a corto plazo. La pobreza está aumentando. Desde 1980, la situación existente en la mayoría de los países en desarrollo, que era mala, ha empeorado: las tasas de crecimiento económico han disminuido, el salario real se ha reducido y el crecimiento del empleo ha perdido impulso. Todo esto entraña graves consecuencias para el medio ambiente. Los problemas económicos causan o agravan la expoliación del medio ambiente y ésta, a su vez, dificulta la consecución de la reforma económica y estructural. Dada la degradación ambiental y la confusión económica existentes, será sumamente difícil encaminar al mundo hacia el desarrollo sostenible. Sin embargo, podría lograrse un adelanto considerable si se eliminaran dos obstáculos fundamentales. Es preciso reducir la carrera armamentista, con sus exigencias insaciables sobre los recursos financieros, materiales e intelectuales del mundo. Y es preciso mitigar la espantosa carga de la deuda que pesa sobre los países en desarrollo, que asciende a más de un billón de dólares.

### Los gases de efecto invernadero y el clima

Los modelos climáticos recientes indican que la temperatura superficial media de equilibrio a nivel mundial probablemente se eleve en 1,5°C debido a un aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero equivalente a una duplicación de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Un calentamiento mundial de este orden haría que el nivel de los mares se elevara entre 20 y 140 cm, y un aumento en la parte superior de estos límites tendría efectos directos importantes en las zonas costeras y los estuarios, con consecuencias de gran trascendencia en materia ambiental, económica y social para muchos países. El calentamiento mundial también causaría cambios climáticos regionales y afectaría los ecosistemas terrestres y la agricultura.

### Los desechos peligrosos

La eliminación de desechos peligrosos se ha convertido en un problema difícil y controversial. En muchos casos, los métodos actuales de eliminación no son lo suficientemente confiables como para garantizar que no entrañan riesgo alguno para la humanidad y el medio ambiente. Ultimamente se ha determinado que son completamente inadecuados miles de rellenos sanitarios y depósitos de superficie utilizados para el vertimiento de desechos peligrosos. Las medidas correctivas que se han adoptado en los Estados Unidos de América, Dinamarca, la República Federal de Alemania y los Países Bajos están costando miles de millones de dólares EE.UU. La reciente revelación de que se está llevando a cabo el vertimiento de desechos peligrosos en algunos países africanos despertó una preocupación general que dio lugar a la formulación por el PNUMA de un convenio mundial sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos. El convenio fue aprobado en marzo de 1989.

Existen muchas tecnologías para hacer frente al problema de los desechos peligrosos. La mejor de ellas es la prevención o reducción de los desechos. Reducir los desechos en su origen, reciclarlos y reutilizarlos puede hacer disminuir la cantidad que hay que tratar y eliminar. Es necesario intensificar las actividades de investigación y desarrollo con objeto de elaborar métodos rentables para el manejo de los desechos peligrosos.

## PARTE I

## EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE

Capítulo I

## CALIDAD DEL MEDIO AMBIENTE

1. Calidad del aire y cuestiones atmosféricasA. Calidad del aire

1. La contaminación atmosférica ha sido desde hace mucho tiempo un importante problema ambiental en la mayoría de los países, especialmente en sus zonas urbanas e industriales, pero ha llegado a convertirse en un problema de importancia regional e internacional sólo en los últimos años, particularmente a partir de la década de 1970. Afecta la salud humana, la agricultura, el crecimiento de los bosques, los recursos hídricos y los edificios y estructuras, además de ser costosa. Los daños causados por la contaminación atmosférica en Francia, por ejemplo, se calculan en el 1% del producto nacional bruto (PNB) y, en los Países Bajos, en el 2% del PNB (1).

2. La preocupación por la contaminación del aire ha provocado la adopción de medidas a los niveles nacional e internacional. Se han establecido programas, especialmente en los países en desarrollo, para vigilar y evaluar la calidad del aire, observar las tendencias y evaluar la relación entre la contaminación y la salud humana. En 1973 la OMS estableció un programa mundial para ayudar a los países en la vigilancia de la contaminación atmosférica, para mejorar la utilización práctica de datos en relación con la protección de la salud humana y para promover el intercambio de información. Este proyecto de vigilancia del aire se integró en el Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente (SIMUVIMA) del PNUMA en 1976. Unos 50 países participan actualmente en el proyecto de vigilancia del aire del SIMUVIMA, en virtud del cual se obtienen datos en aproximadamente 175 emplazamientos en 75 ciudades, 25 de las cuales están situadas en países en desarrollo. Hay tres estaciones de vigilancia del aire del SIMUVIMA en la mayoría de las ciudades: una en una zona industrial, otra en una zona comercial y otra en una zona residencial. Los datos provenientes de estas estaciones

permiten hacer una evaluación razonable tanto de los niveles mínimo y máximo como de las tendencias a largo plazo de las concentraciones medias. Hasta el momento, estas mediciones se han limitado al dióxido de azufre y las partículas en suspensión como indicadores de la contaminación en las zonas urbanas. Las tendencias de la calidad del aire descritas a continuación se basan en la información más reciente que figura en el compendio de datos ambientales de la OCDE (2) y la evaluación reciente de la calidad del aire en las zonas urbanas hecha por el SIMUVIMA (3). Esta última se ha realizado con respecto a todas las ciudades de la red de vigilancia del aire del SIMUVIMA sobre las que se dispone de promedios anuales representativos de cinco o más años entre 1973 y 1985. No hay datos disponibles en el compendio de la OCDE ni en la evaluación del SIMUVIMA después de 1985.

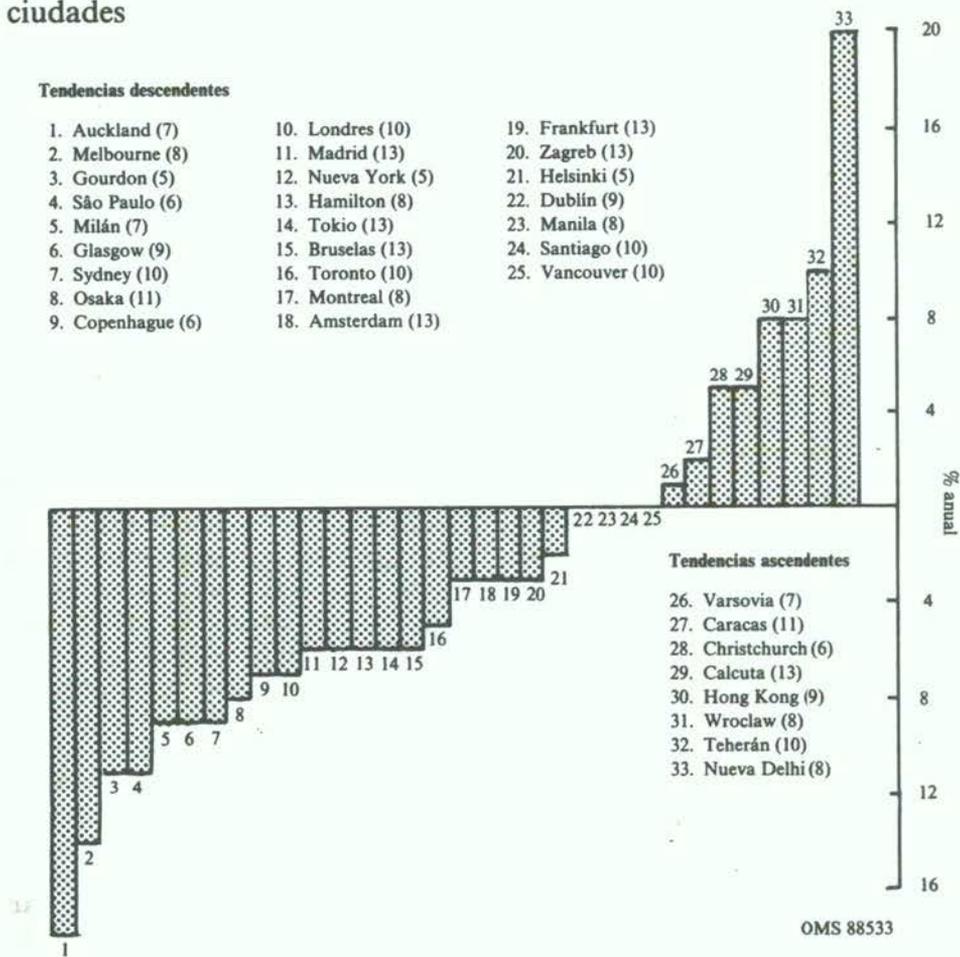
3. Las emisiones de dióxido de azufre ( $SO_2$ ) han disminuido en la mayoría de los países industrializados como resultado de la adopción de medidas de control de la contaminación atmosférica. Durante el período de 1970 a 1985, las emisiones de  $SO_2$  bajaron el 27% en los Estados Unidos de América, el 38% en Francia, el 41% en el Canadá, el 42% en el Reino Unido y el 66% en los Países Bajos (2). En septiembre de 1987 entró en vigor el Protocolo del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia de 1979. En virtud del Protocolo las naciones participantes deben reducir, para 1993, sus emisiones nacionales de azufre o sus corrientes transfronterizas en un 30% en relación con los niveles de 1980. Constituye un hito en la lucha contra la contaminación atmosférica y tendrá por resultado una nueva reducción de las emisiones de  $SO_2$ .

4. Las concentraciones de dióxido de azufre parecen estar disminuyendo (permaneciendo estacionarias) en 25 de las 33 ciudades en que se han evaluado promedios anuales representativos durante cinco o más años en virtud del programa de vigilancia del aire del SIMUVIMA (3) (Figura 1). Está aumentando en las otras ocho, a saber, Nueva Delhi, Teherán, Wrocław, Hong Kong, Calcuta, Christchurch, Caracas y Varsovia. La OMS especificó, para evitar todo riesgo de un aumento de las enfermedades respiratorias a causa de exposiciones durante largo tiempo, valores anuales medios de 40 a 60  $\mu g/m^3$  (4). Los datos de la red de vigilancia atmosférica del SIMUVIMA de 54 ciudades para el período de 1980 a 1984 indican que 27 de

Fig. 1 Tendencias de las concentraciones anuales medias de SO<sub>2</sub> en las ciudades

**Tendencias descendentes**

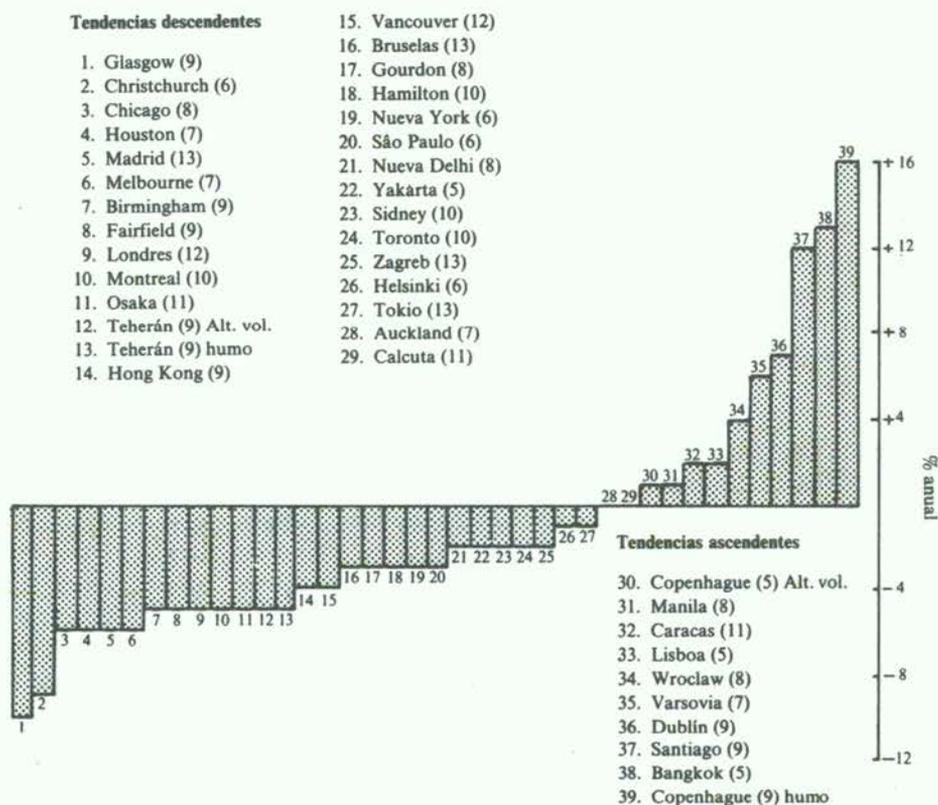
- |                   |                    |                    |
|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1. Auckland (7)   | 10. Londres (10)   | 19. Frankfurt (13) |
| 2. Melbourne (8)  | 11. Madrid (13)    | 20. Zagreb (13)    |
| 3. Gourdon (5)    | 12. Nueva York (5) | 21. Helsinki (5)   |
| 4. São Paulo (6)  | 13. Hamilton (8)   | 22. Dublín (9)     |
| 5. Milán (7)      | 14. Tokio (13)     | 23. Manila (8)     |
| 6. Glasgow (9)    | 15. Bruselas (13)  | 24. Santiago (10)  |
| 7. Sydney (10)    | 16. Toronto (10)   | 25. Vancouver (10) |
| 8. Osaka (11)     | 17. Montreal (8)   |                    |
| 9. Copenhague (6) | 18. Amsterdam (13) |                    |



ellas (50%) (con inclusión de Auckland, Bucarest, Toronto, Bangkok, Chicago, Munich y Helsinki) tienen aire de calidad aceptable con concentraciones de  $\text{SO}_2$  inferiores a  $40 \text{ Mug/m}^3$ . Once ciudades (20%) (con inclusión de Dublín, Hong Kong, Shanghai, Nueva York y Londres) tienen aire de calidad marginal (concentraciones de  $\text{SO}_2$  entre  $40$  y  $60 \text{ Mug/m}^3$ ). Las otras 16 (30%) (con inclusión de Milán, Teherán, Seúl, Río de Janeiro, São Paulo, París, Beijing, Madrid y Manila) tienen aire de calidad inaceptable con concentraciones de  $\text{SO}_2$  que exceden de  $60 \text{ Mug/m}^3$ . Estas cifras, extrapoladas a nivel mundial, parecen indicar que unos 990 millones de personas (es decir, la mitad de los 1.980 millones que vivían en zonas urbanas en 1985 (5)) tienen que vivir en zonas con niveles marginales o inaceptables de  $\text{SO}_2$  en el aire.

5. Las emisiones de partículas en suspensión también bajaron en la mayoría de los países industrializados en el período de 1970 a 1985 (1, 2), particularmente en los últimos años. Hay excepciones, como Irlanda y Polonia, donde las emisiones de partículas en suspensión han aumentado (3). Los datos obtenidos mediante el programa de vigilancia atmosférica del SIMUVIMA indican, con respecto a 37 ciudades con muestras anuales de valores representativos de no menos de cinco años entre 1973 y 1985, que las emisiones de partículas sólidas bajaron en 19 ciudades (51%), permanecieron más o menos estables en 12 (32%) y aumentaron en seis (16%) (Figura 2). Las concentraciones registradas en Glasgow, Chicago, Houston y Madrid mejoraron notablemente. En cambio, empeoraron en Copenhague, Bangkok, Santiago, Dublín y Varsovia. En la red de vigilancia atmosférica del SIMUVIMA se dispone de datos correspondientes a 54 ciudades en el período de 1980 a 1984. Los datos muestran que un 60% de ellas (con inclusión de Kuwait, Nueva Delhi, Beijing, Calcuta, Teherán, Yakarta, Shanghai y Bangkok) normalmente tuvieron promedios anuales de partículas en suspensión superiores a  $90 \text{ Mug/m}^3$ , que es el límite máximo de exposición establecido por la OMS para los efectos sobre la salud relacionados con la exposición durante largo tiempo (4, 6). El 24% tuvo concentraciones de partículas en suspensión dentro de los valores de orientación de la OMS ( $60$  a  $90 \text{ Mug/m}^3$ ), y sólo el 16% estuvieron por debajo del límite inferior de exposición ( $60 \text{ Mug/m}^3$ ). Las ciudades con concentraciones bajas fueron Frankfurt, Copenhague, Cali, Osaka, Tokio, Nueva York y Vancouver, aunque los datos de

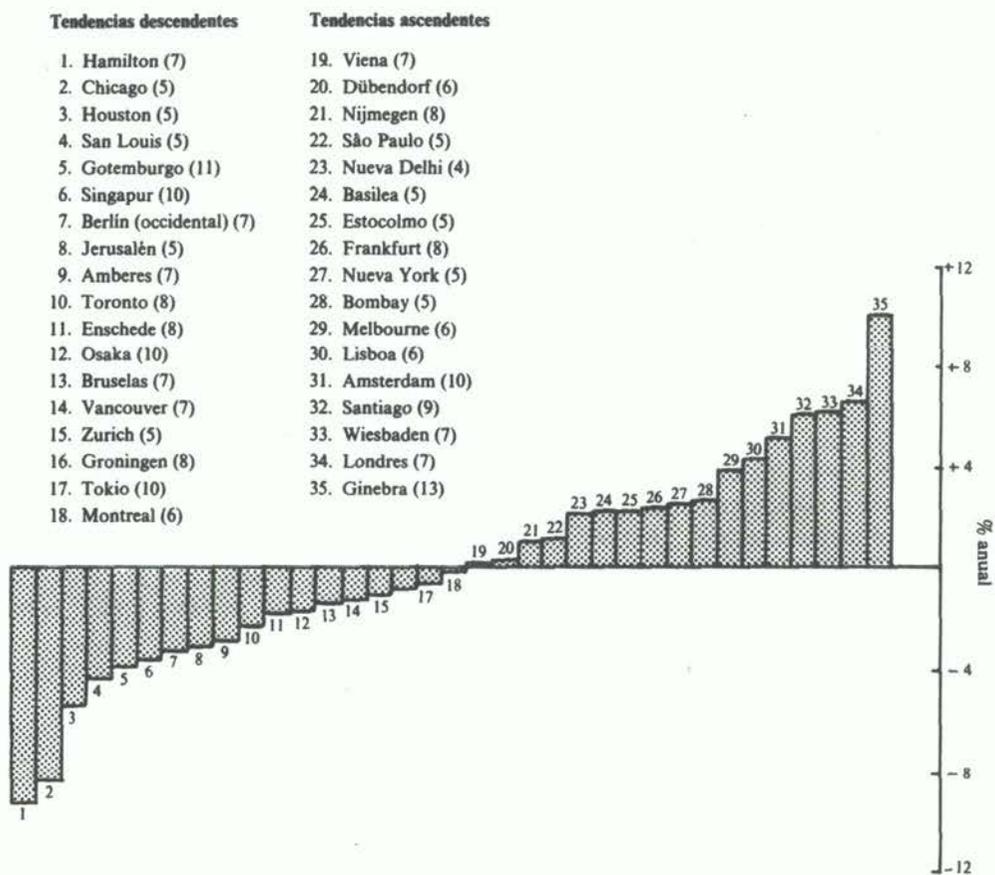
Fig. 2 Tendencias de las concentraciones anuales medias de partículas en las ciudades



series cronológicas de la OCDE (2) indican que Oslo, Londres y Estocolmo también pertenecen a este grupo. Si bien hubo una notable disminución de partículas en suspensión en Bruselas, de 1980 a 1985, las concentraciones siguen excediendo del límite máximo de los valores de orientación de la OMS.

