

### 3. Actividades y presiones humanas

En este capítulo se describen el mar Mediterráneo y su zona litoral, a través del estudio de las actividades humanas (o fuerzas motrices), como la urbanización en zonas costeras, el turismo, las cargas y vertidos procedentes de la agricultura, el tráfico marítimo, la industria y la influencia de la pesca y la piscicultura, que ejercen presiones sobre el medio ambiente marino y litoral del Mediterráneo.

El punto de partida es la población, con sus escenarios de crecimiento que reflejan claramente las tendencias de desarrollo urbano frente al rural y del norte frente al sur, reforzadas en la zona por las fuertes variaciones estacionales, inducidas por el turismo, sobre todo a lo largo del litoral. Se realiza un análisis de la presión sobre el medio ambiente causada por el vertido de aguas residuales, como consecuencia inmediata de la densa población y urbanización del litoral. La información suministrada en las secciones sobre crecimiento demográfico y turismo se basa en el trabajo del Plan Azul, que es uno de los centros de actividad regionales del PAM (Véase el capítulo 6, sobre el Plan de Acción del Mediterráneo, para obtener referencias de todos los centros de actividad regionales, (RAC, *Regional Action Center*)). El Plan Azul ha desarrollado escenarios que contemplan diferentes horizontes temporales y prevén distintos tipos de desarrollo económico, a partir de un conjunto de hipótesis relativas a la sensibilización con el medio ambiente.

También las principales actividades humanas se estudian a la luz de las presiones sobre el medio ambiente. En la sección de cargas fluviales se describen las presiones a través de los ríos sobre el medio ambiente de la cuenca, mientras que en la sección sobre agricultura se tiene en cuenta posiblemente la mayor fuente no puntual de presión ambiental.

Se identifican otras destacadas características de las actividades humanas a escala regional en las secciones dedicadas a la industria petrolífera, a la pesca y la piscicultura. Se analiza la industria petrolífera a la luz de las exploraciones de crudo que se realizan en enclaves costeros y no costeros, que están aumentando en la región, pero sobre todo a través de las refinerías, los oleoductos y las terminales, es decir la clase de infraestructura que constituye un riesgo potencial o que ya ha sido clasificada como "punto de alarma". Se examinan las actividades pesqueras, no sólo a la luz de los datos de capturas, sino también de las presiones indirectas sobre el medio ambiente. Finalmente, la piscicultura se evalúa en función de las interacciones con el entorno.

Aunque se reconoce que la contaminación atmosférica causada por las fuentes de energía y los residuos domésticos e industriales desempeña un papel muy importante en la contaminación de la cuenca del Mediterráneo, lamentablemente los datos disponibles no permitieron realizar un análisis completo de este tema, por lo que no se ha incluido en el capítulo. Por último, se analiza el tráfico marítimo, ya que el Mediterráneo constituye una de las principales rutas y zonas de convergencia del comercio internacional desde la antigüedad.

#### 3.1. Crecimiento demográfico

La población de los países litorales del Mediterráneo ascendía a 246 millones en 1960, a 380 millones en 1990 y a 450 millones en 1997. Dependiendo de los escenarios de desarrollo utilizados, el Plan Azul calcula que la población se incrementará hasta los 520-570 millones en el año 2025, y se espera que alcance los 600 millones aproximadamente en el año 2050, y posiblemente los 700 millones al final del siglo XXI. (**Figura 3.1**).

La distribución de la población entre los países septentrionales y meridionales del Mediterráneo varía enormemente: en 1950, el "norte" representaba dos tercios del total de la población, mientras que hoy en día representa únicamente el 50% y tal vez suponga sólo un tercio en 2025 y una cuarta parte en 2050.

La tasa de crecimiento anual actual es de 1,3%, si bien muestra tendencia a disminuir, debido principalmente al descenso del índice de natalidad que se inició en la década de 1970, coincidiendo con una reducción del índice de mortalidad. Además, la mejora de la atención sanitaria se ha traducido en una mayor esperanza de vida.

El incremento de la población y de las actividades en las regiones litorales constituye un fenómeno mundial. Un tercio de la población del Mediterráneo se concentra actualmente en sus regiones litorales (**Figura 3.2**).

Independientemente del tipo de desarrollo que se persiga, la urbanización continuará desplegándose a un ritmo veloz. El porcentaje de poblaciones rurales disminuye marcadamente, sobre todo en los países del Mediterráneo oriental y meridional. Así, por ejemplo, en Líbano la población rural representaba el 50% en 1965 pero sólo 13% en 1995. En Turquía, estas cifras son del 66% y el 32% respectivamente y en Tú-