6. Las emisiones de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) han permanecido relativamente constantes durante el período de 1970 a 1985 (1, 2) en muchos países desarrollados. Los datos de series cronológicas dados por la OCDE (2) muestran que los niveles de dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) fueron más altos en 1985 que en 1980 en Londres, Viena y Wiesbaden, pero que fueron más bajos en Nueva York, Tokio y Montreal. Los datos obtenidos de diversas fuentes respecto de ciudades en que se registraron valores medios representativos anuales durante no menos de cinco años entre 1973 y 1985 (3) muestran que los niveles de  $\text{NO}_2$  están subiendo en varias de las grandes ciudades europeas, tales como Londres, Frankfurt y Amsterdam (Figura 3). Los niveles anuales medios de  $\text{NO}_2$  determinados respecto de 42 ciudades entre 1980 y 1984 oscilaron entre 20 y 90  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (3). La OMS no ha especificado un valor de orientación anual medio para el  $\text{NO}_2$  porque no se consideraron suficientes los datos procedentes de estudios de la exposición durante largo tiempo (6). Sin embargo, los Estados Unidos y el Canadá han fijado una norma anual para la calidad del aire nacional de 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Todas las ciudades, respecto de las que se dispone de datos, salvo una (São Paulo), se mantuvieron normalmente debajo de este nivel. La OMS ha recomendado recientemente valores de orientación para una hora y 24 horas de exposición de 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{NO}_2$ , respectivamente, de los que no debe excederse (6). Un número apreciable de emplazamientos en ciudades en que se dispone de datos sobre el  $\text{NO}_2$  mostraron niveles más elevados entre 1980 y 1984. Entre las ciudades en que se excedió del valor de orientación de una hora por lo menos una vez durante los cinco años se contaron Amsterdam, Munich, Jerusalén y Rotterdam. Sydney, Santiago y Hamilton figuraron entre las que excedieron del valor para 24 horas. En Tel Aviv se excedió de ambos valores de orientación.

Fig. 3 Tendencias de las concentraciones anuales medias de  $\text{NO}_2$  en las ciudades



OMS 88533

7. Las emisiones totales de monóxido de carbono (CO) disminuyeron en algunos países, como los Estados Unidos de América, los Países Bajos e Irlanda, entre 1980 y 1985, pero aumentaron en otros, como el Reino Unido, donde el incremento de las emisiones fue de 5,2% (2). Los datos obtenidos de diferentes fuentes respecto de 15 ciudades entre 1980 y 1984 muestran que en todas se excedió del valor de orientación de la OMS (una concentración de CO de 10 mg/m<sup>3</sup> durante ocho horas) (3, 6) alguna vez durante ese período. En ocho de esas ciudades (París, Brisbane, São Paulo, Los Angeles, Melbourne, Nueva York, Chicago y Toronto) la concentración media de CO durante ocho horas en el curso del quinquenio excedió del valor de orientación de la OMS.

#### B. Deposición acídica

8. La deposición acídica sigue siendo una cuestión ambiental de importancia internacional. Existe una considerable cantidad de datos que indican que amenaza las pesquerías, la silvicultura, la agricultura y la fauna y flora silvestres (para mayores detalles, véase el informe del PNUMA sobre el estado del medio ambiente correspondiente a 1987). Los estudios efectuados recientemente muestran que la niebla acídica es más fuerte que la precipitación acídica y constituye una parte importante de la deposición que hasta el momento no había recibido la atención debida (véase el documento UNEP/GC.15/7/Add.3).

9. La firma del Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a larga distancia en 1979 puso de manifiesto la determinación de diversos países de colaborar para reducir las emisiones de óxido de azufre y nitrógeno (los principales agentes de la deposición) a niveles aceptables. En 1987, el Protocolo del Convenio (que dispone que las naciones participantes deberán reducir para 1993 las emisiones nacionales de azufre o sus corrientes transfronterizas en el 30% respecto de los niveles de 1980) entró en vigor, con lo cual se destacó aún más la voluntad internacional de cooperar para controlar la contaminación.

#### C. Ozono estratosférico

10. El ozono (O<sub>3</sub>) actúa como un filtro natural en la estratosfera que absorbe las perjudiciales radiaciones ultravioleta (UV) del Sol. Las actividades humanas agregan

compuestos a la atmósfera que rompen el equilibrio entre la producción y la destrucción de ozono. Los más importantes son los clorofluorocarbonos, los halones, el tetracloruro de carbono y el metil-cloroformo. Todos ellos son químicamente inertes en la parte inferior de la atmósfera y suben poco a poco a la estratosfera, donde se descomponen debido a la acción de las radiaciones ultravioleta y descargan cloro y bromo, que actúan como catalizadores en el proceso de destrucción del ozono.

11. Las amplias investigaciones realizadas en los últimos años han aumentado mucho la comprensión del carácter del ozono estratosférico y los procesos que lo agotan. En estudios recientes (7, 8) se ha puesto en evidencia que la magnitud de la columna del total de ozono sobre la Antártida ha disminuido entre un 30 y un 40% en la primavera (desde septiembre hasta fines de noviembre) en el curso de la última década. El fenómeno es llamado agujero de ozono de la Antártida. Según las teorías actuales, es causado por sustancias químicas antropogénicas y por reacciones que no se habían conocido hasta el momento y que están vinculadas con la estratosfera fría de la Antártida. Los datos sobre el ozono provenientes de satélites del Espectrómetro para la cartografía del total de ozono (TOMS), desde 1979 hasta fines de 1986, muestran que la totalidad del ozono ha disminuido recientemente en todo el mundo. El total medio mundial de ozono disminuyó en un 5% en los ocho años comprendidos entre 1979 y 1986. En las zonas tropicales, la tendencia casi no guarda relación con la estación del año y oscila entre el -0,5 y el -1,0% al año. Fuera de esas zonas, las pérdidas generalmente varían en forma estacional, y aumentan con la latitud, adquiriendo su máximo en los polos. Un estudio efectuado recientemente (9) mostró que los niveles de ozono habían bajado desde 1969 en alrededor del 2% en las latitudes templadas durante el verano. En el invierno, la reducción de la capa de ozono fue mucho mayor: alrededor del 6% en las latitudes comprendidas entre los 53°N y los 64°N y alrededor del 4,7% entre las latitudes 40°N y 52°N.

12. Los informes recientes (10) indican que se ha formado otro agujero en la capa de ozono situada sobre el Artico. El agujero de ozono del Artico tiene la mitad de tamaño del agujero de la Antártida, pero ocurre también al final del invierno y a principios de la primavera. Los datos

provenientes de la sonda de ozono y el TOMS mostraron que estuvo presente durante el invierno de 1985-1986, y las imágenes del TOMS parecen indicar que también se formó en 1981-1982 y 1983-1984. Sin embargo, en el invierno de 1986-1987 no hubo agujero de ozono sobre el Ártico. Los resultados preliminares del estudio del ozono ártico durante el invierno de 1988-1989 confirmaron la presencia del fenómeno que podía conducir a la destrucción del 1% del ozono ártico durante cada día en que el vórtice se encuentra sobre el Polo Norte.

13. Los esfuerzos por hacer frente a las posibles amenazas del agotamiento del ozono dieron lugar a la adopción del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono en 1985. El Convenio tiene por finalidad promover el intercambio de información, las investigaciones y las observaciones sistemáticas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos que tienen o pueden tener las actividades humanas que modifican o pueden modificar la capa de ozono. Fue seguido, en septiembre de 1987, por el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, que constituyó un hito en la cooperación internacional para proteger el medio ambiente. El Protocolo establece límites para la producción y el consumo de los CFC y halones perjudiciales, por lo que restringirá los niveles de cloro y bromo que llegan a la alta atmósfera y dañan la capa de ozono. Entró en vigor el 1.º de enero de 1989.

14. En algunos países ya se han tomado medidas para reducir o prohibir el uso de los CFC controlados en todos o algunos de los productos (por ejemplo, aerosoles no indispensables). Los Estados Unidos de América adoptaron medidas restrictivas de esa índole mucho antes de que se aprobara el Protocolo de Montreal; el Canadá, Suecia, Noruega, Suiza y Bélgica también han prohibido o restringido radicalmente el uso de CFC en aerosoles no indispensables (11). La República Federal de Alemania proyecta reducir al 10% para 1990 su producción de aerosoles que contienen CFC. Los países nórdicos decidieron alcanzar la meta de reducción del 50%, fijada en el Protocolo para 1998 mucho antes de ese año. Varios gobiernos están abogando por el establecimiento de objetivos mucho más altos en los próximos años para la reducción de la producción y el uso de sustancias que agotan la capa de ozono. Los principales productores de CFC están tratando de encontrar medios distintos de los CFC para los agentes espumantes, la refrigeración y climatización, los solventes y otros usos.

## 2. Calidad del agua

15. Durante miles de años la humanidad ha vertido las aguas servidas, sin tratar o tratadas inadecuadamente, en ríos, lagos y mares. Más recientemente, las aguas residuales de la industria han creado nuevos problemas de contaminación. Los productos químicos tóxicos han dado muerte a la biota acuática y han inutilizado las aguas para el uso humano y para el riego. El escurrimiento de nutrientes procedentes de tierras agrícolas ha causado una eutroficación cada vez mayor.

16. El proyecto de vigilancia del agua del SIMUVIMA, iniciado en 1977, actualmente está compuesto por 344 estaciones (240 estaciones fluviales, 43 estaciones lacustres y 61 estaciones de aguas subterráneas) situadas en 59 países. La red compila datos acerca de 50 indicadores diferentes de la calidad del agua, con inclusión de mediciones básicas tales como la del oxígeno disuelto, la demanda biológica de oxígeno, los coliformes fecales y los nitratos, así como análisis de los constituyentes y contaminantes químicos en trazas. La base de datos disponible abarca los períodos de 1979 a 1981 y de 1982 a 1984 (12).

17. La demanda biológica de oxígeno (DBO) y el oxígeno disuelto son las variables de la calidad del agua sobre las que más frecuentemente se informa en la red del SIMUVIMA; el 72% de las estaciones informan sobre la DBO y el 86% sobre el oxígeno disuelto. La demanda química de oxígeno (DQO) se mide en sólo el 48% de las estaciones. De todos los ríos vigilados, cerca del 10% puede calificarse de contaminados, ya que tienen una DBO de más de 6,5 Mug/l y una DQO de más de 44 Mug/l (12). Los dos nutrientes más importantes, el nitrógeno y el fósforo, exceden sobradamente de los niveles naturales en las aguas que mide la red. Los ríos situados fuera de Europa contienen 2,5 veces más nitratos que el promedio natural de ríos no contaminados (100 Mug/l). Los niveles de nitratos en los ríos de Europa son 45 veces más elevados que el nivel natural. La mediana del nivel de fosfatos en los ríos de la red de vigilancia del agua del SIMUVIMA es 2,5 veces superior al promedio de los ríos no contaminados (10 Mug/l).

18. Los contaminantes orgánicos medidos por la red de vigilancia del agua del SIMUVIMA son los plaguicidas organoclorados y los bifenilos policlorados. Los datos

obtenidos de alrededor del 25% de las estaciones en funcionamiento durante el período 1979-1984 muestran que la concentración de estos compuestos orgánicos suele ser inferior a los 10 ng/l. Se informó de niveles notablemente más altos, que oscilaron entre 100 y 1.000 ng/l, en el río Trent del Reino Unido y en varias estaciones de vigilancia de bifenilos policlorados del Japón y de isómeros de exaclorociclohexanos en ríos de China. Se encontraron niveles superiores a 1000 ng/l en los ríos Rufigi en Tanzania (dieldrín, 30 Mug/l), Canca Juanchito en Colombia (DDT, 1,2 Mug/l, dieldrín 3,0 Mug/l), Gombak en Malasia (dieldrín 39,6 Mug/l) y todas las estaciones de vigilancia de Indonesia (bifenilos policlorados, de 0,4 a 6,9 Mug/l).

19. Los datos de las series cronológicas de la OCDE dan indicaciones de signo distinto de la calidad de los ríos. La DBO ha mejorado en algunos ríos (con inclusión del Mississippi (Estados Unidos de América), el Rín (República Federal de Alemania), el Meuse (Países Bajos), el Támesis y el Severn (Reino Unido) y el Donau (República Federal de Alemania)) y se ha deteriorado en otros (como el Delaware-Trenton (Estados Unidos de América), el Meuse-Heer (Bélgica) y el Elbe (República Federal de Alemania)). De 1975 a 1985, los nitratos aumentaron en la mayoría de los ríos principales; por ejemplo, los  $\text{NO}_3\text{-N}$  aumentaron en el Mississippi de 1,04 mg/l a 1,23 mg/l, en el Rín de 3,02 a 4,20 mg/l, y en el río Po en Italia de 1,35 a 3,28 mg/l. En cambio, las concentraciones de fosfatos permanecieron estables o disminuyeron ligeramente durante el mismo período. En la mayoría de los ríos de los países de la OCDE hubo una notable disminución de las concentraciones de plomo, cadmio, cromo y cobre entre 1975 y 1985 (2).

20. La concentración de fósforo se redujo en la mayoría de los lagos de los países de la OCDE de 1975 a 1985 (2). Pero la concentración de  $\text{NO}_3\text{-N}$  se incrementó durante el mismo período, excepto en unos pocos lagos, como el lago Biwa en el Japón, el lago Erie en el Canadá y el lago Orta en Italia.

#### Estado del abastecimiento de agua y el saneamiento

21. Gran número de personas, especialmente en las zonas rurales de los países en desarrollo, todavía no cuentan con agua limpia apta para el consumo ni con servicios de

saneamiento. El Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990), iniciado por las Naciones Unidas en 1980, tiene por objeto suministrar a todas las personas agua limpia y servicios adecuados de saneamiento para 1990. Sin embargo, en 1985 sólo el 42% de la población de las zonas rurales y el 75% de la población de las zonas urbanas contaba con agua limpia, y sólo el 16% de la población de las zonas rurales y el 59% de la población de las zonas urbanas tenía servicios adecuados de saneamiento. El número de personas que contaban con agua limpia y servicios de saneamiento aumentó de 1980 a 1985, pero en casi todos los países en desarrollo se ha avanzado sólo muy lentamente hacia la consecución de las metas del Decenio (13). Se ha estimado que ello se debe a varios factores, tales como el crecimiento de población, la desfavorable situación económica mundial y la carga de la deuda de los países en desarrollo, que ha sido un obstáculo importante a las inversiones en proyectos de infraestructura.

### 3. Medio marino

22. En los últimos años ha aumentado en muchos países la preocupación que suscita la protección y la ordenación adecuada de las zonas costeras y los recursos marinos. Ha cobrado impulso la designación de zonas costeras o marinas protegidas. En un estudio realizado en 1986 se determinó la existencia de unas 1.000 de ellas en 87 países (14), en tanto que en un estudio de la UICN de 1988 se enumeran 820. Su tamaño oscila entre menos de un kilómetro cuadrado y cientos de miles de kilómetros cuadrados, y pueden incluir zonas costeras e islas pequeñas, arrecifes coralinos, estuarios, lechos de zosteras y mar abierta. Sirven de refugios donde los peces y otros organismos marinos pueden alimentarse, crecer y multiplicarse, incrementando la variedad y la abundancia de la vida. También tienen valor científico y educativo, y atraen el turismo.