Figura 3.1 Incremento de la población en los diferentes países mediterráneos

Fuente: Bases de datos del Plan Azul

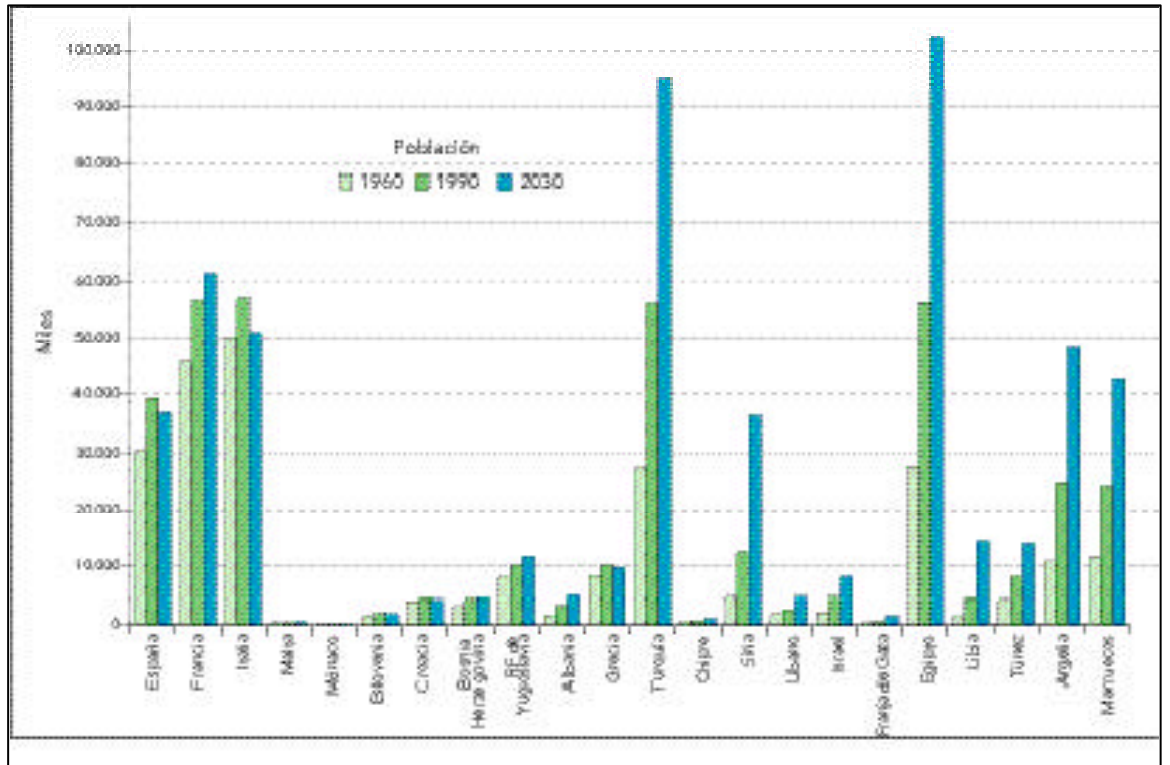
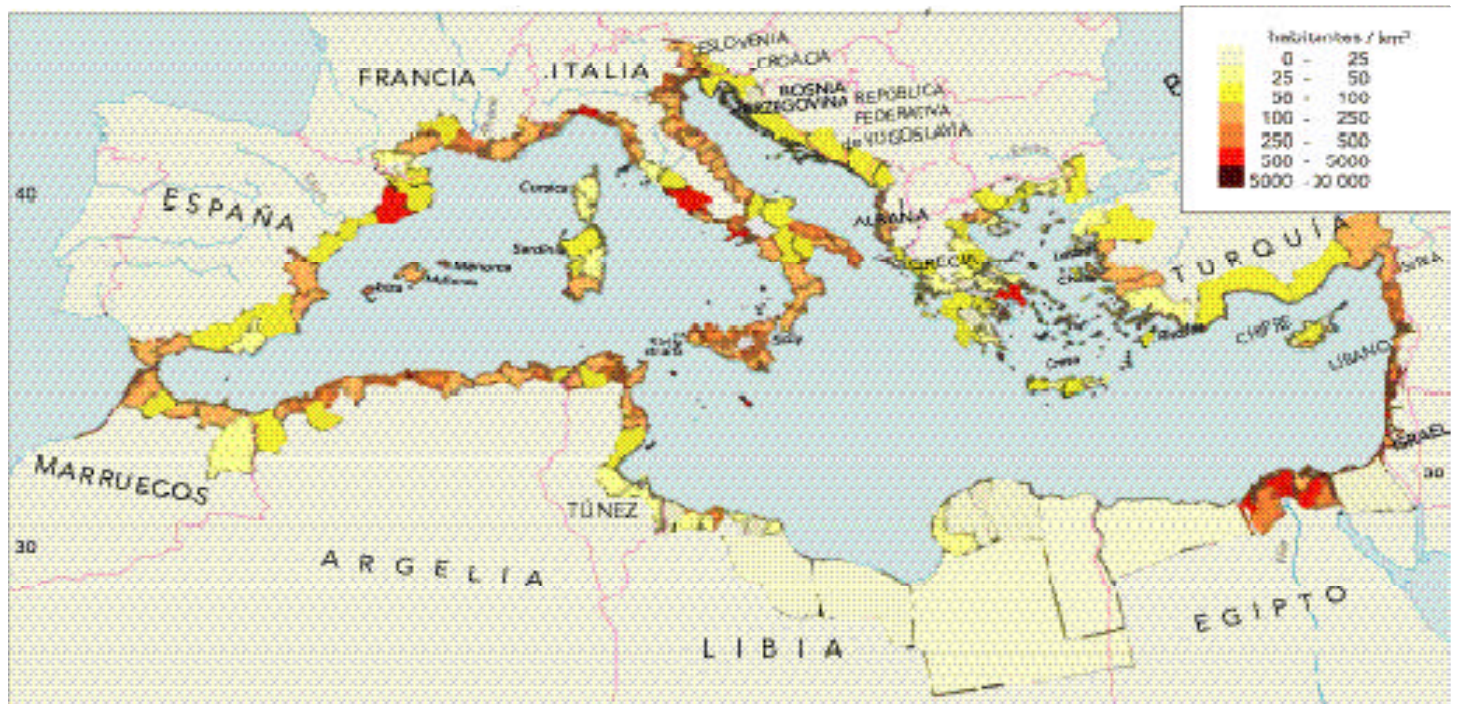


Figura 3.2 Densidad demográfica en las regiones litorales



Fuente: Bases de datos del Plan Azul

nez del 60% y el 41%, respectivamente. Ello es fundamentalmente consecuencia directa de la migración a las ciudades. Se calcula que en el año 2025, entre 380 y 440 millones de personas vivirán en ciudades. En la actualidad, esta cifra es apenas superior a los 200 millones (Figura 3.3). Entre ambos escenarios extremos hay una diferencia de 60 millones de habitantes urbanos (es decir, el equivalente a seis ciudades de las dimensiones del Cairo actual).

El índice de urbanización en cifras absolutas y relativas está asociado al incremento demográfico. El número de ciudades del Mediterráneo cuyas poblaciones eran superiores a los 750.000 habitantes era de 26 en 1965 y de 32 en 1990 (las más altas corresponden a Estambul y El Cairo).

La migración a las grandes ciudades y a la costa refleja los cambios demográficos en la región, y será preciso adoptar medidas para mitigar los efectos en los recursos naturales y el medio ambiente. La calidad de vida en estas regiones dependerá en gran medida de las políticas de ordenación territorial y de su decidida aplicación.

### 3.2. Turismo

La zona del Mediterráneo comenzó a atraer a turistas a mediados del siglo XIX, seducidos por su patrimonio cultural, la belleza y variedad de sus paisajes, su clima moderado y su característico estilo de vida. Hasta la década de 1930, los turistas solían ser personas acomodadas y su número era escaso. En aquellas fechas el efecto en el medio ambiente local y sus habitantes era relativamente menor, pero desembocó en el inicio de la urbanización de la zona (por ejemplo, la "Riviera").

A partir de los años 30, y sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial, comenzó a desarrollarse el turismo de masas, debido principalmente al incremento de la renta en muchos países, la aparición de las vacaciones pagadas y el aumento del tiempo libre. Este fenómeno se expandió gracias al desarrollo de los medios de transporte, concentrándose en las áreas costeras.