23. La contaminación marina, especialmente en las regiones costeras, sigue causando preocupación en muchos países. Debido al brote de floraciones de algas en los estuarios a lo largo de la costa de Carolina del Norte en 1987 y en los mares alrededor de la parte sur de Escandinavia en 1988, los gobiernos concentraron cada vez más su atención en la necesidad de proteger el medio marino: las floraciones pueden producirse a causa de perturbaciones en los ecosistemas marinos provocadas

por factores climáticos, pero algunas han sido aceleradas por la contaminación (para mayores detalles, véase el documento UNEP/GC.15/14). La incineración de desechos de productos químicos en el mar también ha causado gran preocupación. Entre 1981 y 1984, los países europeos quemaron alrededor de 624.000 toneladas de desechos en el mar. En 1987, ocho países del Mar del Norte convinieron en reducir la incineración de desechos en el mar en no menos del 75% para fines de 1990 y de reducirlo gradualmente hasta eliminarlo para 1994 (15). En 1988, los Estados Unidos de América suspendieron los ensayos de tecnologías de incineración en el mar. En diciembre de 1988 entró en vigor un acuerdo internacional para impedir que los buques realicen el vertimiento de desechos de materiales plásticos en el océano. El acuerdo, que es otra importante medida para la protección del medio ambiente marino, se ha agregado (anexo V) al Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL).

#### 4. La tierra y la biota terrestre

24. Se ha informado que en casi todos los países del mundo existe erosión de los suelos. Se ha calculado que la humanidad causa la pérdida de unos 25.400 millones de toneladas de la capa superior de las tierras agrícolas del mundo (16). La disminución de la fertilidad del suelo, o incluso la pérdida total de tierras que se dedican a la agricultura, es común en muchas partes del mundo. Por ejemplo, la salinización afecta vastas zonas terrestres de muchos países en el África meridional, el Oriente Medio y Asia. Alrededor de la mitad de la tierra de regadío es afectada por la salinización secundaria, o por la alcalinización en diversos grados, o por ambos fenómenos. No se conoce con exactitud la magnitud de la degradación de los suelos en el mundo, pero la evaluación de la degradación del suelo a nivel mundial iniciada por el PNUMA en 1987 aumentará considerablemente los conocimientos sobre este particular. En 1988, la UICN adoptó directrices para rehabilitar o restaurar tierras degradadas, y se están realizando actividades en algunos países para hacer frente a la degradación de los suelos en una forma racional.

25. La deforestación es el factor más poderoso de la aceleración de la tasa de degradación de los suelos. En el ámbito mundial, los bosques están desapareciendo a razón de unos 15 millones de hectáreas por año, en su mayor parte en

Africa, América Latina y Asia. Se calcula que a comienzos de la década de 1980 se estaban talando 11,1 millones de hectáreas de bosques cada año en los países de las zonas tropicales (17). Unos 7,3 millones de hectáreas eran bosques tropicales densos y los 3,8 millones de hectáreas restantes eran zonas arboladas abiertas.

26. El Plan de Acción Forestal Tropical, iniciado en 1985 para coordinar las necesidades humanas, la ordenación del medio ambiente y el desarrollo forestal sostenible, está recibiendo poco a poco el reconocimiento de los países interesados. En una reunión intergubernamental celebrada en 1987 en Bellagio, Italia, se enumeraron varias medidas para mitigar la deforestación tropical y promover la explotación sostenible de los bosques del mundo. Se ha opinado que las naciones deben determinar el valor de sus recursos forestales en una forma global, y luego tenerlo en cuenta en sus planes nacionales económicos y de desarrollo. Una vez que se determine el costo verdadero de la deforestación, los gobiernos tal vez adopten un enfoque diferente respecto a la protección de los ecosistemas forestales.

27. El Acuerdo internacional sobre las maderas tropicales que entró en vigor en 1985 con los auspicios de la UNCTAD está siendo aplicado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) establecida en Yokohama, Japón, en 1987. Los objetivos principales de la OIMT son mejorar la información sobre los mercados, ayudar a los países productores a elaborar mejores técnicas de reforestación y ordenación forestal, estimular la elaboración de la madera en los países productores y apoyar los programas de investigación y desarrollo para lograr estos objetivos. Uno de los aspectos más alentadores de la OIMT es que los países productores y consumidores están colaborando para lograr la ordenación sostenible de los bosques tropicales. Las consideraciones ecológicas están ahora firmemente integradas en los objetivos y las actividades de la OIMT debido en gran parte a los esfuerzos del PNUMA, la UICN, el WWF y muchas organizaciones ambientales no gubernamentales.

28. Son muchas las especies animales y vegetales que se están extinguiendo a un ritmo sin precedentes debido al deterioro de los ambientes naturales en todo el mundo. Nadie sabe cuántas especies viven en la Tierra (18). Se han descrito 1,4

millones, pero puede haber más de 30 millones en total. Se cree que más de la mitad de todas las especies del mundo viven en los boques húmedos tropicales, que cubren tan solo el 7% de la superficie de la Tierra. Su continua destrucción indudablemente está conduciendo a la rápida extinción de miles de especies. Entre los demás biomas ricos en especies que están en peligro en todo el mundo figuran los arrecifes coralinos tropicales, los lagos geológicamente antiguos y las marismas.

29. Se ha utilizado solo una pequeñísima parte de las especies que tienen posible importancia económica. Por ejemplo, a lo largo de la historia se han cultivado o recogido como alimento 7.000 clases de plantas. Actualmente, solo 20 de ellas suministran el 90% de los alimentos que se consumen en el mundo, y apenas tres (trigo, maíz y arroz) proporcionan más de la mitad. En la mayor parte del mundo, estos pocos productos se explotan como monocultivos, que son particularmente vulnerables a los ataques de los insectos y las enfermedades. Sin embargo, siguen sin aprovecharse decenas de miles de especies comestibles, muchas de ellas posiblemente superiores a las que se están utilizando. Además, el nuevo campo de la biotecnología indudablemente acelerará el desarrollo de los recursos genéticos disponibles y su aprovechamiento. Esto hace mayor aún la necesidad de mantener las reservas genéticas más abundantes que sea posible.

30. La rápida destrucción del medio ambiente natural está reduciendo tanto el número de especies como la cantidad de variaciones genéticas dentro de cada especie. Es por ello que la diversidad biológica está disminuyendo. La mayoría de los expertos ha llegado a la conclusión de que quizá una cuarta parte de la diversidad biológica total de la Tierra, que representa alrededor de un millón de especies, está en grave peligro de extinción en los próximos 20 ó 30 años. Se podría perder un promedio de cien especies al día. Esta cifra quizá sea mil veces superior a la tasa histórica de extinción. Se ha estimado que si un bosque se reduce al 10% de su tamaño original, el número de especies que pueden continuar existiendo en él llegará a reducirse a la mitad (19). Ya se ha producido en muchas partes de las zonas tropicales una reducción del hábitat de esta magnitud. Según las proyecciones, si continúan los actuales niveles de deforestación, el 12% de las 700 especies de pájaros de la cuenca del Amazonas y el 15% de las especies de plantas en la totalidad de América Central y América del Sur se perderán dentro del próximo siglo (20).

31. La diversidad biológica debe considerarse como un recurso mundial, al igual que la atmósfera o los océanos; todas las naciones tienen un interés común en ella y todas tienen una responsabilidad común respecto de ella. La ciencia está descubriendo nuevos usos para la diversidad biológica en formas que pueden mitigar tanto el sufrimiento humano como la destrucción del medio ambiente. El estado de la diversidad biológica del mundo más allá del año 2050 dependerá en gran medida de lo que ocurra en el futuro inmediato.

32. Existe una amplia gama de métodos disponibles para atender las necesidades en materia de conservación y hay consenso internacional al respecto. Se ha establecido una red mundial de bancos genéticos para almacenar la colección básica mundial de germoplasma de cultivos, a la que prestan su colaboración más de 100 países. Se han creado bancos de datos y planes de conservación experimentales para proveer de información sobre recursos genéticos animales y los análisis correspondientes. Una red mundial de centros de recursos microbiológicos (MIRCEN) tiene ahora a su cargo la función de compilar, mantener y aplicar los recursos genéticos microbianos. Los primeros parques nacionales se establecieron hace más de un siglo, y en los últimos años se han creado muchas otras clases de zonas protegidas. Estas comprenden desde reservas científicas hasta zonas de usos múltiples, tales como las reservas de biosfera, en las que se permite cierta utilización sostenida de los recursos naturales. Al parecer, en 1920 habían 150 importantes zonas protegidas en el mundo (2). En los 50 años siguientes se establecieron 1.362 zonas protegidas. En los 15 años comprendidos entre 1971 y 1985 se crearon otras 2.002 zonas. El total de 3.514 zonas protegidas abarcaban cerca de cuatro millones de kilómetros cuadrados. Comprenden 526 reservas científicas, 1.050 parques nacionales, 70 monumentos nacionales, 1.488 reservas naturales y 380 zonas panorámicas protegidas.

33. La Estrategia Mundial para la Conservación (EMC) publicada por la UICN, el PNUMA y el WWF en 1980, la Perspectiva Ambiental hasta el año 2000 y más adelante, del PNUMA, y el informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, publicado en 1987, fijan tres objetivos principales para todas las políticas y prácticas en materia de conservación: asegurar la utilización sostenible de especies y ecosistemas, mantener los procesos ecológicos y sistemas sustentadores de vida esenciales, y conservar la diversidad

genética. En la Estrategia Mundial para la Conservación se destacan las prioridades de la acción nacional, incluida la formulación de estrategias nacionales de conservación, pero hasta el momento sólo unos 35 países han comenzado a formularlas. El PNUMA, la UICN y el WWF están preparando una nueva estrategia mundial de la conservación a fin de tener en cuenta los acontecimientos y análisis recientes. Llamada estrategia mundial de la conservación para la década de 1990, tiene por finalidad constituir un plan de acción para la conservación internacional.

34. En comparación con la magnitud del problema, son extremadamente inadecuadas las medidas que están tomando los gobiernos y la comunidad internacional para promover la conservación y el aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica. Existe una necesidad apremiante de contar con una estrategia amplia de diversidad biológica. Esta incluiría un convenio mundial que estableciera una firme base jurídica para la cooperación internacional. Esta necesidad ha sido destacada por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en su informe, por la Asamblea General de la UICN en 1988 y por el Grupo ad hoc de Expertos del PNUMA que se reunió ese mismo año. La UICN y el PNUMA cooperarían con otros miembros del Grupo para la Conservación de los Ecosistemas en la formulación de un convenio de esa índole para someterlo a la aprobación de los gobiernos. Una cuestión decisiva a este respecto sería la medida en que los gobiernos estuvieran dispuestos a hacer frente a las cuestiones políticas y económicas que se plantearían, tales como la retribución por la conservación de recursos genéticos, la utilización de parte de esa retribución para intensificar las actividades de conservación y el acceso a estos recursos genéticos sobre el terreno o en bancos genéticos, con inclusión de los producidos por medio de la biotecnología.

## Capítulo II

### DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

35. La población mundial sigue creciendo rápidamente, tras haber pasado de 2.500 millones a 5.000 millones entre 1950 y 1987. Se prevé además que llegará a 6.120 millones para el año 2000 (21). La tasa de crecimiento económico ha ido descendiendo de modo uniforme durante estos últimos años, tanto a nivel mundial como en los países en desarrollo en su conjunto. Sin embargo, se espera que el aumento anual de la familia humana pasará de unos 78 millones en el presente a aproximadamente 90 millones en 2000. La población mundial puede llegar a 8.200 millones para 2025 (según la estimación media de las Naciones Unidas), para estabilizarse finalmente en 10.500 millones para 2110. Se prevé que un 95% de todo el crecimiento demográfico proyectado hasta 2110 tendrá lugar en los países hoy en desarrollo (22). Varios países en desarrollo duplicarán, triplicarán o cuadruplicarán sus poblaciones durante los próximos 50 o 60 años.

36. Aunque las tasas de natalidad, mortalidad y mortalidad infantil han venido cayendo de forma ininterrumpida, la esperanza de vida ha aumentado en un alto número de países. Algunos países desarrollados ya han realizado la transición al equilibrio demográfico con bajas tasas de nacimientos y mortalidad y alta esperanza de vida. Otros muchos países desarrollados y algunos países en desarrollo evolucionan claramente hacia una población estacionaria. Sin embargo, se registran diferencias regionales. En Asia oriental, Asia sudoriental, América central y el Caribe se han producido descensos acusados de las tasas de crecimiento demográfico en estos últimos años. En Africa, por el contrario, la tasa de crecimiento ha aumentado de hecho durante el último decenio, y se estima ahora en un 3% anual. En Asia las tasas de crecimiento arrojan diferencias significativas de una subregión a otra. China, con una cuarta parte de la población mundial, ha reducido espectacularmente su tasa de crecimiento demográfico, que ha llegado a la mitad durante el último decenio. Sin embargo, se estima que a China y a otros países superpoblados del mundo (por ejemplo, el Brasil, la India, Indonesia y México) corresponderá el 37% del crecimiento total de la población mundial entre 1987 y 2007 (23).

37. A partir de 1980 se ha registrado un avance importante en las condiciones de salud en todo el mundo. La mortalidad infantil ha descendido y la esperanza de vida ha aumentado en casi todos los países. Sin embargo, todavía quedan diferencias enormes entre ricos y pobres en los países desarrollados o en desarrollo y especialmente entre los dos grupos de países. La esperanza de vida al nacer supera en la actualidad los 70 años en toda Europa, América del Norte, Australia y Nueva Zelanda, así como en diez países de América Latina y siete países de Asia y el Cercano Oriente. En contraste con lo anterior, la esperanza media de vida en Africa está todavía por debajo de los 50 años en 21 países, y supera los 60 años en sólo siete de ellos. Las tasas de mortalidad infantil han caído en casi 150 países en el último decenio. Finlandia, Islandia, Suecia y el Japón presentan las tasas más bajas (6 por 1.000 nacimientos vivos). Sin embargo, las muertes en la niñez siguen siendo numerosas en los países en desarrollo, especialmente en Africa y Asia. La mortalidad infantil en 47 de los 159 países para los que se dispone de datos es todavía de 100 o más por 1.000 nacimientos vivos (13). Las enfermedades diarreicas, las infecciones respiratorias agudas, la malnutrición y las enfermedades fijadas como meta del Programa Ampliado de Inmunización (difteria, tosferina, tétanos neonatal, poliomielitis, sarampión y tuberculosis), son las causas principales de mortalidad y morbilidad infantil y en la niñez.

38. El crecimiento de la humanidad exige más alimentos, combustibles y otros artículos necesarios para la vida. Todo ello debe en último término obtenerse de los recursos limitados de la tierra, y ello plantea complejas cuestiones en torno a las interrelaciones entre población, recursos, medio ambiente y desarrollo. La producción agrícola mundial ha aumentado en promedio un 2,5% anual durante los últimos 25 años (24) y a una tasa considerablemente más alta en los países en desarrollo en conjunto que en los países ya desarrollados (3,2% y 2,0% anual, respectivamente). Entre 1980 y 1985 la producción agrícola bruta mundial aumentó 13%. El incremento anual de la producción agrícola en los países en desarrollo fue de 3,9%, frente a 1,6% en los países desarrollados. La producción agrícola creció a escala mundial a un ritmo más rápido que la población entre 1980 y 1985, lo que se tradujo en un 4% de incremento por persona. Se registran, sin embargo, importantes diferencias regionales. La producción de alimentos per cápita aumentó 12% entre 1980 y 1985 en Asia, si bien descendió 5%

durante el mismo período en muchos países africanos. La producción de cereales per cápita en Africa se encuentra todavía muy por debajo del nivel de subsistencia (180 kilogramos por persona y año).

39. A nivel mundial, la disponibilidad alimentaria media aumentó de 2.450 a 2.660 calorías por persona y día entre 1971 y 1985. Existen de todos modos diferencias acusadas entre los países y entre los países desarrollados y los países en desarrollo (24). En los países desarrollados, la disponibilidad alimentaria media pasó de 3.260 calorías por persona y día en 1981 a 3.370 en 1985, mientras que en los países en desarrollo en conjunto pasó de 2.110 a 2.420 en el mismo período. Sin embargo, en Africa al sur del Sahara este nivel descendió de 2.100 calorías por persona y día a 2.050. En la mayoría de los países de bajos ingresos las capas más empobrecidas de la población no conseguían suficiente alimento para llevar una vida normal. Los suministros de alimentos por persona en esos países, si se excluyen China y la India, no fueron superiores en 1985 a lo que habían sido 15 años antes (2.080 calorías por persona y día). Se estima que unos 500 millones de personas sufrieron de subnutrición en 1985 y que el número puede llegar a 550 millones en el año 2000 (24). Según otra estimación, unos 950 millones de personas todavía consumen un número excesivamente bajo de calorías al día para poder llevar una vida de trabajo activa (15). Esta situación se ha creado y se ha visto agravada por una combinación de factores geográficos, climatológicos, sociales, económicos, ambientales y políticos, que van desde un acceso no equitativo a los recursos y productos hasta condiciones naturales desfavorables y métodos primitivos de producción y elaboración de productos agrícolas en muchas zonas.

40. La FAO estima que la producción agrícola mundial tendrá que aumentar en un 40% antes de finales de siglo para mantener el mismo ritmo que el crecimiento demográfico (24). Tres cuartas partes de este aumento tendrán que producirse en países en desarrollo. Hay dos métodos principales para elevar la producción agrícola: aumentar el área cultivada y aumentar los rendimientos. En la mayoría de los países en desarrollo, la distribución de la tierra agrícola es reflejo de la distribución de la riqueza. Una distribución desigual, combinada con el crecimiento demográfico rural, exacerba la

pobreza de las gentes del campo. En 1987 la Conferencia Mundial de la FAO sobre Reforma Agraria y Desarrollo Rural señaló que el número de personas sin tierra o casi sin tierra estaba aumentando en Asia sudoriental, en América Latina y en Africa, y alcanzaba su nivel más alto en Asia meridional. Además, la tierra laborable no explotada no está siempre a disposición de las personas que más la necesitan, en tanto que la roturación de nuevas tierras resulta cara. El incremento del rendimiento por unidad de superficie mediante la aplicación de técnicas agrícolas modernas exige un uso intensivo y continuado de plaguicidas y fertilizantes químicos y la dedicación de una mayor extensión al monocultivo y a los cultivos de regadío. El medio ambiente, y especialmente los ecosistemas vulnerables, sufrirán presiones importantes. La índole y la gravedad de los problemas variará entre los diferentes países en desarrollo y dentro de cada uno de ellos, pero entre ellos siempre figurarán la deforestación, la degradación y desertificación del suelo, la degradación de las tierras marginales y la contaminación de los suelos y de las aguas resultante del abuso de productos agroquímicos (24).

41. La industria desempeña un papel importante en el desarrollo económico de muchos países, ya que crea empleo para una gran parte de la población y suministra los bienes materiales de consumo. La contribución industrial al producto interno bruto (PIB) de las economías de bajos ingresos pasó del 28% en 1965 al 35% en 1986; en las economías de ingresos medios, pasó del 33% en 1985 al 36% en 1986. En las economías industriales de mercado, por otra parte, la contribución de la industria al PIB descendió del 40% en 1965 al 35% en 1986 (25). Esto puede atribuirse a la contracción y al estancamiento generalizados de la producción industrial en estos países desde 1979.

42. El porcentaje de la producción manufacturera mundial que corresponde a los países en desarrollo siguió prácticamente estabilizado en torno a 12,7% durante el período 1980-1985, si bien aumentó ligeramente en 1986 y 1987 (26). Los países en desarrollo se ven ahora enfrentados a los siguientes problemas: caída de los precios de los productos básicos primarios, carga creciente de servicio de la deuda, salidas netas de capital, barreras proteccionistas que dificultan el

acceso a los mercados de los países desarrollados y necesidad urgente de proveer a las necesidades cada vez mayores de su población. Todos estos problemas dificultan considerablemente el crecimiento industrial.

43. En el sector industrial se incluye un gran número de actividades, entre las que figuran la extracción, elaboración, síntesis y transporte de productos. Por ello la actividad industrial tiene una amplia gama de efectos ambientales. Los procesos industriales generan emisiones que son transportadas por el viento, aguas residuales y residuos sólidos que pueden afectar a la salud humana y al medio ambiente de muchas formas. Por lo demás, la composición y los efectos de las diferentes descargas de residuos industriales varían considerablemente. Los accidentes industriales y sus consecuencias ambientales se han convertido en una preocupación importante para muchos gobiernos. El PNUMA está celebrando consultas con gobiernos, con diversos miembros del sistema de las Naciones Unidas y con las industrias para concluir acuerdos internacionales sobre la notificación de accidentes industriales y sobre asistencia mutua en caso de accidente. Ultimamente también ha aumentado la preocupación sobre el transporte y la eliminación de los residuos peligrosos (para cuestiones relacionadas con los residuos peligrosos, véase el capítulo IV).

44. La aparición de nuevas tecnologías es una de las tendencias recientes más importantes del desarrollo industrial. La robótica, la automatización, la microelectrónica, la tecnología de la información, los nuevos materiales y la biotecnología han constituido la base y el motor tanto del desarrollo de nuevas industrias de alta tecnología como de la modernización de los métodos productivos aplicados en industrias tradicionales como la textil y la de pasta y papel. Algunas de estas tecnologías pueden reducir las descargas de residuos industriales utilizando las materias primas y la energía más eficientemente y recurriendo al reciclado. Los progresos de la biotecnología, por ejemplo, han permitido aumentar la eficacia y la efectividad en el tratamiento de los efluentes industriales; el desarrollo de la microelectrónica ha hecho posible un mayor control de los procesos productivos y por tanto un mayor reciclado en fábrica de las corrientes de desechos y menores pérdidas de producción; finalmente, el desarrollo de sensores ambientales facilita la vigilancia de las emisiones en las fábricas y en su entorno, contribuyendo así a una mejor protección de los trabajadores y del medio ambiente de trabajo.

45. Estos progresos tecnológicos ofrecen grandes posibilidades de mejora del medio ambiente. Otros, combinados con la transformación de la estructura industrial y con los nuevos materiales utilizados en los procesos productivos, entrañan la aparición de nuevos tipos de problemas de contaminación. Se está pasando de los contaminantes tradicionales a otros más complejos, como son los metales pesados, los contaminantes tóxicos de la atmósfera y de las aguas y los residuos peligrosos. Todavía no se han evaluado detalladamente los problemas ambientales derivados de las nuevas tecnologías. Es claro, sin embargo, que las consecuencias derivadas de tales tecnologías para la economía mundial y para los países en desarrollo en particular revisten gran importancia.

#### Desarrollo sostenible y seguridad ambiental

46. La turbulencia y la incertidumbre económicas persisten en estos últimos años del decenio de 1980. La economía mundial sigue siendo frágil a pesar de las razonables perspectivas de crecimiento a corto plazo. La economía mundial se caracterizó en 1985 por una modesta expansión de la producción y un crecimiento decepcionantemente lento del comercio internacional, tras los aumentos considerables, si bien desiguales, registrados en 1984. Aunque en promedio el producto interno bruto (PIB) de los países industriales fue en 1987 marginalmente superior al de 1986, se mantuvo muy por debajo de los altos niveles alcanzados en los decenios de 1950 y 1960 (25).

47. La financiación externa ha resultado una vez más inadecuada desde 1985. La vulnerabilidad de muchos países en desarrollo a la coyuntura externa ha aumentado la precariedad de sus economías. Por su parte, la desaceleración del crecimiento de los países desarrollados ha resultado costosa e inoportuna para todos aquellos países en desarrollo cuya suerte está estrechamente vinculada al comercio internacional. Tras un cierto progreso realizado en 1984, los países sufrieron un importante retroceso en 1985. La tasa de aumento de sus exportaciones cayó significativamente, su relación de intercambio empeoró y, en muchos de ellos, los tipos reales de interés aumentaron bruscamente. La tasa de crecimiento del PIB de los países en desarrollo en conjunto sigue por debajo del 2,5% anual. Casi el 60% de los países en desarrollo, de Africa y América Latina, experimentan en la actualidad un estancamiento o un descenso real de su PIB per cápita.

48. La pobreza va en aumento. Desde 1980 la situación ha ido de mal en peor en la mayoría de los países en desarrollo: el crecimiento económico se ha desacelerado, los salarios reales han caído acusadamente y el crecimiento del empleo se ha detenido. Los descensos vertiginosos de los precios de los productos básicos han reducido las rentas rurales, en tanto que los gobiernos han recortado en valores reales los gastos de servicios sociales. Se carece de datos exhaustivos sobre la pobreza, pero la información dispersa que se recibe de los diferentes países confirma una impresión generalizada de empeoramiento de la situación social en muchos países en desarrollo (25). En varios países ha aumentado el número de personas que se encuentran por debajo del umbral de pobreza. Se ha registrado también una inversión brusca y generalizada de la tendencia de evolución favorable en nutrición, educación y salud infantil. En 21 países en desarrollo de bajos ingresos, de un total de 35, el número de calorías diarias disponible por persona era inferior en 1985 al de 1965. En algunos países de Africa al sur del Sáhara ha descendido la esperanza de vida.

49. El estado del medio ambiente mundial no puede considerarse aisladamente del estado de la economía mundial. La comunidad mundial se enfrenta a un círculo vicioso: los problemas económicos causan o agravan el expolio del medio ambiente, el cual, a su vez, dificulta la reforma estructural y económica. Si el mundo sigue aceptando pasivamente la desaparición de la cobertura forestal, la degradación de la tierra, la expansión de los desiertos, la extinción de especies vegetales y animales, la contaminación atmosférica y de las aguas, y la transformación química de la atmósfera, tendrá también que aceptar el empeoramiento económico y la desintegración social. En un mundo donde el progreso depende de una serie compleja de vínculos económicos nacionales e internacionales, esa desintegración causaría sufrimientos humanos a una escala sin precedentes (27). La amenaza planteada por el deterioro ambiental continuado ya no es hipotética: amenaza la seguridad no sólo de esta generación sino también de las futuras.

50. Desde finales del decenio de 1960 se ha insistido repetidamente en el concepto de desarrollo sostenible en todos los foros dedicados a estudiar la relación entre población, recursos, medio ambiente y desarrollo. El Simposio de Cocoyoc sobre Modalidades de Utilización de Recursos, Medio Ambiente y Estrategias de Desarrollo, organizado conjuntamente por el

PNUMA y la UNCTAD y celebrado en México en 1974, declaró que esta generación deberá tener la visión suficiente para tomar en cuenta las necesidades de las generaciones futuras y no agotar hasta tal punto los recursos limitados del planeta, y contaminar en tal medida sus sistemas de apoyo de la vida, que el futuro bienestar del hombre, incluso su existencia, se vea amenazada. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo volvió a subrayar la necesidad de un desarrollo sostenible en su informe de 1987.

51. El desarrollo sostenible exige que la actividad presente no reduzca las posibilidades futuras de mantener o elevar los niveles de vida. No exige la conservación del nivel actual de recursos naturales, ni ninguna combinación concreta de activos humanos físicos y naturales. Tampoco impone límites artificiales al crecimiento económico, siempre que este crecimiento sea sostenible tanto económica como ambientalmente. Pero sí exige que los sistemas económicos se gestionen de tal forma que se mantenga o mejore la base ambiental y de recursos con el fin de que las generaciones futuras puedan vivir tan bien como nosotros o incluso mejor.

52. No resultará fácil encaminar al mundo por la vía del desarrollo sostenible, dada la degradación ambiental y la confusión económica ahora reinantes. La planificación y aplicación de las iniciativas de desarrollo tendrán que modificarse significativamente, habrá que reestructurar la economía mundial en sus mismos fundamentos y tendrá que producirse un cambio formidable en la cooperación internacional. Si la viabilidad del futuro no se convierte en un objetivo fundamental de los gobiernos nacionales, el deterioro continuado de los sistemas de apoyo natural de la economía acabará por desbordar los esfuerzos por mejorar la condición humana (27).

53. En la actualidad existen otras dos barreras para lograr la voluntad política y el capital necesarios. La primera es la asignación profundamente desacertada del capital implícita en el gasto militar mundial, que asciende a aproximadamente 900.000 millones de dólares por año. La otra barrera es la ingestible deuda del tercer mundo, que en la actualidad asciende a un billón de dólares. Si no se superan estos obstáculos, no se dispondrá de los fondos necesarios para garantizar un desarrollo sostenible.

## PARTE II

## LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CLIMA

Capítulo III

## LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO Y EL CLIMA

54. Si la atmósfera terrestre no actuara naturalmente como un invernadero, la vida en la tierra sería imposible. Sin la protección de la atmósfera contra las heladas cósmicas, los seres vivientes decaerían y morirían en un planeta cuya temperatura en la superficie sería de 20°C bajo cero. La atmósfera nos abriga como el vidrio en un invernadero.

55. La luz solar calienta el mar, la tierra y la vegetación. La superficie calentada de la tierra devuelve el calor hacia el espacio por efecto de radiación, pero este flujo de radiaciones hacia el exterior tiene, en la región infrarroja del espectro, longitudes de onda mucho más largas que la luz de sol. En su flujo hacia el exterior esta radiación infrarroja es absorbida en parte por gases en trazas. El nitrógeno y el oxígeno, que representan aproximadamente el 20% y el 80%, respectivamente, de la atmósfera, son transparentes en longitudes de onda infrarrojas y no cumplen ninguna función en este proceso. Pero cantidades relativamente mínimas de gases en trazas -en particular el dióxido de carbono y el vapor de agua- desempeñan un papel mucho más importante de lo que parecerían indicar sus bajas concentraciones, y absorben el calor que hace habitable el planeta.

56. El efecto invernadero natural del dióxido de carbono sobre el clima es conocido desde hace más de un siglo. Pero sólo en fecha relativamente reciente se ha prestado mucha atención a la posibilidad de que las actividades humanas puedan acentuar este efecto y causar un calentamiento del clima en todo el mundo, con graves repercusiones ambientales, económicas y sociales para las generaciones actuales y futuras. Las actividades humanas están aumentando artificialmente la cantidad de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero en la atmósfera, perturbando así sus ciclos geoquímicos naturales. Por regla general, hoy se reconoce que el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera hará que la Tierra sea

más caliente, pero el ritmo de este calentamiento mundial, su distribución regional y sus efectos siguen siendo objeto de intensos debates.

### Gases de efecto invernadero

#### Dióxido de carbono

57. La naturaleza mantiene en equilibrio el dióxido de carbono. Los procesos naturales producen grandes cantidades de gas, la vida terrestre emite aproximadamente cien mil millones de toneladas al año, simplemente por efecto de la respiración, mientras que la vegetación en descomposición descarga otra cantidad que oscila entre los mil millones y cinco mil millones de toneladas al año (29) (30). Pero la fotosíntesis natural absorbe casi la misma cantidad que la liberada por estos procesos. Las actividades humanas están perturbando el equilibrio de dos maneras distintas. En primer lugar, descargan cantidades adicionales de dióxido de carbono al quemar combustibles fósiles. En segundo lugar, perturban el equilibrio natural debido a la destrucción de bosques y otros tipos de vegetación. Los procesos naturales hacen circular el carbono a través de la atmósfera, los océanos y la biosfera en lo que se conoce como ciclo geoquímico del carbono. Las actividades humanas desequilibran este ciclo al inyectar dióxido de carbono en la atmósfera. Se ha estimado que entre el 40 y el 60% de dióxido de carbono emitido a la atmósfera se mantiene en el aire. El resto es absorbido por medios naturales, en particular el océano.

58. La principal fuente de emisiones de dióxido de carbono es la combustión de combustibles fósiles, y se estima que representa aproximadamente cinco mil millones de toneladas de carbono por año (28). La segunda fuente importante es la despoblación forestal. Un estudio efectuado recientemente (31) demuestra que la despoblación forestal en los trópicos es responsable de la emisión de 310 a 1.300 millones de toneladas de carbono por año, mientras que la utilización de los suelos forestales para otros usos representa otra emisión de 110 a 250 millones de toneladas. En total, los cambios inducidos por el hombre en la biota terrestre -incluidos la destrucción de los bosques tropicales como consecuencia de la despoblación forestal y los efectos de la deposición ácida y la destrucción de pastizales y otros tipos de cubierta vegetal

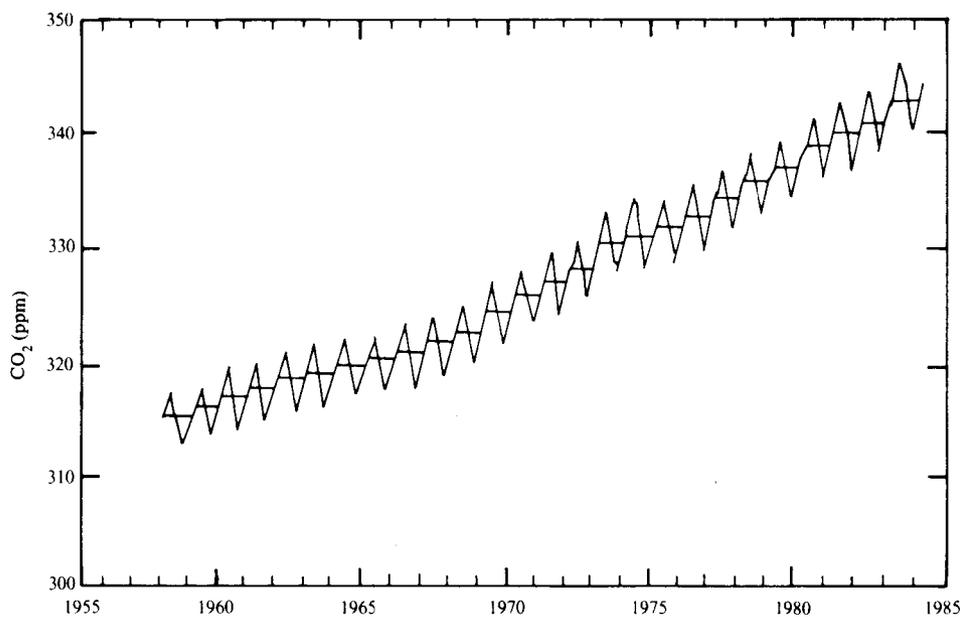
como consecuencia de la desertificación- se traduce en una descarga anual neta de 1.600 millones de toneladas (30). La despoblación forestal en el Brasil, Indonesia, Colombia, Tailandia, Côte d'Ivoire, Zaire, Filipinas, Ecuador y México es responsable de las tres cuartas partes de estas emisiones de dióxido de carbono.

59. Las estimaciones sobre la cantidad de dióxido de carbono que será emitido en el futuro varían mucho según las distintas proyecciones del uso de combustibles fósiles y las diferentes hipótesis sobre el destino de la vegetación terrestre, en particular de los bosques. Se ha calculado que las emisiones anuales del dióxido de carbono podrán oscilar entre 6.000 y 10.000 millones de toneladas de carbono en el año 2000, y entre 12.000 y 24.000 millones de toneladas en el año 2050 (32). Las descargas procedentes de la destrucción de la vegetación pueden mantener un nivel constante de aproximadamente mil millones de toneladas de carbono por año hasta el año 2000, pero pueden aumentar hasta 7.500 millones de toneladas en el año 2025 (32).