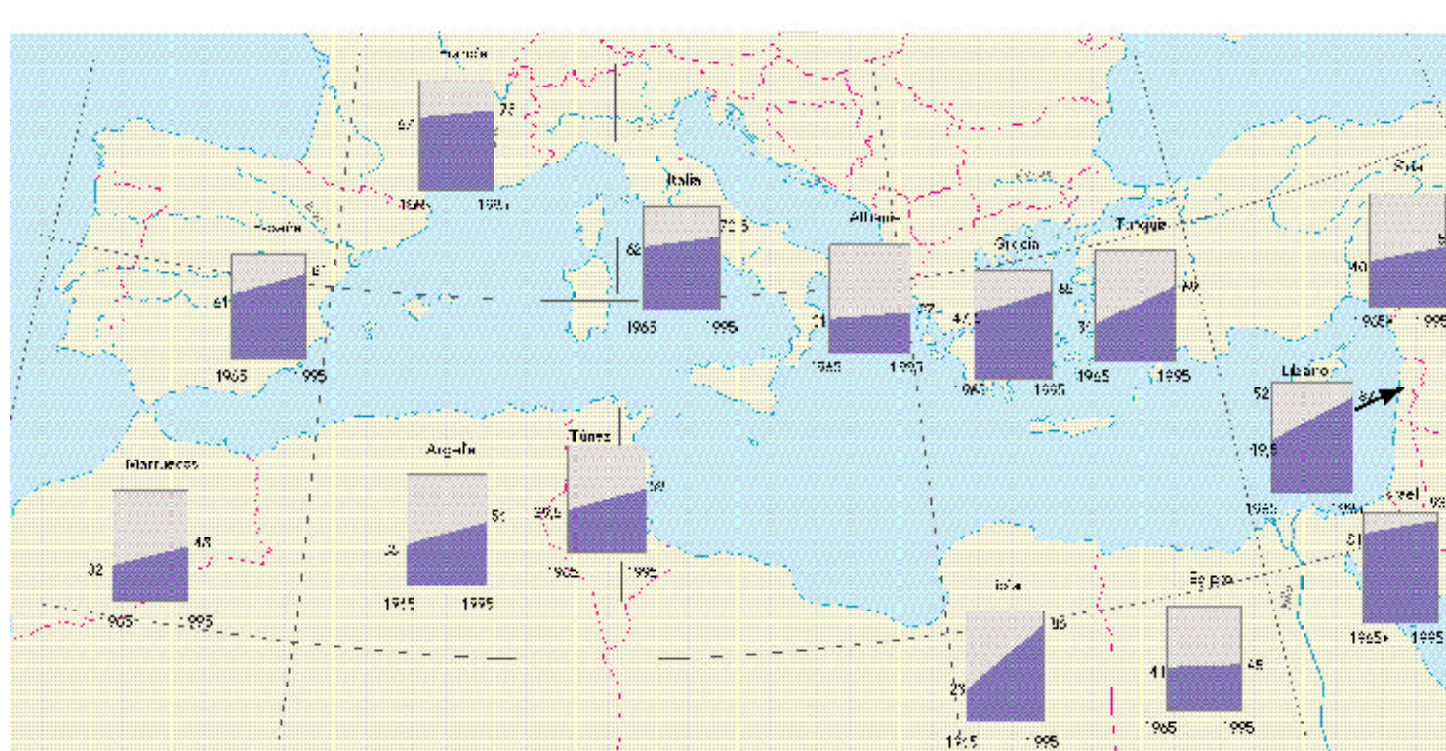
En la actualidad, el Mediterráneo constituye la mayor región turística del mundo, y representa el 30% de las llegadas internacionales de turistas y el 25% de los ingresos procedentes del turismo internacional. El turismo (tanto internacional como nacional) es uno de los sectores más activos de la cuenca y no parece muy afectado por la irregularidad del crecimiento económico de los países de origen. Además, interesa a todos los países mediterráneos, ya que todos tienen planes ambiciosos para desarrollar su turismo, en primer lugar el internacional pero también el nacional.

El Plan Azul prevé que el número de turistas en los países mediterráneos pase de 260 millones en 1990 a 440-655 millones en 2025. Simultáneamente, el número de turistas de la región costera mediterránea aumentará de 135 millones en 1990 hasta 235-355 millones en 2025 (Figura 3.4). En su mayoría, serán turistas de origen europeo.

La cuenca del Mediterráneo es además un destino para sus gentes. De hecho, el turismo doméstico (a escala del Mediterráneo) es tan importante como el internacional. El desglose de las llegadas de viajeros, por nacionalidades, hecho en 1993 (estadísticas de la Organización Mundial del Turismo) indica que de los 160 millones de turistas internacionales que visitan los países mediterráneos, el 24% aproximadamente proceden de los propios países mediterráneos.

Tasa de crecimiento de la población urbana (como % del total) en los países mediterráneos entre 1965-1995