60. La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha variado a lo largo de las edades. Los registros geológicos indican que esta concentración puede haber sido de 200 partes por millón en volumen (ppmv) durante la última era glaciaria, es decir hace unos 18.000 años. Las estimaciones de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera en la época preindustrial oscilan entre 250 y 290 ppmv. Los análisis efectuados recientemente con muestras de aire atrapado en el hielo nuclear de los glaciares han revelado que la concentración atmosférica de dióxido de carbono alrededor del año 1750 era de 280 ppmv (33). En el observatorio de Mauna Loa (Hawai) se han hecho desde 1958 mediciones precisas y continuas de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, mediciones que indican claramente que la concentración ha aumentado de 315 ppmv en 1958 hasta 345 ppmv en 1985 (34). (Figura 4).

61. En vista de la incertidumbre reinante respecto de las emisiones futuras de combustibles fósiles, y la contribución biótica -y acerca de la absorción del dióxido de carbono por los medios naturales- se han elaborado varios modelos para estimar las futuras concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. En fecha reciente se ha estimado que la concentración media oscilará entre 494 ppmv en el año 2050 (32). La primera cifra corresponde a la hipótesis básica

Fig. 4 Concentración atmosférica de dióxido de carbono de conformidad con las mediciones efectuadas en el observatorio de Mauna Loa



del Instituto Mundial sobre Recursos cuyas proyecciones indican que el uso de la energía primaria se mantendrá en la tasa actual y llegará a 720 exajulios por año en el 2050. La segunda cifra corresponde a la hipótesis sobre emisiones elevadas del Instituto Mundial sobre Recursos, cuyas proyecciones indican que el uso de la energía se acelerará y llegará a 150 exajulios por año en el 2050. En la conferencia de Villach, celebrada en 1985, se convino en general que la concentración de dióxido de carbono anterior a la era industrial se duplicaría y llegaría a 600 ppmv a finales del próximo siglo, si se mantiene el actual incremento de las emisiones (un promedio de 1-2% anual desde 1973) durante los próximos cuatro decenios y si la tasa de incremento disminuye después de esa fecha (49).

### Oxido nitroso

62. Las emisiones de óxido nitroso son resultado natural de procesos microbianos en el suelo y el agua. Las actividades humanas contribuyen a aumentarlas con la combustión de biomasa y de combustibles fósiles. El total de las emisiones anuales de óxido nitroso se ha calculado en unos 30 millones de toneladas, y una cuarta parte de esta cantidad corresponde a actividades humanas (35). El principal medio de absorción del óxido nitroso es la reacción con el oxígeno activado de la estratosfera. No se conoce con certidumbre la existencia o la importancia de otros medios de absorción, aunque los organismos desnitrificantes pueden utilizar el óxido nitroso como un sustrato. Las mediciones de la concentración de óxido nitroso en la atmósfera muestran un aumento de 289 partes por cada mil millones en volumen (ppmmv) en 1970 a 304 ppmmv en 1985 (34), (36), y sigue aumentando aproximadamente en 0,2-0,3% al año. Este aumento es resultado sobre todo de la combustión (37); no se sabe a ciencia cierta si el aumento de la utilización de fertilizantes nitrogenados en la agricultura o el incremento de las actividades de despoblación forestal y otros cambios en el aprovechamiento de la tierra contribuyen de forma importante (38), (39), 40). Sin embargo, otro estudio (Informe SCOPE No. 29, 1986) considera que la aplicación de fertilizantes aumenta el flujo de óxido nitroso a la atmósfera. En este estudio se calcula que las emisiones de óxido nitroso debidas a los fertilizantes es de 600-2.300 toneladas de nitrógeno por año, y las que proceden del aumento de las tierras cultivadas representan 200-600 toneladas de nitrógeno por año. Según una

estimación, la concentración de óxido nitroso en la atmósfera puede llegar a 375 ppmv en el año 2030 (43). Otro estudio estima que esta concentración puede oscilar entre 392 ppmv y 446 ppmv en el año 2050 (32).

### Metano

63. El metano es producido por bacterias anaeróbicas que se encuentran en condiciones anaeróbicas en los ecosistemas de tierras húmedas naturales y en los arrozales, en la panza anóxica del ganado vacuno y en el tracto intestinal de las termitas y otros insectos. La cantidad total de metano emitida anualmente a la atmósfera es probablemente de 400 a 600 millones de toneladas (30), (35), (41). Los ecosistemas de tierras húmedas naturales son una fuente importante de este gas, y se estima que los flujos anuales oscilan entre 100 y 150 millones de toneladas. Las emisiones de metano procedentes de las tierras húmedas varían según la temperatura del suelo y del aire, la humedad del suelo, la cantidad y la composición del sustrato orgánico, y la vegetación. Las extensas tierras húmedas árticas y boreales, ricas en materia orgánica, son fuentes especialmente importantes de este gas y representan aproximadamente la mitad del total de las emisiones mundiales procedentes de las tierras húmedas naturales. Las actividades humanas que modifican las tierras húmedas -por ejemplo el drenaje o el anegamiento- modifican también las emisiones de metano. Asimismo, los arrozales producen el gas, y las estimaciones oscilan entre 35 y 170 millones de toneladas anuales. Al modificarse la productividad de los arrozales o al aumentar la superficie dedicada a ellos aumenta la emisión de metano. En un estudio reciente (42) se estima que las emisiones de metano pueden haber pasado de 75 millones de toneladas anuales en 1950 a 115 millones de toneladas en 1980 como consecuencia del incremento de la superficie dedicada a los arrozales. Se estima que los animales domésticos producen 74 millones de toneladas por año y las termitas entre 15 y 150 millones de toneladas (30).

64. Los análisis del hielo nuclear de los glaciares indican que la concentración de metano en la atmósfera era aproximadamente de 0,7 ppmv antes de 1850. En 1977, la concentración media mundial era de 1,52 ppmv, y llegó a 1,7 ppmv en 1985 (30). El incremento anual medio en todo el mundo de la concentración de metano ha sido aproximadamente de 1,0%

desde 1965, lo que significa que su aumento ha sido mucho más rápido que el del dióxido de carbono. Las concentraciones difieren según las regiones. En la zona templada septentrional son siempre superiores en un 7% a las concentraciones en la zona templada meridional, lo que se explica porque las principales fuentes de metano están situadas sobre todo en el hemisferio norte (41), (43), (44), (45). Se ha estimado que la concentración de metano en la atmósfera puede llegar a 2,34 ppmv en todo el mundo en el año 2030 (43). Otro estudio estima que puede oscilar entre 3,15 ppmv y 7,45 ppmv en el año 2050 (32).

### Clorofluorocarbonos

65. Los clorofluorocarbonos, especialmente el CFC-11 y el CFC-12, han sido emitidos en la atmósfera por fuentes industriales durante los últimos 50 años. Se calcula que la emisión anual de cada una de estas dos fuentes principales de CFC es aproximadamente de 400.000 toneladas (35). La destrucción fotoquímica, particularmente en la estratosfera, y la absorción muy lenta por los océanos son los únicos medios naturales importantes conocidos de destrucción de los clorofluorocarbonos. Las concentraciones han estado aumentando muy rápidamente. La concentración de CFC-11 en la atmósfera era de unas 150 partes por billón en volumen (ppbv) en 1977, concentración que aumentó a 226 ppbv en 1986 (8). La concentración de CFC-12 pasó de 260 ppbv en 1977 a 392 ppbv en 1986 8/. En promedio, la concentración de CFC-11 en la atmósfera ha estado aumentando en un 4% por año; la de CFC-12 ha aumentado a un ritmo aún más rápido, 4,3% anual. Se ha estimado que la concentración de CFC-11 puede llegar a 1100 ppbv en el año 2030, y la de CFC-12 a 1800 ppbv (43). En otro estudio se estima que la concentración de CFC-11 aumentará a 1379-2897 ppbv en el año 2050 y la CFC-12 llegará a 2359-3828 en ese mismo año (32). Sin embargo, a comienzos de 1989 entró en vigor el Protocolo de Montreal. Si se cumplen sus disposiciones, las concentraciones de CFC-11 y de CFC-12 en la atmósfera serían aproximadamente de 700 ppbv y 1400 ppbv, respectivamente, o incluso más bajas.

### El ozono y otros gases

66. El ozono absorbe la radiación ultravioleta de onda corta en la estratosfera y de esta manera protege a los organismos

vivientes. Cuando se encuentra en la troposfera (menos de 12 kilómetros de altura) puede ser perjudicial para la vida. Por consiguiente, tanto su destrucción en la estratosfera como una concentración cada vez mayor en la troposfera representan graves problemas ambientales. El ozono de la troposfera procede en parte de la estratosfera y en parte tiene su origen en la producción fotoquímica en que participan óxidos de nitrógeno, metano y otros hidrocarburos. La concentración de ozono en la troposfera era aproximadamente de 0,01-0,1 ppmv en 1985 y al parecer está aumentando (34).

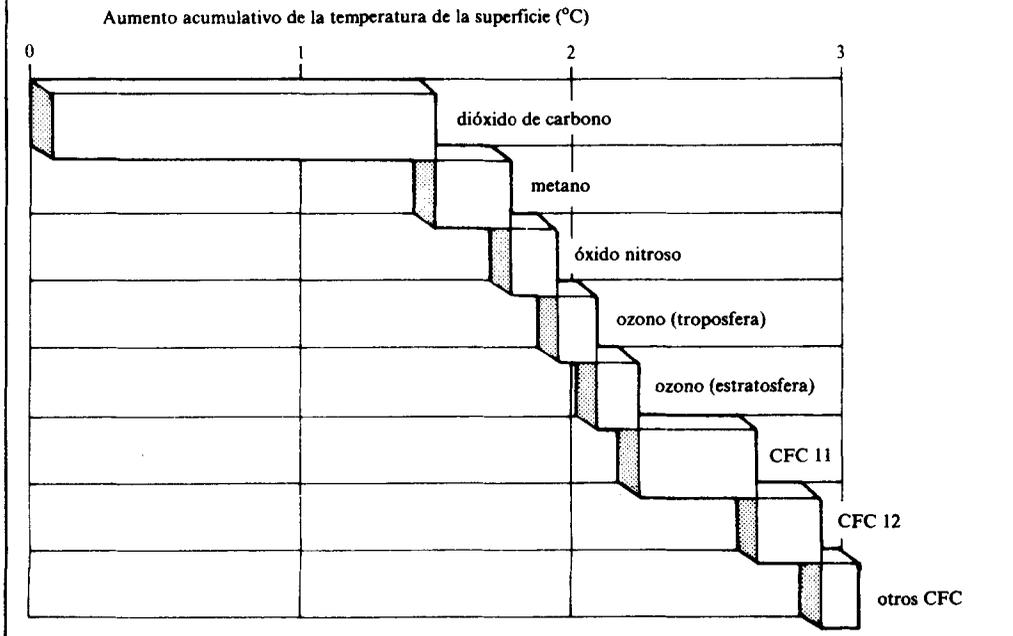
67. La contribución del ozono al efecto invernadero se complica por la interacción con gases en trazas "reactivos". Muchos de estos gases se producen biológicamente o por la combustión de la biomasa, y en la actualidad la concentración de muchos de ellos está aumentando en la atmósfera. Muchos no absorben la radiación infrarroja y por consiguiente no son gases de efecto invernadero en un sentido estricto. Pero tienen una acción recíproca que da origen a la producción o destrucción de otros gases y, por consiguiente, pueden influir indirectamente en el efecto invernadero. Los gases reactivos más comunes en la atmósfera son el monóxido de carbono, los hidrocarburos que no contienen metano (en particular isopreno y terpeno), óxidos de nitrógeno, amoníaco y compuestos de azufre en trazas (en particular sulfuro de hidrógeno, sulfuro de dimetilo, metilmercaptano, disulfuro de carbono y sulfuro de carbonilo). Muchos de estos gases tienen formas complejas de interacción con el ozono. El radical hidroxilo y el ozono son oxidantes importantes en la descomposición del monóxido de carbono, metano, isopreno y terpeno. A bajas concentraciones del óxido nítrico, la oxidación del monóxido de carbono es un medio de absorción del ozono. Sin embargo, en condiciones de concentraciones elevadas de óxido nítrico las concentraciones de ozono pueden en realidad aumentar durante la oxidación del monóxido de carbono. Esta interacción puede ser responsable en parte del aumento de las concentraciones de ozono troposférico en las regiones desarrolladas (46). Un mayor aumento de las concentraciones de óxido nítrico como consecuencia de la combustión de combustibles fósiles, la combustión de la biomasa, o la agricultura podría dar lugar a aumentos más difundidos en el ozono de la troposfera.

### Cambios climáticos

68. Por supuesto, no es posible estudiar directamente los efectos del aumento del dióxido de carbono. Por esta razón, los investigadores han utilizado modelos climáticos mundiales, es decir representaciones matemáticas de la atmósfera utilizadas para simular cambios climáticos con arreglo a diferentes hipótesis. El dióxido de carbono es un elemento tan insignificante de la atmósfera que ningún modelo permite hacer predicciones de los cambios que podrían producirse nada menos que con una duplicación de las concentraciones. Incluso las estimaciones del aumento de la temperatura varían muchísimo, de 0,7°C a 9,6°C. Sin embargo, en los estudios más recientes se llega a la conclusión de que la duplicación de la concentración de dióxido de carbono en comparación con su nivel preindustrial de 270 ppmv probablemente aumentará la temperatura media mundial de 1,5°C a 4,5°C (47), (48), (49) pero más probablemente en 2°C.

69. Puesto que el dióxido de carbono es a la vez el mayor contribuyente al efecto invernadero causado por actividades humanas y el primero en ser identificado, los expertos calculan la cantidad de otros gases en trazas en términos de su equivalente en dióxido de carbono. En 1980, los demás gases de efecto de invernadero (metano, ozono troposférico, CFC, el vapor de agua adicional resultante del calentamiento de los océanos por el efecto invernadero, y el óxido nitroso) habrían producido el mismo volumen de calentamiento que una cantidad adicional de 40 ppmv de dióxido de carbono. Se prevé que en el año 2030 su efecto será el mismo que una cantidad adicional de 140 ppmv de dióxido de carbono. Por consiguiente, estos gases aceleran el calentamiento de la Tierra. Por sí solas, las concentraciones de dióxido de carbono no se duplicarán hasta el año 2080, pero la adición de otros gases daría el mismo resultado aproximadamente en el año 2025, o sea unos 50 años antes (Figura 5).

Fig. 5 Predicción de los aumentos de temperatura causados por el incremento de las concentraciones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en el año 2030. El aumento previsto es aproximadamente de 3°C, del cual sólo aproximadamente la mitad se debería a la acción del propio dióxido de carbono

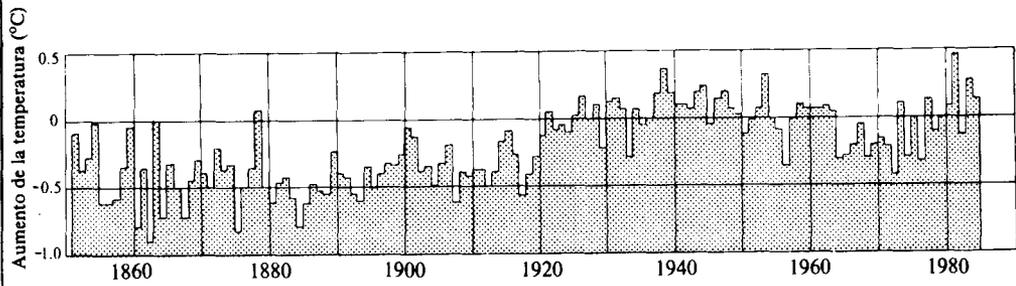


Fuente: UNEP/GEMS Environment Library No. 2 "The Ozone Layer", 1987.

70. Son muchas y muy complejas las interacciones que dan lugar al efecto invernadero, con multitud de efectos recíprocos. Por ejemplo, entre el dióxido de carbono y el agua existe un sinergismo importante. El incremento del dióxido de carbono aumenta la temperatura, lo que causa una mayor evaporación de la humedad de los océanos y de la tierra. A su vez, este vapor de agua adicional absorbe más radiaciones infrarrojas e intensifica el efecto invernadero. Se ha calculado que esta interacción agua-efecto invernadero multiplica el calentamiento del aire por un factor aproximado de 1,5 y el calentamiento de la superficie terrestre por un factor aproximado de 3 (34). Otro efecto bien estudiado es el fenómeno de la reflectividad del hielo y de la nieve. El calentamiento debido al efecto invernadero producirá una mayor fusión del hielo marino y de la capa de nieve. La superficie situada inmediatamente debajo, ya sea agua o tierra, es mucho más oscura que el hielo o la nieve y, por consiguiente, absorbe más radiación solar, con lo cual aumenta el calentamiento. El efecto de la reflectividad del hielo aumenta el calentamiento mundial en un 10-20%, pero al nivel local, cerca de las márgenes del hielo marino y en los océanos polares, puede ser de dos a cuatro veces superior al calentamiento mundial. Además, el incremento de la humedad procedente de los océanos más cálidos puede modificar la distribución de las nubes y sus características. No se conoce con precisión el carácter de estos cambios en las nubes y la forma en que afectarán el calentamiento radiactivo. En el párrafo 65, supra, se ha hecho ya referencia a las interacciones entre el ozono y los gases reactivos en la atmósfera.

71. El análisis de los registros de la temperatura de la superficie durante los últimos 100 años muestra que la temperatura terrestre aumentó en  $0,5^{\circ}\text{C}$  entre 1880 y 1940, disminuyó en  $0,2^{\circ}\text{C}$  entre 1940 y 1965, y ha aumentado rápidamente desde ese último año (Figura 6). Según estos análisis, la temperatura mundial ha sufrido un aumento de  $0,3-0,7^{\circ}\text{C}$  en los últimos 100 años. Pero para poder asociar de manera definitiva este calentamiento y el efecto invernadero es necesario disponer de más datos y realizar nuevos estudios (50).