Figura 3.3

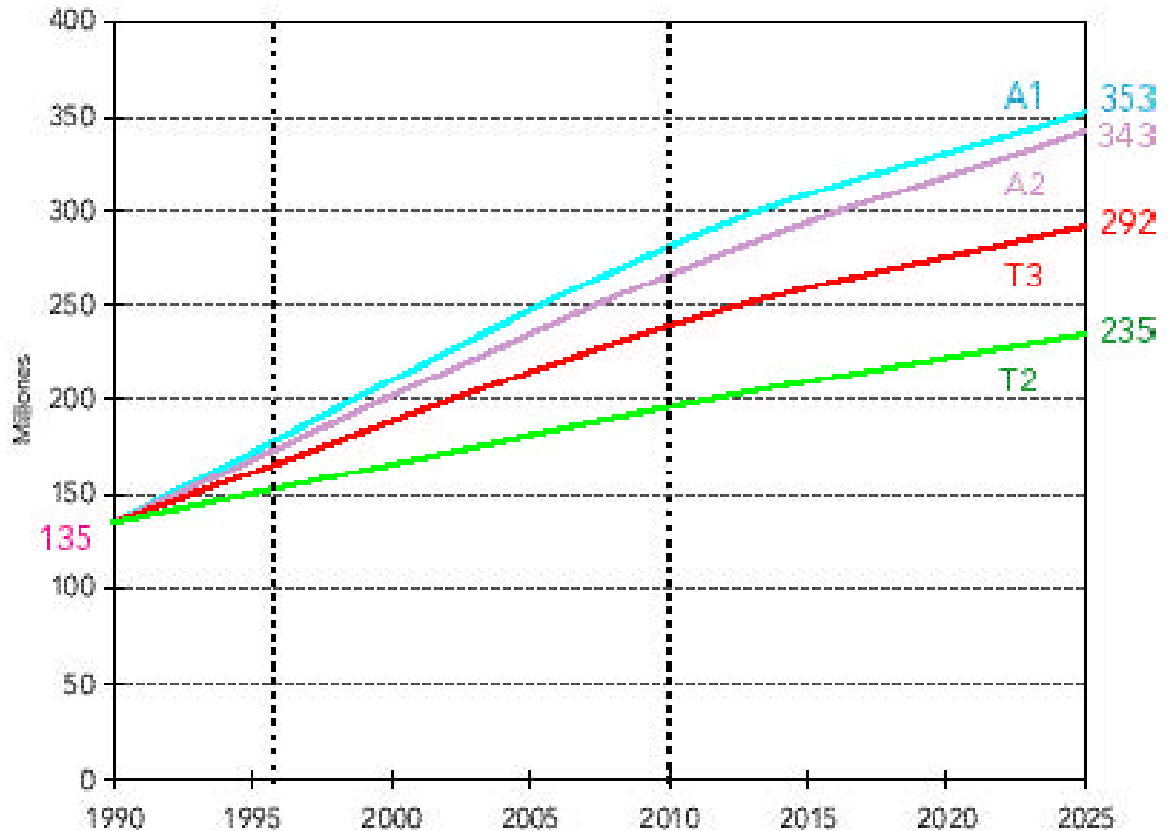


Fuente: Bases de datos del Plan Azul

Figura 3.4

Cálculos alternativos del número de turistas en las regiones costeras del Mediterráneo (según diferentes escenarios del Plan Azul)

Fuente: Datos del Plan Azul desde 1995



El turismo en el Mediterráneo se caracteriza por estos tres rasgos básicos:

- Se concentra cada vez más en el litoral. En 1990, se calculó en casi 135 millones el número de turistas (internacionales y nacionales) que visitaron las regiones costeras. Esta cifra representó más de la mitad de la totalidad de las llegadas turísticas en los países del Mediterráneo (aproximadamente 255 millones de turistas internacionales y nacionales). En algunos países, el turismo costero representa hasta el 90% de la totalidad.
- Es marcadamente estacional. La temporada alta veraniega, de tres meses de duración aproximadamente, culmina con cuatro semanas de gran actividad. Esto provoca la infraexplotación, e incluso un “desperdicio” de los alojamientos e instalaciones turísticas durante la temporada baja.
- El mercado turístico está dominado por el Mediterráneo del noroeste (Figura 3.5). De acuerdo con los escenarios del Plan Azul, continuará siendo así a pesar del crecimiento comparativamente más rápido de otras regiones.

La importancia económica del turismo para el Mediterráneo es tal que no hay país ribereño para el que este sector no sea indispensable. Por su peso económico y social, su contribu-

ción a la balanza comercial y sus posibilidades de desarrollo, el turismo se ha convertido en un tema ineludible para la mayor parte de los países. Actualmente, es la primera fuente de divisas de la región mediterránea y su contribución al PIB (Producto Interior Bruto) puede alcanzar una media del 22%, como sucede en Chipre, o del 24% en Malta. Hay más de seis millones de personas empleadas directa o indirectamente por la industria turística o del ocio y en el sector cultural que atrae a los turistas. Se prevé que el sector turístico empleará a ocho millones de personas en 2010. En cuanto a la industria turística y hotelera, el turismo nacional desempeña un notable papel como factor de regularización del ciclo del turismo internacional. En ciertas zonas cuya situación geográfica es menos afortunada (regiones isleñas), o que atraviesan dificultades (regiones del interior), el turismo es al parecer la única actividad capaz de contrarrestar el declive de las economías tradicionales y estabilizar la población, logrando incluso invertir las tendencias migratorias. Además, el turismo permite el intercambio cultural entre turistas y habitantes de los países anfitriones, a la vez que conlleva desarrollos sociales de gran importancia para la población local.

No cabe imaginar el desarrollo del turismo a largo plazo sin preservar la calidad del medio am-

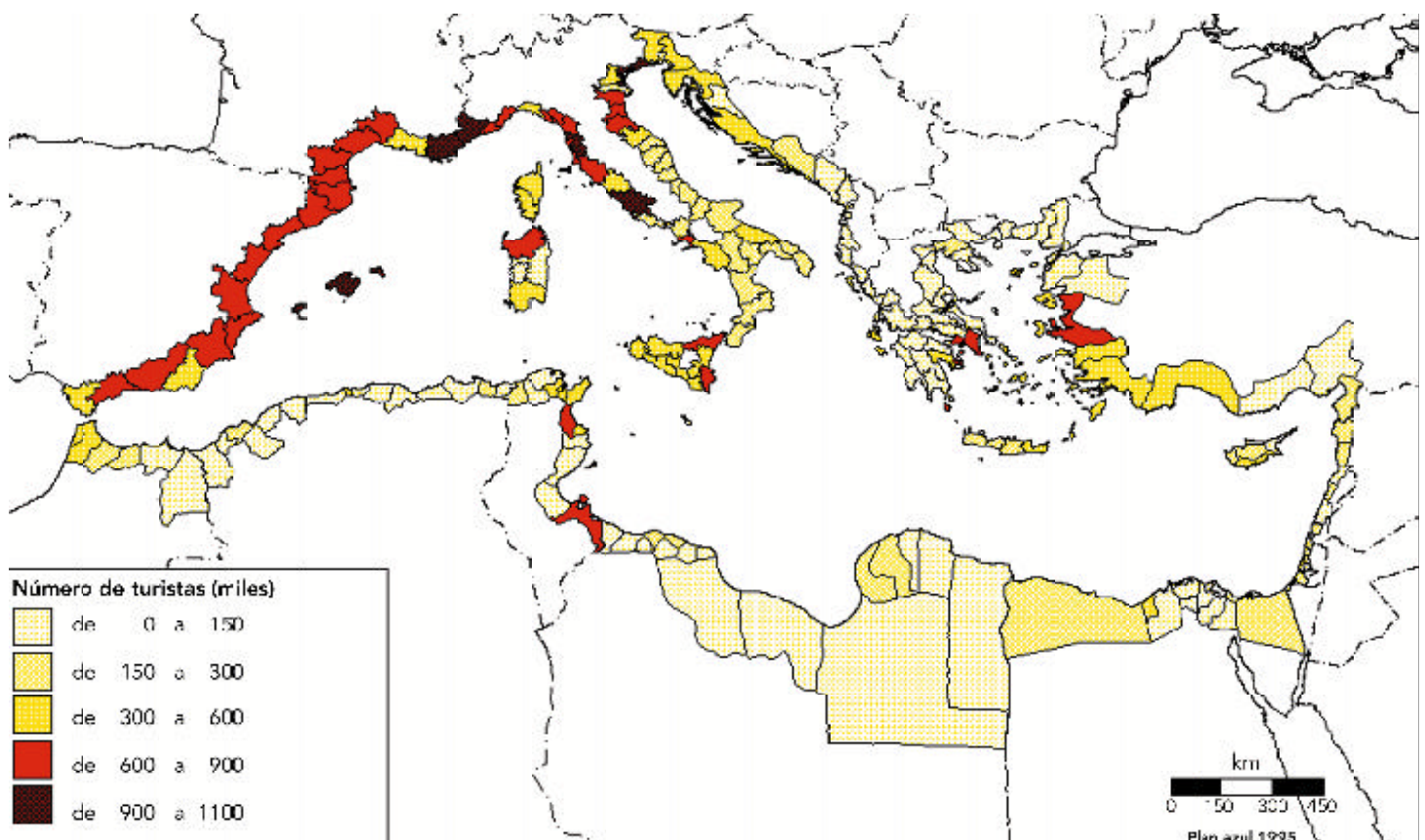
biente, ya que la relación entre turismo y medio ambiente es múltiple e interdependiente. La sensibilización de los turistas (especialmente de Europa septentrional) con los temas ambientales aumenta con el tiempo y la experiencia. Las interacciones entre el turismo y el medio ambiente de la región se reflejan en los siguientes factores: uso del suelo; consumo de recursos hídricos; contaminación y residuos y presiones físicas y socioculturales. Estos factores suelen llevar al abandono de las actividades tradicionales (como agricultura y pesca), la degradación de los ecosistemas marinos y litorales y el deterioro de las condiciones humanas, es decir, la calidad de vida, el paro y la pobreza. Una grave consecuencia del turismo de masas es la rápida degradación de los frágiles hábitats naturales y el deterioro de los enclaves históricos. Sin embargo, en los últimos años, las necesidades del turismo mismo han supuesto un fuerte incentivo para la protección del paisaje y la mejora de la calidad del medio ambiente (por ejemplo, aguas de baño, playas, etc.). El turismo náutico también trae aparejados problemas. Se calcula que más de un millón de embarcaciones de recreo de todos los tamaños fueron amarradas o se registraron en los puertos del Mediterráneo en 1997.

A nadie se le escapa que el desarrollo de diversos tipos de turismo (de masas, de salud, de congresos, ecológico, etc.) debiera estar supervisado más estrechamente por cada país y que debería procurarse mejorar su distribución espacial y temporal a lo largo del año. También deberían realizarse esfuerzos por sensibilizar a los turistas respecto a temas medioambientales. La importancia del turismo ha sido aceptada como una de las características principales de la región mediterránea, y la Comisión para el Desarrollo Sostenible en el Mediterráneo lo ha seleccionado como uno de sus temas prioritarios para el desarrollo de la región. Recientemente se han realizado análisis más a fondo en las actividades con expertos y participantes cualificados, en los que se basarán futuras recomendaciones estratégicas a los países y sus socios.

Se estudian varios mecanismos financieros con los que lograr una mejor integración del turismo en el desarrollo sostenible: impuestos medioambientales, disposiciones para reinvertir los beneficios en regiones con instalaciones turísticas, con sanciones para los casos de incumplimiento y subvenciones destinadas al turismo rural y al desarrollo de las zonas más difíciles.

Estimación del turismo durante la temporada alta en las regiones mediterráneas

Figura 3.5



Se reconoce de forma generalizada que el turismo podría contribuir en mayor medida a proteger, gestionar y utilizar del mejor modo posible los lugares que explota. Se requiere un mayor esfuerzo para rehabilitar los antiguos destinos (lugares, edificios, infraestructuras turísticas, etc.) y para proteger y aprovechar del mejor modo posible el patrimonio natural y cultural explotado por el turismo. Su desarrollo en las regiones menos favorecidas (isleñas) o más difíciles (del interior), requiere muchos más medios técnicos y recursos económicos que los actualmente utilizados, así como la adopción de medidas y estructuras institucionales que sean adecuadas y eficientes.

### 3.3. Agricultura

En la mayor parte de los países, se consideran como fuentes no puntuales de contaminación del agua, entre otras, las siguientes actividades agrícolas y de usos del suelo: el riego, los cultivos, el pastoreo, los corrales de engorde, la industria lechera, la horticultura y piscicultura.

A través del agua de escorrentía, el transporte de sedimentos y lixiviación, el fósforo y nitrógeno, pesticidas, metales, agentes patógenos, sales y elementos traza, son transportados hacia las aguas subterráneas, los humedales, ríos y lagos, hasta llegar al mar en forma de sedimentos y cargas químicas.

Las principales presiones que ejerce la agricultura en las aguas superficiales y subterráneas son:

1. fertilización: escorrentía de nutrientes, especialmente nitratos y fosfatos, que puede provocar eutrofización;
2. labranza: los sedimentos transportan fosfatos y pesticidas que se adsorben en las partículas sedimentarias;
3. pesticidas: escorrentía de pesticidas que contamina las aguas superficiales. También el polvo y el viento transportan pesticidas y contaminan los sistemas acuáticos.
4. esparcimiento de estiércol: la fertilización con estiércol animal produce contaminación de agentes patógenos y también de fosfatos y nitratos;
5. cría de ganado bovino y ovino: contaminación por nitratos, fosfatos y agentes patógenos;
6. riego: el riego puede saturar el suelo de agua o incrementar la salinidad del mismo (nivel de sal) hasta el punto de dañar o destruir los cultivos. Este problema afecta en la actualidad aproximadamente a un tercio de las tierras de regadío a escala mundial.

#### 3.3.1. Uso de fertilizantes en la agricultura

Desde épocas muy remotas, la zona mediterránea ha estado sometida a la agricultura extensiva, el pastoreo incontrolado y la destrucción forestal. Varios factores afectan a la contaminación terrestre del Mediterráneo, como el clima (desierto y árido en las regiones del norte de África; templado en las regiones europeas) y los cambios de la vegetación natural.

Debe prestarse atención a la presencia de nitrógeno, fósforo y carbono orgánico en los sedimentos del suelo, como fuentes de eutrofización del Mediterráneo. Estos son transportados hasta los ríos y el mar por escorrentía, de forma disuelta (el nitrógeno en particular) o en cargas sólidas.