Fig. 6 Temperaturas anuales medias de las masas terrestres en el hemisferio norte desde 1850



Fuente: UNEP/GEMS Environment Library No. 2 "The Ozone Layer", 1987.

### Efectos ambientales de los posibles cambios climáticos

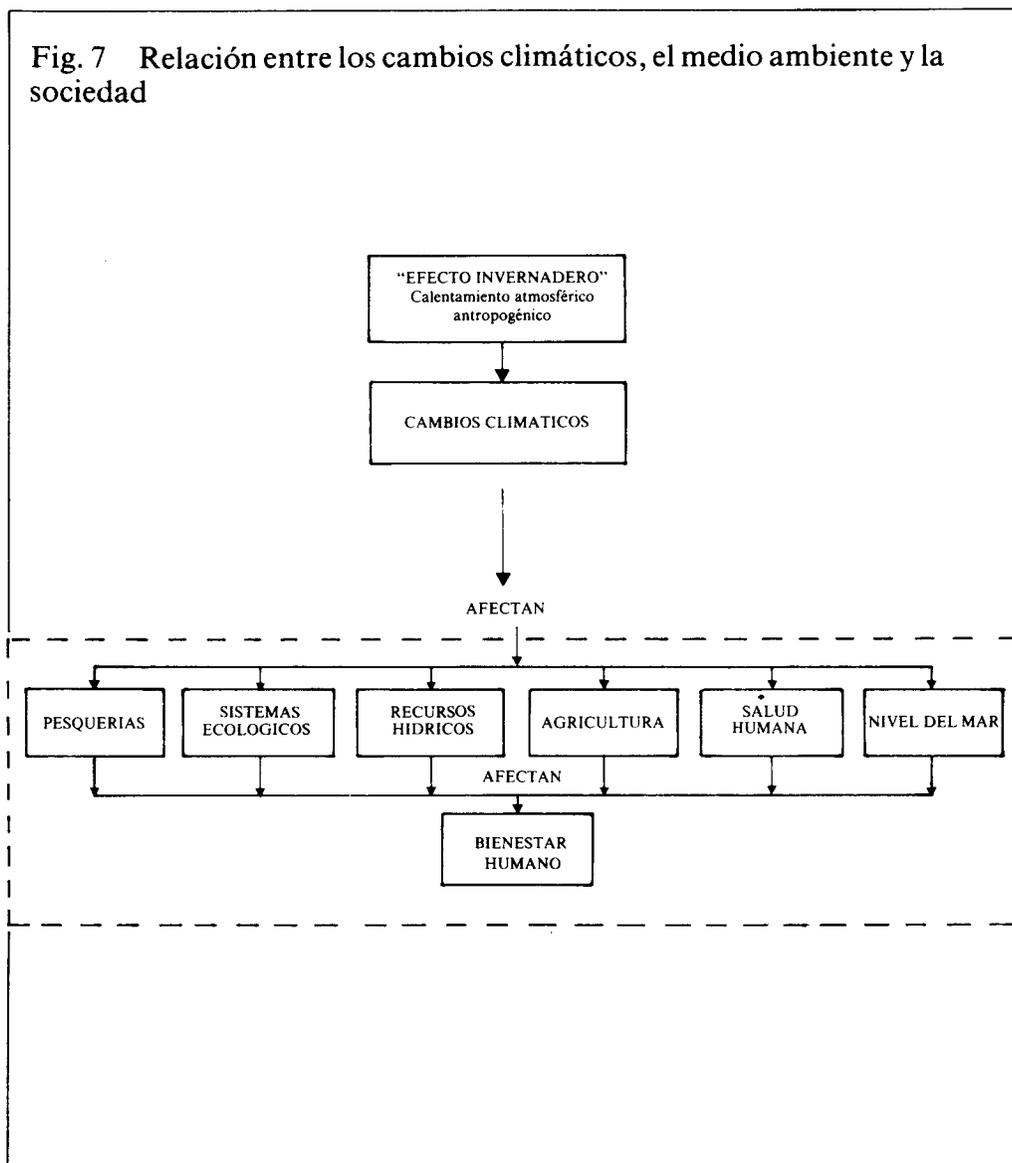
72. Los cambios climáticos producidos hoy por el aumento del dióxido de carbono y de otros gases en trazas en la atmósfera pueden afectar de muchas formas el medio ambiente. Sin embargo, el problema relativo a la forma en que el clima tiene una acción recíproca con el medio y la sociedad es complejo (Figura 7). Dada la falta de previsiones detalladas y precisas del clima futuro, sólo es posible hacer especulaciones sobre los efectos de los cambios potenciales (49).

#### Cambios del nivel del mar

73. En el pasado el clima ha afectado profundamente el nivel del mar. Los geólogos reconocen en general que las eras glaciares eliminaron de los océanos agua suficiente como para disminuir en 100 metros el nivel del mar, en comparación con los actuales niveles. Hace ya mucho tiempo que han desaparecido los glaciares que alguna vez cubrieron gran parte del hemisferio norte, pero la capa de hielo restante en todo el mundo contiene agua suficiente para elevar el nivel del mar en más de 75 metros.

74. Se ha estimado que un calentamiento mundial que oscilara entre 1,5°C y 4,5°C daría lugar a un aumento del nivel del mar de 20 a 140 centímetros 49/, principalmente por la expansión térmica del agua oceánica. El calentamiento climático podría también fundir los hielos flotantes del Océano Artico y derretir la capa de hielo del Antártico Occidental. La fusión del hielo del mar aumentaría considerablemente la temperatura de la superficie marina y de esta manera las principales zonas climáticas avanzarían hacia el norte 200 kilómetros o más. Existe un debate muy intenso acerca de la posibilidad de que se derrita la capa de hielo del Antártico. En los estudios efectuados recientemente se llega a la conclusión de que un deshielo importante aumentaría considerablemente el nivel del mar, pero se prevé que este fenómeno no se producirá durante el próximo siglo (49).

Fig. 7 Relación entre los cambios climáticos, el medio ambiente y la sociedad



75. Un aumento del nivel del mar de uno o dos metros cubriría de manera permanente las tierras húmedas y las tierras bajas, aceleraría la erosión de las costas, aumentaría las inundaciones costeras, amenazaría las estructuras de las costas e incrementaría la salinidad de los estuarios y de los mantos acuíferos. Estos fenómenos tendrían graves consecuencias ambientales, económicas y sociales para muchos países. Varios países en desarrollo son especialmente vulnerables.

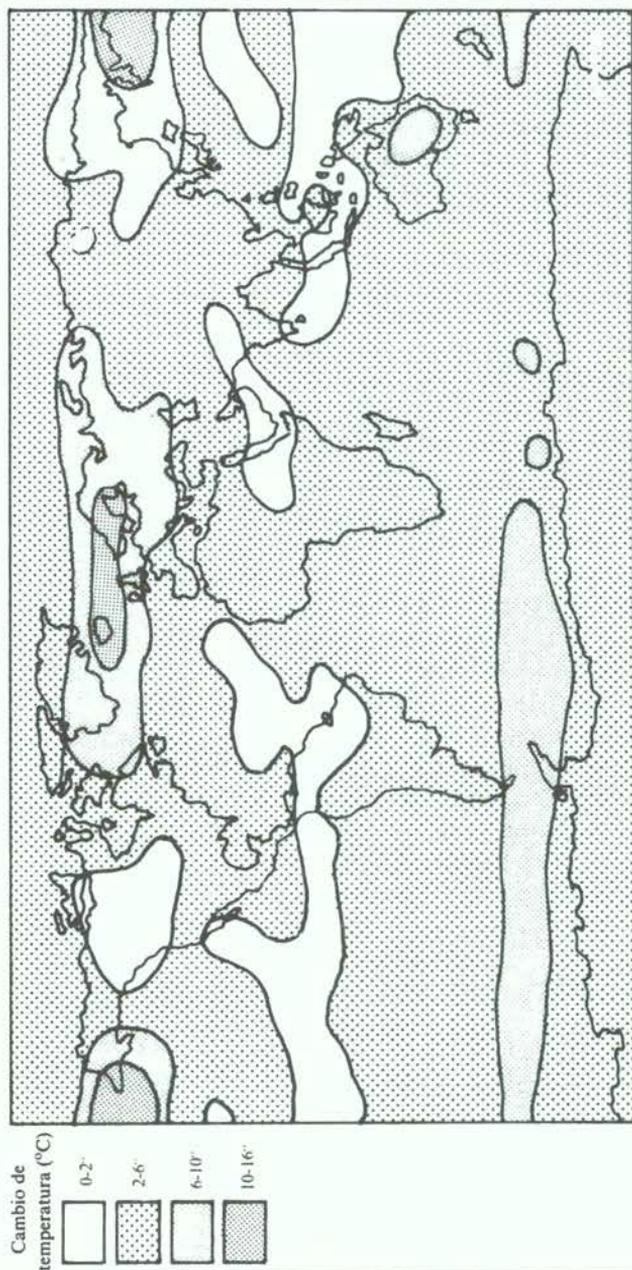
#### Cambios climáticos regionales

76. Una comparación de los años cálidos y fríos, y los cálculos hechos con computadoras, muestran que cuando se produce un calentamiento del mundo, este calentamiento es mayor en las latitudes más altas y menor en las regiones ecuatoriales (Figura 8). Estos cambios de temperatura modificarían los regímenes de lluvias y de vientos. Algunas partes del mundo serían más húmedas, otras más secas; podría cambiar la dirección de los vientos que traen las lluvias monzónicas, en algunas regiones las tempestades podrían ser más frecuentes. Los cambios climáticos podrían prolongar las sequías en los trópicos semiáridos al aumentar la temperatura y disminuir la precipitación en una o más estaciones, con lo cual se agravarían problemas que ya son críticos. Algunos hombres de ciencia han pensado que la reciente y prolongada sequía registrada en Africa puede ser una primera manifestación del efecto regional del calentamiento mundial (51). En las regiones tropicales húmedas puede aumentar la precipitación. Las tormentas tropicales pueden llegar a regiones en las que actualmente son relativamente poco conocidas.

#### Efectos sobre los ecosistemas terrestres

77. El examen de las estructuras de la vegetación en el mundo y de los cambios climáticos en el pasado lejano nos revela, sin duda alguna, que una duplicación de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera podría tener efectos profundos sobre los ecosistemas mundiales.

Fig. 8 Predicción de los cambios de temperatura con arreglo a un modelo atmosférico consistente en la duplicación del dióxido de carbono. En invierno, las temperaturas podrían aumentar en 6-10°C en ciertas partes de Europa septentrional



78. En las regiones semiáridas los árboles son vulnerables a la disminución de las lluvias. En los bosques higrofiticos, son vulnerables a las plagas de insectos y a las infestaciones, que a su vez sufren la influencia de la temperatura y la precipitación. En la tundra ártica, el calentamiento reduciría los hielos perennes y los árboles crecerían más al norte. Las capas superiores de la turba de la tundra se secarían, lo cual aumentaría la oxidación y el decaimiento de la materia orgánica. Se emitiría una mayor cantidad de dióxido de carbono lo que, a su vez, aumentaría el calentamiento, y de esta manera se crearía una retroacción positiva (52).

79. El calentamiento del clima podría afectar considerablemente la producción y la distribución de alimentos. En general, el incremento de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera beneficiaría el rendimiento de los cultivos. Los experimentos realizados en laboratorio indican que, si no se produce un cambio climático, una duplicación de la concentración de dióxido de carbono aumentaría hasta en un 10% el crecimiento y el rendimiento del maíz, el sorgo y la caña de azúcar, con un incremento del 10-50% en el caso del trigo, el arroz y la soja, dependiendo de cada cultivo y de sus condiciones de crecimiento (49). La duplicación de la concentración de dióxido de carbono podría reducir la transpiración en un 34% y el aprovechamiento del agua por las plantas sería dos veces más eficiente. Sin embargo, es obvio que podrían producirse cambios climáticos lo cual afectaría considerablemente los cultivos. Los análisis efectuados en cultivos muestran que una temperatura media más elevada disminuye el rendimiento del trigo y del maíz en las regiones agrícolas vitales de latitud media de América del Norte y Europa occidental. Dadas las actuales tecnologías y las variedades de cultivo, un calentamiento brusco de 2°C sin modificación de las precipitaciones podría reducir los rendimientos en 3-17% (49). Las temporadas agrícolas más cálidas y más extensas creadas por cambios climáticos podrían permitir que muchas plagas de insectos tuvieran de una a tres generaciones adicionales. En las nuevas condiciones favorables, el incremento exponencial de algunas poblaciones de plagas podría aumentar las pérdidas de las cosechas.

80. El calentamiento mundial producido por los gases de efecto invernadero se producirá lentamente. En el momento en que las temperaturas medias hayan aumentado en uno o dos grados, la

agricultura habrá tenido tiempo suficiente para adaptarse. Distintos cultivos, diferentes variedades y distintas técnicas agrícolas contribuirán también a absorber los efectos de los cambios. El sistema del comercio agrícola mundial podrá también adaptarse a los cambios ya que diferentes países exportan e importan distintas cantidades de productos diferentes. Sin embargo, a las zonas marginales de producción de alimentos les resultará mucho más difícil adaptarse. Su producción es ya muy sensible a los cambios climáticos y el ritmo de modificación de su tecnología agrícola es muy lento.

### Observaciones finales

81. En la actualidad se conocen ampliamente las posibilidades de calentamiento mundial y de las fuerzas que lo producen. Sin embargo, se ignoran su distribución regional y sus efectos ambientales precisos. Subsisten muchas zonas de incertidumbre. El problema es mundial, y es indispensable que la comunidad científica internacional coordine sus esfuerzos para llenar las lagunas de nuestros conocimientos. Sobre la base de los actuales conocimientos científicos, la comunidad mundial tiene dos posibilidades. La primera es considerar este problema como académico y dejar que las cosas sigan como hasta ahora. En este último caso, el mundo tendrá tal vez que adaptar bruscamente su estructura económica al cambio climático y tendrá que hacer frente a posibles consecuencias catastróficas. Esta opción es sin duda alguna inaceptable. La segunda opción es adoptar medidas inmediatas para reducir la acumulación de gases de efecto invernadero y de esta manera reducir el calentamiento y sus consecuencias indeseables. El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, de 1987, es un paso en la buena dirección. El Protocolo prevé, hasta 1998, una reducción del 50% en la producción de clorofluorocarbonos plenamente halogenados (CFC), que son gases de efecto invernadero. Algunos estudios recientes (53) indican que es necesario modificar el Protocolo de Montreal para prohibir por completo la producción de CFC y de halocarbonos y congelar la producción de metilcloroformo (que no está restringida por el Protocolo de 1987).

82. Otros gases de efecto invernadero que quizás pueden ser controlados en un futuro próximo son el metano y el ozono de la troposfera. Debe darse prioridad a los estudios relativos a las fuentes y medios de absorción de estos gases, a sus

interacciones en la atmósfera y a las tecnologías que reducirían sus emisiones. En cuanto al dióxido de carbono, que representa aproximadamente el 50% del efecto invernadero, debe darse prioridad a las estrategias que congelen o reduzcan la tasa de sus emisiones, incluida una mayor eficiencia en el uso de la energía y la modificación de las tecnologías de forma que se reduzca el uso de combustibles fósiles. Es quizás aún más práctico preservar los bosques, en especial los bosques tropicales. Cada una de estas medidas puede ser útil para más de un propósito ambiental o económico. Incluso en el caso de que las peores hipótesis no se hagan realidad, la adopción inmediata de estas medidas nos beneficiará siempre en otros aspectos.



## PARTE III

## DESECHOS PELIGROSOS

Capítulo IV

## DESECHOS PELIGROSOS

83. Prácticamente toda actividad industrial genera desechos de los que se prescinde porque al parecer ya no tienen utilidad económica. El proyecto de convenio mundial sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos los define como "sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, propone proceder, o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional".

84. El término "peligroso", aplicado a determinados desechos, tiene diferente significado en cada país. En los Estados Unidos, por ejemplo, se dice que son residuos peligrosos si pueden causar o contribuir significativamente a un aumento de la mortalidad o de enfermedades graves irreversibles o de enfermedades reversibles que imposibilitan físicamente a las personas, o si plantean un peligro real o posible importante para la salud humana o para el medio ambiente cuando se tratan, almacenan, transportan, eliminan o son objeto de cualquier otra forma de manejo inadecuado (54). En la República Federal de Alemania se utiliza el término "desechos especiales". La definición técnica de estos desechos especiales indica que, dada su naturaleza, composición o cantidad, son especialmente peligrosos para la salud y la calidad del aire o del agua, son explosivos, inflamables o pueden causar enfermedades infecciosas y, por tanto, exigen condiciones especiales de control (55). Para la Organización Mundial de la Salud (OMS) los desechos peligrosos son los que tienen características físicas, químicas o biológicas que exigen procedimientos de manejo y eliminación especiales para evitar los riesgos para la salud u otros efectos ambientales adversos (56).

85. Una forma de abordar el problema de la definición adecuada de los desechos peligrosos es hacer una lista de desechos conocidos cuyo manejo no presenta peligros ambientales importantes a corto plazo o largo plazo, y declarar peligrosos todos los desechos no incluidos en la lista. Este método de "exclusión" se aplica en varios países, por ejemplo, el

Reino Unido. Sin embargo, a efectos de reglamentación se prefiere utilizar listas de residuos peligrosos, complementadas o no con otros criterios. Este método se aplica en la actualidad en la República Federal de Alemania, Bélgica, Dinamarca, los Estados Unidos, Francia, los Países Bajos y Suecia. En las listas se incluyen desechos procedentes de ciertas industrias, desechos que contienen componentes específicos y determinadas corrientes de desechos que se determinan por los procesos de que proceden. Este tipo de lista ofrece un mayor grado de certeza, pero tiene la desventaja de que puede incurrirse en omisiones importantes.