En las tierras agrícolas de la cuenca del Mediterráneo, sobre todo en las costas meridionales, la presión que ejerce el mayor uso de fertilizantes en la cuenca hidrológica y a lo largo de las zonas litorales es muy grande. A esto hay que añadir el hecho de que aumenta la proporción de tierras cultivables que se pierden a causa de la urbanización y de otras infraestructuras. En los países de las costas septentrionales y occidentales, se logran buenos rendimientos con los monocultivos especializados, que inducen un gradual abandono de las tierras marginales. Por tanto, en estas zonas del norte y el oeste se observan importantes disminuciones de las tierras agrícolas (**Figura 3.6**) mientras aumenta la proporción de tierras de regadío (**Figura 3.7**). En el sur y el este, la presión demográfica se incrementa constantemente y las superficies cultivadas siguen ampliándose a expensas de los bosques y tierras de pastoreo (**Figura 3.6 y Figura 3.7**).

En la **Figura 3.8** se muestra el consumo de fertilizantes empleados en las tierras agrícolas de todos los países del Mediterráneo. Su uso intensivo en Egipto, Israel y Chipre fue más elevado en 1993 que en aquellos países cuyas prácticas agrícolas son más avanzadas, como por ejemplo Francia, Italia y España.

Además, la escorrentía conlleva un transporte notable de sedimentos, especialmente en regiones con más alto grado de erosión del suelo. Además de las grandes cuencas fluviales del Ródano y del Po, tras una clasificación aproximada de los riesgos de erosión del suelo y pérdidas de nutrientes (PNUMA/PAM, 1997), se observa que los seis primeros puestos de la clasificación y las seis regiones que vierten en el mar la mayor cantidad de nutrientes son: Italia peninsular, Sicilia y Cerdeña, Grecia, Turquía y España. (**Tabla 3. 1**).

Las prácticas de gestión inadecuadas pueden incrementar la cantidad de agentes contaminantes transportados al mar y reducir la productividad del suelo y el rendimiento económico de la agricultura. El control del fósforo está estrechamente relacionado con los fenómenos de escorrentía y erosión. De hecho, este nutriente suele estar asociado a las pérdidas de sedimentos y escorrentías directamente vinculadas a la erosión. La agricultura intensiva plantea riesgos de contaminación de nitrógeno en las aguas superficiales y subterráneas, que se incrementan en el caso de los cultivos de regadío.

**3.3.2. Uso de pesticidas en la agricultura**

Los pesticidas empleados en diversas fórmulas pueden clasificarse en: insecticidas, herbicidas y fungicidas.

En los últimos veinte años ha aumentado notablemente el uso de los pesticidas en la agricultura, debido principalmente al paso a la agricultura intensiva. El uso intensivo de estos compuestos supone un riesgo para las aguas superficiales y subterráneas, la salud humana y los ecosistemas.

En general, los efectos no deseados de los pesticidas tardan en manifestarse y suelen asociarse a enfermedades crónicas, incluido el posible riesgo de cáncer y daños a los sistemas de reproducción y neurológico.

Se han elaborado estadísticas sobre el uso de pesticidas en algunos países mediterráneos. Parte de

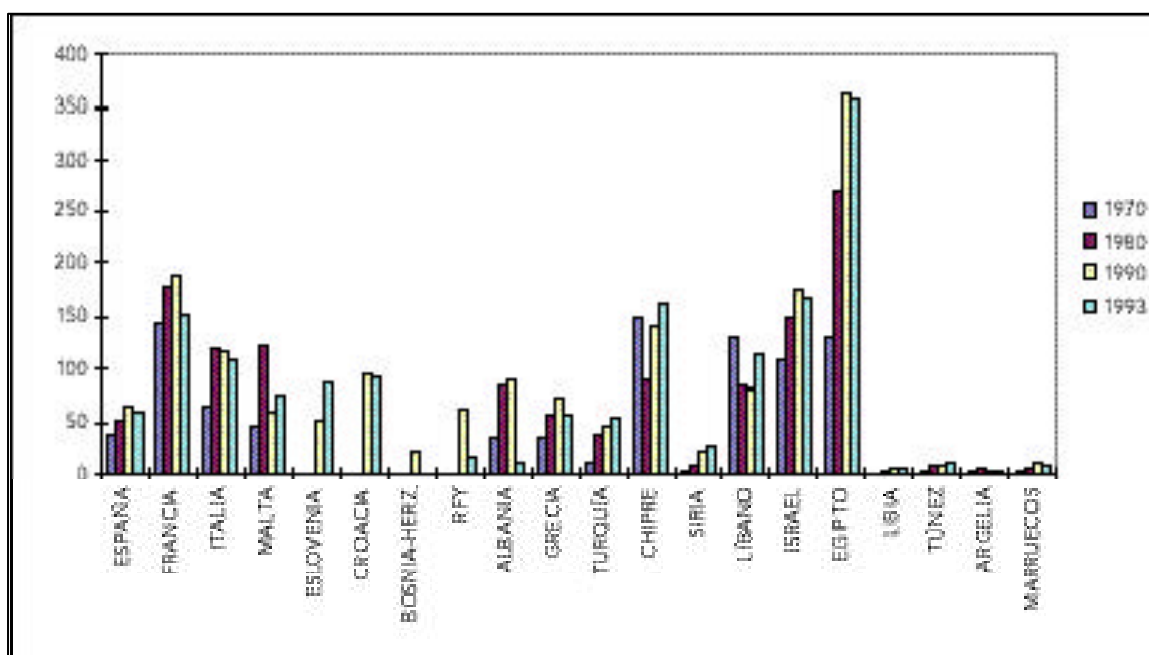
los que se aplican en agricultura llegan al medio ambiente marino a través de la atmósfera y de los insumos ribereños, ya que los pesticidas no se degradan rápidamente. Las mayores cantidades de ingredientes activos aplicados en la agricultura se utilizan en las regiones del noroeste: 36.000 toneladas en Francia (1990); 33.000 toneladas en Italia (1987) y 23.700 toneladas en España (1989) (Fielding *et al.*, 1991). Entre los demás países, en Grecia se emplearon 8.080 toneladas en 1989, en Argelia 5.950 toneladas en 1993, en Egipto 13.200 toneladas en 1990, en Turquía 34.400 toneladas en 1989, en Marruecos 9.400 toneladas en 1989 y en Yugoslavia 3.300 toneladas en 1992.

Las escorrentías de tierras agrícolas a través de ríos y arroyos constituyen con mucho la mayor entrada de pesticidas al medio ambiente marino.

En ocasiones, las fábricas de pesticidas están situadas en zonas donde éstos se utilizan para usos agrícolas, por lo que no siempre es posible determinar si los pesticidas hallados en las aguas superficiales y subterráneas proceden de las escorrentías agrícolas o directamente de vertidos industriales. Las fuentes puntuales más importantes de contaminación agrícola en los países mediterráneos son los grandes ríos, como por el ejemplo el Ródano en Francia, el Ebro en España, el Po en Italia, los ríos Axios, Loudias y Aliakmon en Grecia y el Nilo en Egipto (Provini *et al.*, 1991).

Disminución del uso agrícola del suelo en el noroeste y aumento en el sur y el este de la cuenca del Mediterráneo (% del total del suelo)

Figura 3.6



Fuente de datos: Banco Mundial, Indicador Social del Desarrollo, 1996

Figura 3.7

Expansión de la tierra de regadío en casi todos los países de la cuenca del Mediterráneo (% de tierras agrícolas)

Fuente de datos: Banco Mundial, Indicador Social del Desarrollo, 1996

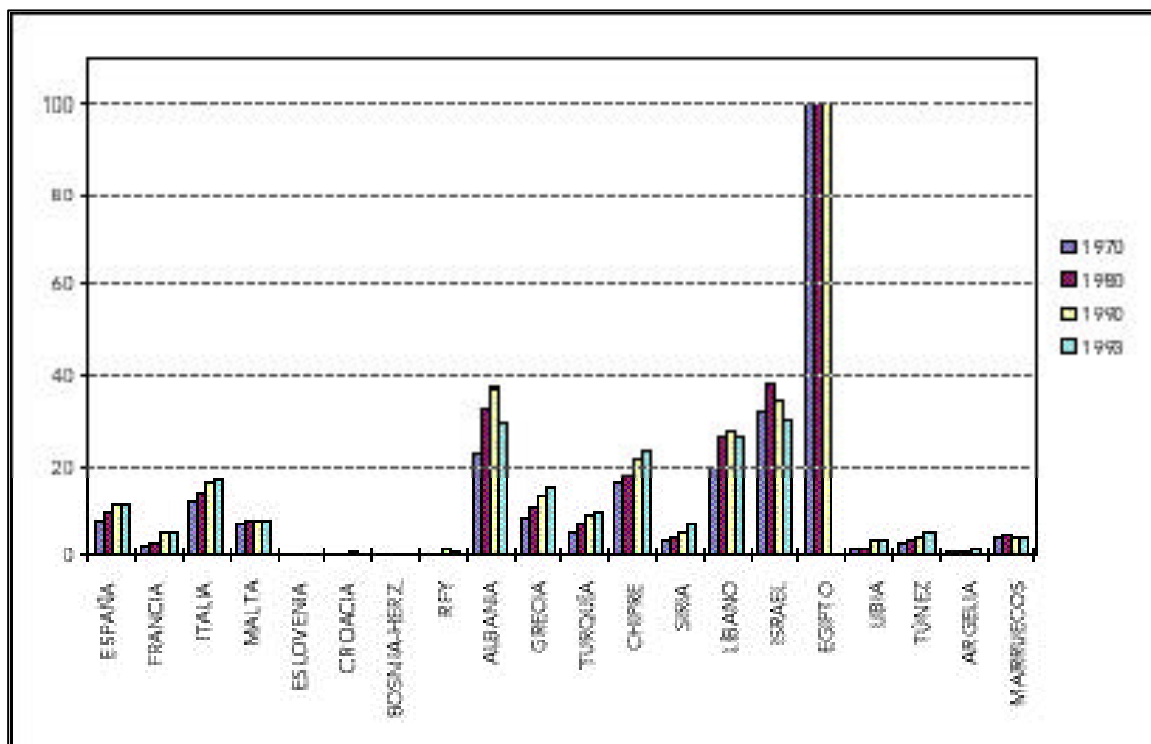
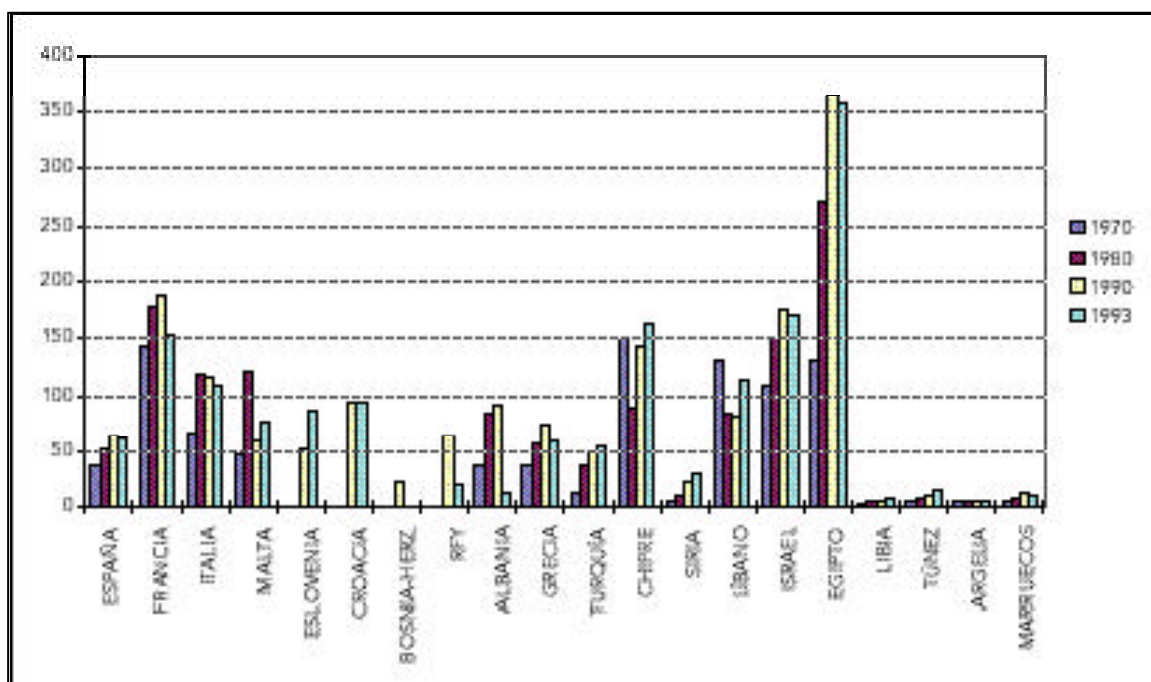