86. En las Directrices y Principios de El Cairo para el manejo ambientalmente racional de desechos peligrosos (57) éstos se definieron como "los desechos, con excepción de los desechos radiactivos, que, a causa de su reactividad química, de sus características tóxicas, explosivas, corrosivas o de otro tipo que constituyen o pueden constituir un peligro para la salud o el medio ambiente, bien sea por sí solos o cuando entran en contacto con otros desechos, son jurídicamente definidos como peligrosos en el Estado en que se generan, aquel en que se procede a su eliminación o a través del cual se transportan".

87. No existía por tanto una definición aceptada internacionalmente de desechos peligrosos, lo cual tenía dos consecuencias. La primera era que las estimaciones de desechos peligrosos generados por distintas industrias en diferentes países variaban mucho según la definición adoptada. La segunda era que los procedimientos de reglamentación adquirirían una especial complejidad, especialmente si los desechos peligrosos se transportaban, dentro del mismo país, de una región a otra con diferentes reglamentos, o de un país a otro. En 1988 la OCDE elaboró una lista básica de desechos peligrosos que debían controlarse y de todos los que se consideraban o estaban legalmente definidos como desechos peligrosos en los Estados miembros.

88. Las estimaciones del volumen de desechos peligrosos producidos en los países de la OCDE varían de 300 millones de toneladas a 800 o más anuales. Según algunas estimaciones, el 88% de estos desechos peligrosos se genera en los Estados Unidos (2). La República Federal de Alemania, Francia, Italia y el Reino Unido son los principales países generadores de desechos peligrosos de Europa. En 1986 se produjeron en el

Reino Unido unos 3.700 millones de toneladas de desechos peligrosos (58). En Hungría se generan anualmente 3.500 millones de toneladas (59). No es fácil obtener datos correspondientes a otros países, especialmente a los países en desarrollo. Se cree que algunos países en desarrollo generan cantidades importantes. El Brasil, la República de Corea, China y la India quizá encabecen la lista. En un estudio de 1985 se indicaba que unas 700 empresas industriales situadas en la costa occidental de Malasia generaban desechos peligrosos (60).

89. La composición de estos desechos peligrosos varía considerablemente de una industria a otra (Figura 9); igualmente la composición de los desechos generados en diferentes países varía según las diferentes estructuras industriales. Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, el 71% de los residuos peligrosos procede de la industria química, el 8% de la industria metalúrgica y del refinado del petróleo, y el resto de las demás industrias. En Hungría, por otra parte, el 66% de los desechos peligrosos procede de la industria minera, el 17% de la industria química y el resto de otras industrias.

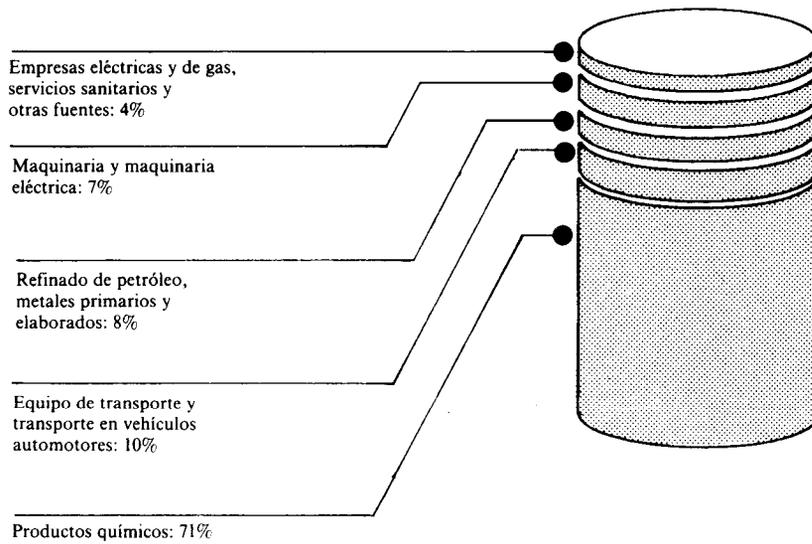
#### La eliminación de los desechos peligrosos y el medio ambiente

90. Los métodos tradicionales de bajo costo de eliminación de los residuos peligrosos consiste en la utilización de vertederos, depósitos de superficie y la inyección en pozos profundos. Este último método es más frecuente en los Estados Unidos de América que en Europa. Más del 75% de los desechos peligrosos generados por las industrias de los países de la OCDE se eliminan en tierra. Los desechos se pueden eliminar a granel o introducidos en bidones, barriles o cualquier otro tipo de recipiente (Figura 10).

91. Ultimamente se ha comprobado que miles de vertederos y depósitos de superficie utilizados para el vertido de desechos peligrosos son totalmente inadecuados. Durante decenios se han ido acumulando en estos lugares ácidos corrosivos, materia orgánica persistente y metales tóxicos. Se ha pensado poco en sus efectos ambientales. En los Estados Unidos se ha precisado la existencia de unos 76.000 vertederos activos, la mayoría de ellos sin revestimiento (61). La ley general de responsabilidades, indemnización y reacción ambientales

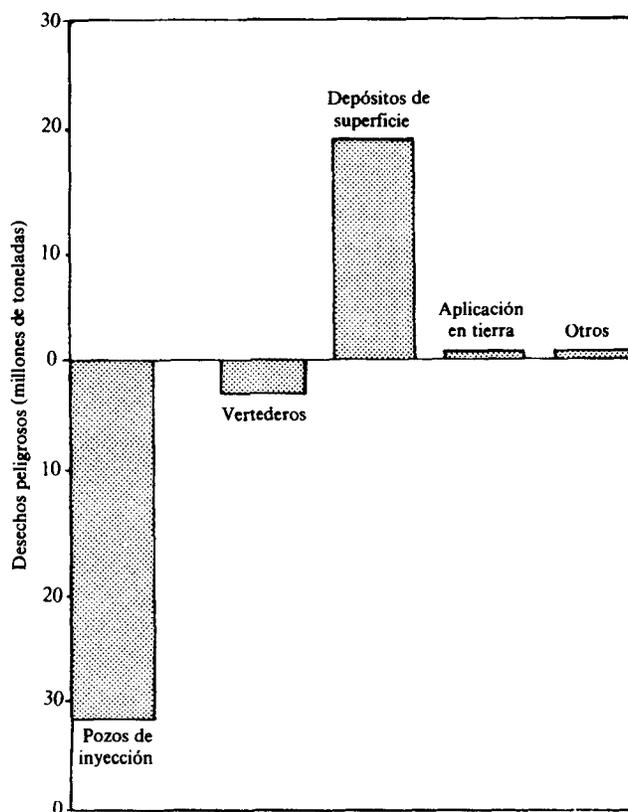
**Fig. 9 Producción de desechos peligrosos en los Estados Unidos de América**

ORIGEN DE LOS DESECHOS PELIGROSOS



Fuente: 65 Pisacetri, B. y J. Gravandu; The missing links, restructuring hazardous waste actuals in America. Tealm, review, octubre 1985, P.53.

Fig. 10 Eliminación de desechos peligrosos en los Estados Unidos de América (1981)



Fuente: El Hinnawi y Hashmi, "The State of the Environment", Butterworth, Londres 1987.

(la llamada "Superfund Act") fue aprobada en diciembre de 1980 para hacer frente a esta situación. En 1987 el Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA) había incluido ya en su lista de prioridades nacional 951 vertederos, depósitos y otros lugares de almacenamiento que necesitaban una atención urgente. De las estimaciones se desprende que la lista puede llegar a 10.000 emplazamientos y que el costo de limpieza de estos lugares puede oscilar entre 23.000 millones y 100.000 millones de dólares de los EE.UU. (62). En Dinamarca se han encontrado 3.200 vertederos abandonados, cuya limpieza puede ascender a 1.000 millones de dólares de los EE.UU. En la República Federal de Alemania se han registrado unos 35.000 vertederos que presentan problemas, cuyo costo previsible de saneamiento sería por los menos de 10.000 millones de dólares. En los Países Bajos existen 4.000 vertederos abandonados, de los cuales 350 exigen la adopción de medidas urgentes para remediar la situación.

92. Se han producido centenares de casos de contaminación de aguas subterráneas por productos químicos filtrados de vertederos y depósitos de superficie inadecuados. En los Estados Unidos se han encontrado más de 200 sustancias en las aguas subterráneas, incluidos 175 productos químicos orgánicos, y se sospecha o se conoce con certeza que 32 de los productos orgánicos y cinco metales son carcinógenos. Se han documentado varios incidentes graves. Los desechos almacenados en canales y estanques sin revestimiento cerca de Denver, en el estado de Colorado, han contaminado las aguas subterráneas en una superficie aproximada de 40 kilómetros cuadrados. En Perham, en el estado de Minnesota, varias personas sufrieron envenenamiento de arsénico al beber agua de un pozo contaminado (63).

93. Otros vertimientos inadecuados han expuesto directamente a la gente a productos químicos peligrosos. En Love Canal, cerca de las cataratas del Niágara, en los Estados Unidos, se construyeron viviendas en un antiguo vertedero que contenía plaguicidas, productos químicos utilizados en la fabricación de plásticos y el líquido fangoso procedente de residuos de destilería. Se cubrió el vertedero con arcilla y se vendió a la comunidad local. El agua de lluvia filtrada en el terreno causó la lixiviación de los productos químicos enterrados, formando un fango que contaminó los edificios. Hubo que evacuar a cientos de familias y los costos de saneamiento

ascendieron a decenas de millones de dólares. Los investigadores que estudiaron los posibles problemas de salud de los niños que vivían en las cercanías de este lugar comprobaron que existían casos de ataques, problemas de aprendizaje, hiperactividad, irritación de los ojos, erupciones cutáneas y dolores de estómago cuya frecuencia era siempre superior a los de una población sometida a un control médico (62). En Lekkerkerk, cerca de Rotterdam, en los Países Bajos, en el cascote y desechos utilizados para ganar tierras al mar se incluyeron bidones de disolventes de pintura (hidrocarburos aromáticos). Posteriormente se construyeron casas en este terreno. También en este caso hubo que evacuar a centenares de familias y tomar medidas correctoras. Estos y otros incidentes que han aparecido en los titulares de los periódicos son sólo algunos de los que de hecho han ocurrido. Probablemente se han producido muchos otros sobre los cuales no se ha informado.

94. El incidente quizá más notable de todos los ocurridos fue la epidemia de la así llamada enfermedad de Minamata registrada en Japón en los decenios de 1950 y 1960. El metilmercurio vertido por una fábrica de productos químicos en el mar, o producido en éste por organismos marinos a partir de vertidos de mercurio inorgánico, contaminó el pescado del que se alimentaban los vecinos de la ciudad de Minamata, en la isla de Kyushu (Japón). Como consecuencia de este incidente y de otro semejante en Niigata, en la costa oriental de Honshu, casi 2.000 personas sufrieron desórdenes neurológicos y unas 400 murieron. Aunque los vertidos de desechos en el mar están controlados en virtud de convenciones internacionales y regionales, varios países todavía utilizan este método para la eliminación de sus desechos peligrosos. En el Reino Unido, por ejemplo, la eliminación en el mar es la forma más utilizada, después de los vertederos, de eliminación de los desechos peligrosos. En 1986 se arrojaron al mar aproximadamente 579.000 toneladas de desechos, la mitad de los cuales podrían clasificarse como peligrosos (58). Como consecuencia de la Segunda Conferencia Internacional sobre la Protección del Mar del Norte, celebrada en Londres en noviembre de 1987, se acordó que el vertido de desechos industriales en el Mar del Norte debería ser reducido gradualmente, y totalmente eliminado en diciembre de 1989. También se acordó reducir la incineración en el mar en un 65% para el 1o. de enero de 1991 y eliminarla por completo a más tardar el 31 de diciembre de 1994.

95. El almacenamiento subterráneo de desechos peligrosos se practica de forma limitada en algunos países, por ejemplo, en el Canadá, los Estados Unidos y los Países Bajos. El depósito subterráneo más conocido es el de Herfa-Neurode (República Federal de Alemania), en funcionamiento desde 1972. Unas 270.000 toneladas de desechos peligrosos se han depositado, en efecto, a unos 700 metros de profundidad en un sector abandonado de una mina de potasa. El volumen anual de almacenamiento en esta instalación oscila actualmente entre 35.000 y 40.000 toneladas (64).

96. La mayoría de los países todavía recurren a métodos de eliminación en tierra de sus desechos peligrosos. Existen varias técnicas para tratar estos residuos. Se pueden usar métodos físicos, químicos y biológicos para reducir el volumen o la toxicidad de los desechos. De todas las técnicas de tratamiento existentes, los sistemas de incineración adecuadamente diseñados son los que ofrecen, en conjunto, las mayores posibilidades de destrucción y control de toda la serie de corrientes de desechos peligrosos. El sistema más conocido es el que se aplica en Kommunekemi (Dinamarca). Esta instalación, en funcionamiento desde 1973 en la ciudad de Nyborg, destruye más del 90% de los desechos peligrosos del país. Además recupera calor de sus incineradores y atiende el 35% de las necesidades de calefacción de los residentes de Nyborg (65). En Bavaria (República Federal de Alemania), el soporte tecnológico del tratamiento de los desechos peligrosos consiste en instalaciones integradas y equipadas con incineradores, plantas de tratamiento de productos químicos inorgánicos y vertederos bien controlados. Últimamente se han instalado sistemas semejantes de incineración en Finlandia, Suecia y la República de Corea.

97. En teoría, la incineración debería producir dióxido de carbono, vapor de agua y ceniza inerte. En realidad, la incineración conlleva reacciones sumamente complejas, tanto más dada la índole también compleja y fluctuante del desecho mismo. El Organismo para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA) ha llevado a cabo un estudio de la composición de los desechos peligrosos destinados a la incineración y ha descubierto 237 constituyentes distintos presentes en una o más de las 413 corrientes de desechos peligrosos estudiadas (67). Los sistemas de incineración están diseñados para elevar al máximo las probabilidades de que estas

reacciones se produzcan en su totalidad, pero nunca alcanzan plenamente ese objetivo. En efecto se pueden formar pequeñas cantidades de una larga serie de otros productos, según las condiciones de la combustión y la composición química del desecho. Estos productos, unidos a los componentes posiblemente no tratados del desecho, constituyen las emisiones del incinerador (66). En estas emisiones se pueden detectar cloruro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno, óxido de azufre, oligoelementos metálicos y trazas de dioxina y furano. Varios estudios han demostrado que tales emisiones, al parecer, apenas representan un mayor riesgo para la salud humana, si bien la cuestión requiere estudios más detallados. La incineración en el mar se efectúa en buques especialmente diseñados para ello, y sus costos oscilan entre una tercera y una cuarta parte de los de la incineración en tierra ya que no existe un control tan estricto de sus emisiones (68). Sin embargo, en la actualidad se tiende a limitar la incineración en el mar o a prohibirla por completo (véase párrafo 92). Los costos crecientes, la escasa capacidad instalada de tratamiento de desechos y la oposición pública al emplazamiento de nuevas instalaciones constituyen problemas que dificultan prácticamente todos los proyectos sobre desechos peligrosos, a pesar de la capacidad demostrada de destrucción y de que los nuevos riesgos creados por las emisiones son aparentemente bajos. En Kommunekemi, por ejemplo, el volumen de desechos tratados en las instalaciones ha crecido aproximadamente un 17% anual durante los últimos años. Los incineradores funcionan en la actualidad a pleno rendimiento, y se necesita uno nuevo. Sin embargo, la oposición local puede impedir que se construya en Nyborg, y quizá haya que construirlo en otra parte, lo que retrasaría su entrada en funcionamiento (62). En los Estados Unidos de América también se ha registrado una oposición pública similar.

#### Eliminación transfronteriza de los desechos peligrosos

98. En varias regiones se transportan desechos peligrosos de un país a otro para su tratamiento o eliminación. Más de una décima parte de los desechos producidos en los países de la OCDE se transporta más allá de las fronteras nacionales para su eliminación. En 1983 cerca de 2.200.000 toneladas de desechos peligrosos cruzaron las fronteras de países europeos de la OCDE. El tráfico transfronterizo de desechos totalizó entre 20.000 y 30.000 cruces de frontera anuales (1).

Ello pone de manifiesto la carencia de instalaciones de tratamiento o eliminación en los países de origen y economías de escala. Desde 1980 el volumen de desechos peligrosos importado por algunos países ha aumentado muy considerablemente. La importación por el Reino Unido de desechos peligrosos para su tratamiento, por ejemplo, pasó de unas 5.000 toneladas en 1981 a unas 53.000 en 1986-1987 (sin contar otras 130.000 toneladas de desechos clasificados como no peligrosos que se importaron para su eliminación en vertederos). Los principales exportadores al Reino Unido fueron los Países Bajos (55%), Irlanda (12,5%) y Bélgica (12,5%). Volúmenes menores llegaron de Portugal, el Canadá, los Estados Unidos, la República Federal de Alemania, Dinamarca, Noruega, Suecia, España, Italia, Australia, Singapur, Hong Kong y Suiza (58).

99. Dado que en algunos países las medidas de control sobre la eliminación de desechos peligrosos se han hecho más estrictas, las industrias han recurrido últimamente cada vez más a la exportación de sus desechos a otros países (Figura 11). Con frecuencia los sistemas nacionales de vigilancia son muy insuficientes para detectar el paso de desechos peligrosos por las fronteras. La desaparición, tan comentada durante varios meses, de tambores llenos de tierra contaminada con dioxina procedentes de Seveso (Italia) durante su transporte por Francia, puso de manifiesto que los países por lo general no tienen un conocimiento suficiente de los envíos de desechos que cruzan sus fronteras y por tanto no pueden ejercer un control adecuado. Esto hizo que la Comunidad Europea adoptara en 1986 una Directiva del Consejo relativa a la supervisión y control del transporte transfronterizo de desechos peligrosos dentro de la Comunidad. En virtud de esta Directiva, siempre que haya que enviar desechos peligrosos a otro país de la Comunidad el consignador debe notificar a las autoridades competentes del país de exportación, el país de destino y, si procede, el país de tránsito. Los desechos a que se refiere esta Directiva deben ir acompañados de una nota de consignación según el modelo aprobado por la Comunidad cada vez que cruzan una frontera nacional. En 1984 la OCDE adoptó varios principios para facilitar la adopción de políticas armonizadas sobre movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, y en 1988 publicó una lista básica de desechos peligrosos y otros residuos que deben controlarse en sus movimientos transfronterizos. En las Directrices y los Principios de



El Cairo para el manejo ambientalmente racional de desechos peligrosos, adoptados por el Consejo de Administración del PNUMA en 1987, se esbozan varios principios aplicables a los movimientos y eliminación transfronterizos de desechos peligrosos.

100. En estos últimos años las industrias de los países desarrollados han recurrido a la exportación de desechos peligrosos para su eliminación en países del Tercer Mundo, dado que los reglamentos nacionales se han hecho más estrictos en los países más cercanos. En algunos casos estos vertimientos son resultado de contratos con empresas o gobiernos del Tercer Mundo que aceptan los desechos de empresas situadas en los países industrializados a cambio de pagos en metálico. En otros casos, sin embargo, se procede al vertimiento de desechos peligrosos de forma ilegal. Son muchos los casos recientes de vertidos en países en desarrollo: en la isla guineana de Kassa se arrojaron 15.000 toneladas de cenizas de incinerador industrial procedentes de Filadelfia (Estados Unidos de América); 4.000 toneladas de desechos químicos procedentes de Italia se arrojaron en el puerto de Koko (Nigeria); cerca de 2.500 toneladas de residuos procedentes de Italia fueron vertidas en el Líbano; también se han descubierto en un puerto de Bangkok (Tailandia) residuos peligrosos procedentes de los Estados Unidos de América, el Japón, la República Federal de Alemania y Singapur.

101. Las denuncias recientes de vertidos de desechos peligrosos en algunos países africanos han desencadenado una preocupación general. La Organización de la Unidad Africana adoptó una resolución en mayo de 1988 condenando el uso del territorio africano como vertedero. También pidió que se prohibiera la exportación de desechos al continente e instó a los gobiernos africanos a que denunciaran cualquier acuerdo vigente sobre vertido de desechos en su territorio. Varios países de Africa y de otras regiones del Tercer Mundo han comenzado a formular reglamentos o a hacer más estrictos los ya vigentes con el fin de prohibir o limitar las importaciones de desechos peligrosos. A nivel internacional, el Consejo de Administración del PNUMA, tras la adopción de las Directrices y los Principios de El Cairo, pidió al Director Ejecutivo en 1987 que formara un grupo de trabajo ad hoc de expertos gubernamentales para negociar un tratado internacional sobre el

control de los movimientos transfronterizos de estos desechos. La conclusión, adopción y firma del convenio está prevista para marzo de 1989 en Basilea (Suiza).

#### Más vale prevenir que curar

102. Las empresas industriales pueden evitar los costos y riesgos derivados del tratamiento, almacenamiento, transporte y eliminación de desechos reduciendo o interrumpiendo su producción. La reducción o prevención de desechos es la mejor forma de proteger el medio ambiente. Si se generan menos desechos, será menos costoso su manejo y se producirán menos accidentes al manipularlos.

103. Las estrategias para reducir el volumen de desechos no tienen nada que ver con el tratamiento de final de proceso al que la mayoría de las industrias se han acostumbrado. El volumen de desechos puede reducirse modificando los procesos de fabricación, separando y concentrando los desechos, y reutilizándolos y reciclándolos. Entre otras posibilidades figura el empleo de diferentes materias primas y la sustitución de productos peligrosos por otros menos nocivos (69, 70, 71). Por supuesto, la reducción del volumen de desechos significa algo diferente para cada empresa, en función de las corrientes de desechos concretas que generen, su volumen y su forma física.

104. Existen muchos estudios concretos que demuestran la viabilidad y la eficiencia en función de los costos de los métodos de reducción de desechos (62, 70). En un caso, por ejemplo, se ha utilizado con éxito piedra pómez (roca volcánica natural) en lugar de unas 20 toneladas de productos químicos nocivos anuales para limpiar circuitos metálicos flexibles. En otra empresa se ha desarrollado un proceso que utiliza luz ultravioleta en lugar de disolventes peligrosos para secar y fijar las pinturas. En un tercer caso, se ha lanzado una nueva línea de productos de limpieza industrial biodegradables no peligrosos. Se podrían citar otros muchos ejemplos. Sin embargo, a pesar de estos indicios de una tendencia hacia la reducción de los desechos, hasta ahora es muy poco lo que se ha logrado. Según las estimaciones del EPA, con las tecnologías que ya se poseen se podría reducir el volumen total de desechos peligrosos generados en Estados Unidos en un 15-30% para el año 2000 (72).

105. En algunos países, por razones económicas, se ha practicado durante decenios el reciclado y la reutilización de los desechos. Los ejemplos quizá más conocidos corresponden a la reutilización de la chatarra y de las botellas de vidrio para las bebidas no alcohólicas, etc. En la actualidad se está prestando cada vez más atención en los países desarrollados a los métodos de reciclado. En algunos países de la OCDE sólo se recicla un 4,5% de los residuos peligrosos, si bien existe un gran margen de recuperación posible de diversos materiales, como disolventes y metales, incluidos el cromo, el mercurio y el cobre. Se ha estimado que, en los Estados Unidos de América, hasta un 80% de los disolventes de desechos y un 50% de los metales presentes en las corrientes de desechos líquidos pueden recuperarse aplicando tecnologías ya en uso (62). Parece que el Japón es el más avanzado de todos los países industriales importantes en el reciclado y reutilización de sus desechos industriales, gracias en gran medida a una cooperación sin precedentes entre la industria y el gobierno. En el Japón, los Estados Unidos de América y Europa occidental, los centros de intercambio de desechos, basados en la premisa simple de que los desechos de una empresa pueden constituir la materia prima de otra, han tenido éxito en grados diversos en el fomento del reciclado y la reutilización de los desechos industriales. La mayoría de estos centros funcionan como centros de intercambio de información, y publican catálogos de desechos "disponibles" y desechos "buscados" para dar a conocer a las empresas las oportunidades de intercambio. Un trueque adecuado beneficia tanto al comprador como al vendedor, ya que el comprador reduce sus costos por concepto de materias primas y el vendedor sus costos de tratamiento y eliminación.

#### Observaciones finales

106. Existen varios métodos tecnológicos para tratar los desechos peligrosos generados por las industrias. Sin embargo, un mayor esfuerzo de investigación y desarrollo de tecnologías de reducción y reciclado de desechos, un apoyo técnico y financiero para estimular las inversiones en estos campos, y, en algunos casos, un impuesto sobre los desechos generados podrían reducir en un tercio la producción de desechos peligrosos en muchos países industrializados desde ahora hasta el año 2000.

107. En pocos países en desarrollo se han puesto los cimientos de un sistema de manejo de los desechos peligrosos. La mayoría de estos países carecen de reglamentos, de personal capacitado y de instalaciones para tratar y eliminar adecuadamente los residuos peligrosos. Un intercambio intenso de información y experiencias entre países desarrollados y en desarrollo podría contribuir mucho a mejorar la capacidad de estos últimos para manejar tales desechos. Se debería dar especial importancia a las estrategias de reducción, reciclado y reutilización de desechos, con lo cual se conseguirían importantes ventajas económicas y ambientales.

108. Las obligaciones generales del proyecto de convenio mundial sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y varios de sus artículos sobre intercambio de información, asistencia técnica y medidas de control de los movimientos y eliminación de los desechos peligrosos, dan un impulso mucho mayor hacia la reducción de la producción de desechos peligrosos y del riesgo que conlleva su manipulación.

Notas bibliográficas

1. OCDE, The State of the Environment 1985 (París, publicaciones de la OCDE, 1985).
2. OCDE, OECD Environmental Data Compendium (París, publicaciones de la OCDE, 1987).
3. GEMS/WHO (SIMUVIMA/OMS), Assessment of Urban Air Quality Worldwide (Ginebra, OMS, 1988).
4. Sulphur Oxides and Suspended Particulate Matters, Environmental Health Criteria, No. 8 (Ginebra, OMS, 1979).
5. UNFPA, The State of the World Population (Nueva York, FNUAP, 1988).
6. OMS, Air Quality Guidelines For Europe (Copenhague, Oficina Regional de la OMS para Europa, WHO Regional Publications, European Series No.23, 1987).
7. Bowman, K.P., "Global trends in total ozone". Science, 239, 48-50 (1988).
8. Watson, R.T., Current scientific understanding of stratospheric ozone. UNEP/OzL. Sc.1/3 (1988).
9. Pearce, F., Ozone threat spreads from the Arctic. New Scientist, 24 de marzo de 1988, pág. 22.
10. Dayton, S., Canadians confirm ozone hole in the Arctic. New Scientist, 9 de junio de 1988, pág. 47.
11. Jones, M., In search of the safe CFCs. New Scientist, 26 de mayo de 1988, pág. 56.
12. GEMS/WHO (SIMUVIMA/OMS), Global Freshwater Quality Assessment (Ginebra, OMS, 1988).
13. OMS, Evaluación de la estrategia de salud para todos en el año 2000: Séptimo informe sobre la situación sanitaria mundial. (Ginebra OMS, 1987).

14. Silva, M.E. y otros, A Bibliographic Listing of Coastal and Marine Protected Areas: A Global Survey (Massachusetts, Woods Hole Oceanographic Institute, 1986).
15. World Resources Institute, World Resources 1988-1989 (Nueva York, Basic Books, 1988).
16. Brown, L.R. y E.C. Wolf, Soil Erosion: Quiet Crisis. (Washington, D.C., Worldwatch Institute, Worldwatch Paper No.60, 1984).
17. World Resources Institute, World Resources 1986. (Nueva York, Basic Books, 1986).
18. Wilson, E.O., Biodiversity. (Washington, D.C., National Academy Press, 1988).
19. Wilson, E.O., The biological diversity crisis. Issues in Science and Technology, Vol.II, No.1 (1985) pág. 20.
20. Simberloff, D.S. Mass extinction and the destruction of moist tropical forests. Zhurnal obschchei biologii, 45:6. 1984.
21. Sadik, N., The State of the World Population. (Nueva York, UNFPA (FNUAP), 1988).
22. Naciones Unidas, A Concise Report on the World Population Situation in 1983: Conditions, Trends, Prospects and Policies. Population Studies, No.85 (ST/ESA/SER.A./85), 1985.
23. Jacobson, J., Planning the Global Family. En: "State of the World" Edición a cargo de L.R. Brown y otros (Nueva York, W.W. Norton & Co., 1988).
24. FAO, Agriculture: Toward 2000. (Roma, FAO, 1987).
25. Banco Mundial, World Development Report (Washington, D.C. World Bank, 1988).
26. UNIDO, Industry and Development; Global Report (Viena, UNIDO, 1987).

27. Brown, L.R., y E.C. Wolf. Reclaiming the Future. In "The State of the World" Edición a cargo de L.R. Brown y otros (Nueva York, Norton & Co., 1988).
28. NRC, Changing Climate. Report of the Carbon Dioxide Assessment Committee. (Washington, D.C., National Academy Press, 1983).
29. Woodwell, G.M. y otros, Global deforestation: contribution to atmospheric carbon dioxide. Science, 222, 1081, 1983.
30. Mooney, H.A. y otros, Exchange of materials between terrestrial ecosystems and the atmosphere. Science, 238, 926, 1987.
31. Detwiler, R.P. y C.A.S. Hall, Tropical forests and the global carbon cycle. Science, 239, 42, 1988.
32. Mintzer, I.M., A Matter of Degrees: The Potential for Controlling the Greenhouse Effect. World Resources Institute, Research Report No.5, 1987.
33. Neftel, A. y otros, Evidence from polar ice cores for the increase in atmospheric carbon dioxide in the past two centuries. Nature, 315, 45, 1985.
34. Ramanathan, V., The greenhouse theory of climate change; a test by an inadvertent global experiment. Science, 240, 293, 1988.
35. Rasmussen, R.A. y M.A. Khalil, The behaviour of trace gases in the troposphere. The Science of the Total Environment, 48, 169, 1986.
36. WMO/NASA, Atmospheric Ozone. Global Ozone Research and Monitoring Project Report No.16 (Ginebra, OMM, 1985).
37. Hao, W.M. y otros, J. Geophys. Res., 92, 3098, 1987.
38. Keller, M. y otros, J. Geophys. Res., 91, 11971, 1986.
39. Bowden, W.B. y F.H. Bormann, Science, 233, 867, 1986.

40. UK Stratospheric Ozone Review Group, Stratospheric Ozone. (Londres, H.M.S.O., 1987).
41. Ehhalt, D.H., Methane in the global atmosphere. *Environment*, 27, 6, 1985.
42. Seiler, W. y R. Conrad, The Geophysiology of Amazonia. (Nueva York, Wiley, 1987).
43. Ramanathan, V. y otros, Trace gas trends and their potential role in climate change. *J. Geophys. Res.*, 90, D3, 5547, 1985.
44. Blake, D.R. y F. Sherwood Rowland, World-wide increase in tropospheric methane, 1978-1983. *J. Atmos. Chem.*, 4, 43, 1986.
45. Steele, L.P. y otros, The global distribution of methane in the troposphere. *J. Atmos. Chem.*, 5, 125, 1987.
46. Logan, J.A., *J. Geophys. Res.*, 90, 10463, 1985.
47. NRC, Changing Climate. (Washington, D.C., National Academy Press, 1983).
48. Jaeger, J., Floating new evidence in the carbon dioxide debate. *Environment*, 28, 6, 1986.
49. UNEP/ICSU/WMO (PNUMA/CIUC/OMM), Report of the International Conference on the Assessment of the Role of Carbon Dioxide and of other Greenhouse Gases in Climate Variations and Associated Impacts. (Ginebra, OMM, Report 661, 1986).
50. Hansen, J. y otros, Prediction of near-term climate evolution: what can we tell decision-makers now? *Proc. First North American Conf. on Preparing for Climate Change*. (Maryland, Government Institutes Inc., 1988).
51. Glantz, M.H., Drought in Africa. *Scientific Amer.*, 256, 34, 1987.
52. Lemos, J., Carbon dioxide and the environment; a problem of uncertainty. *J. Environ. Sci.*, marzo/abril, 60, 1985.

53. Hoffman, J.S. y M.J. Gibbs, Future Concentrations of Stratospheric Chlorine and Bromine. (Washington, D.C., US EPA, 1988).
54. NRC, Reducing Hazardous Waste Generation. (Washington, D.C., National Academy Press, 1985).
55. Dowling, M., Defining and classifying hazardous wastes. Environment, 27, 18, 1985.
56. OMS, Management of Hazardous Waste. (Copenhague, Oficina Regional de la OMS para Europa, WHO Regional. Public. No.14, Ginebra, 1983).
57. PNUMA, Directrices y Principios de El Cairo para el manejo ambientalmente racional de desechos peligrosos. Derecho ambiental. Líneas, Directrices y Principios. No. 8, 1987.
58. The Hazardous Waste Inspectorate, Third Report (Londres, H.M.S.O., 1988).
59. Kosponi Statisztikai Hivatal, State and Protection of the Environment, Budapest, 1986.
60. Malaysian Depart. Environm., Workshop on Policies and Strategies for Management of Hazardous Wastes in Asia and Pacific, Singapur, 1986.
61. Burmaster, D.E., Groundwater; saving the unseen resource. Environment, 28, 25, 1986.
62. Postel, S. Defusing the Toxics Threat: Controlling Pesticides and Industrial Waste. Worldwatch Paper 79 (Washington, D.C., Worldwatch Institute, 1987).
63. Brown, M.: Laying Waste: The Poisoning of America by Toxic Chemicals. (Nueva York, Patheon Books, 1979.)
64. Stone, R.B., Underground storage of hazardous waste. J. Hazardous Mater., 14, 23, 1987.

65. Piasecki, B. y J. Gravander; The missing links: restructuring hazardous waste controls in America. Techn. Review, octubre de 1985, pág. 43.
66. Oppelt, E.T., Incineration of hazardous waste. JAPCA, 37, 558, 1987.
67. Travis, C.C. y otros, Potential health risk of hazardous waste incineration. J. Hazardous Mater., 14, 309, 1987.
68. Burns, P., Hazardous waste management. J. Instit. Water and Environ. Manag., 2, 285, 1988.
69. CEE; Policies and Strategies to Promote Recovery, Recycling, and Re-utilization of Industrial Wastes. ECE/ENV./WP 2/R.48, 1987.
70. Hirschhorn, J.S., Cutting Production of Hazardous waste. Techn. Review, abril de 1988, pág. 52.
71. Freeman, H.M., Hazardous waste minimization. JAPCA, 38, 59, 1988.
72. US EPA, Waste Minimization: Findings and Activities Fact Sheet. (Washington, D.C., US EPA, 1986.)

-----

S.89.III.D.1

**EL ESTADO DEL  
MEDIO AMBIENTE  
EN EL MUNDO**

WORLDWIDE, 1989

**1989**

Programa de las Naciones Unidas para  
el Medio Ambiente