Figura 3.8

Consumo de fertilizantes en los países mediterráneos desde 1970 hasta 1993 (kg/ha)

Fuente de datos: Banco Mundial, Indicador Social del Desarrollo, 1996





Estimaciones de erosión del suelo y vertidos de fósforo (P), nitrógeno (N) y carbono orgánico (Org C) en el mar Mediterráneo procedentes de tierras agrícolas

Tabla 3.1

País	Superficie de drenaje km <sup>2</sup>	Suelo 10 <sup>6</sup> t	P total 10 <sup>3</sup> t	N total 10 <sup>3</sup> t	Org C total 10 <sup>3</sup> t	Media estimada de pérdida de suelo anual t.ha <sup>-1</sup>
Albania	30.400	6,8	3,7	6,7	74,1	2,24
Argelia	99.100	55,8	15,9	41,4	387,6	5,3
Chipre	9.100	14,1	6,9	20,3	161,1	15,49
España	180.300	116,1	103,1	177,3	1801,1	6,44
Francia	130.000	38,2	25,6	51,7	565,0	2,94
Grecia	106.100	207,5	146,7	268,7	2492,3	19,56
Israel	10.300	3,8	1,3	3,2	33,0	3,69
Italia	279.300	410	341,7	619,4	6574,4	80,13
Líbano	7.800	25,7	6,5	17,4	196,4	32,95
Marruecos	62.800	43,7	9,1	29,7	502	6,96
Siría	5.700	34	14,8	27,4	267,9	59,65
Túnez	34.400	54,9	28,7	56,5	571,0	15,96
Turquía	153.700	296,9	129	250,9	3315,0	19,32

Fuente: PNUMA/PAM 1997

Además, hay compuestos herbicidas en los vertidos industriales, que pueden ser vertidos directamente a las aguas superficiales a través de las tuberías de las plantas costeras.

El transporte aéreo de estos compuestos es la tercera fuente de contaminación: la volatilización así como la deposición húmeda y seca probablemente aportan una cantidad considerable de contaminación de pesticidas al medio ambiente marino. Los siguientes pesticidas se han detectado frecuentemente en muchos ríos importantes que desembocan en el Mediterráneo: atrazina, simazina, alachlor, molinato y metolachlor (Albanis *et al.*, 1997). Se han medido los residuos en los ríos y sus concentraciones mínimas y máximas se muestran en la **Tabla 3.2**.

Aunque también hay niveles detectables de algunos pesticidas en aguas litorales y de estuarios, sus concentraciones son por lo general muy inferiores a las de los ríos correspondientes.

Según la clasificación de la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU. (USEPA) y la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), el alachlor es probablemente carcinógeno; los demás son posibles compuestos carcinógenos.

Las concentraciones medias anuales de algunos importantes pesticidas analizados en las aguas marinas del mar Adriático son inferiores a 0.1 µg/l (Galassi, 1991). Por contraste, la concentración media anual de molinato en el Golfo de

Residuos de los pesticidas de los ríos importantes del Mediterráneo

Tabla 3.2

Río/Herbicidas	Alachlor (µg/l)	Atrazina (µg/l)	Metolachlor (µg/l)	Molinato (µg/l)	Simazina (µg/l)
Po (Italia)	<0,03-0,106	0,021-0,118	<0,03-0,605	<0,03-1,750	0,06-0,081
Ródano (Francia)	<0,001	0,022-0,386	-	-	0,018-0,372
Ebro (España)	<0,001-0,267	<0,001-0,190	<0,001-0,554?	<0,001-0,568	0,010-0,138
Evros/Meriç (Grecia/Turquía)	s.d.-0,37	s.d.-0,63	-	-	s.d.-0,32
Axios (Grecia)	<0,05-1,30	<0,05-0,70	<0,10-0,50	<0,001-0,90	<0,06-0,30
Aliakmon (Grecia)	s.d.-1,20	s.d.-0,74	s.d.-0,63	s.d.-0,94	s.d.-0,06
Nilo (Egipto)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Fuente: Albanis, 1997

Thermaikos (Albanis *et al.*, 1994) y la concentración media anual de molinato y metolachlor en el Golfo de Arnavrakikos (Albanis *et al.*, 1994) son superiores a 0,1 µg/l.

### 3.4. Actividades de pesca y piscicultura

#### 3.4.1. Pesca marina

El total de capturas marinas de los países mediterráneos osciló de 1,1 millones de toneladas en 1984 a 1,3 millones de toneladas en 1996, con un incremento global de 17,5% aproximadamente. Los principales grupos representados en las capturas son: peces marinos, seguidos de moluscos, crustáceos y peces diadromos (FAO, 1998).

Entre los peces marinos el mayor incremento correspondió al “grupo 33” (gallineta nórdica, lubina, congrio, etc.), con un incremento de aproximadamente 59% en ese período. El “grupo 37” (caballa, pez sierra, pez alfanje, *Trichiurus lepturus*), aumentó en un 55%, seguido del “grupo 34” (jurel, mújol, paparda) con un incremento del 25% y el “grupo 32” (bacalao, merluza, eglefino, etc.), con un incremento del 10% (Figura 3.9).

La captura de moluscos aumentó aproximadamente un 67% entre 1984 y 1996 (Figura 3.9). El grupo principal lo formaron los mejillones con un incremento de 117%, seguidos por almejas (98%) y ostras (37%). Otros grupos, como el “grupo 57” (calamar, sepia, pulpo, etc.) aumentó en 7% y el “grupo 55” (vieiras, conchas, etc.) en un 42%, sobre todo en Turquía (308 t en 1994) (Figura 3.9).

La captura de crustáceos aumentó ligeramente (Figura 3.9), sobre todo el “grupo 42” (arañas de mar, cangrejos, etc.) con un incremento del 84%, seguido por bogavantes, langostas, etc. (36%), mientras que el “grupo 45” (quisquillas, gambas, etc.) disminuyó un 13% en el mismo período.

En cuanto a los peces diadromos, se experimentó un drástico descenso de capturas en el Mediterráneo (46% en el período 1984-1996), debido principalmente a la disminución de capturas de anguilas de río (*Anguilla anguilla*) -66%.

#### 3.4.2 Técnicas de pesca

En los últimos años ha habido relativamente pocos cambios en las técnicas de pesca utilizadas en el Mediterráneo. Los datos disponibles, el modo en que se resumen y el método adoptado para establecer el tonelaje varía de un país a otro, lo que no permite formarse una imagen exacta de la estructura de la flota pesquera. Sin embargo, las cifras indican que aumentó el número de embarcaciones entre

1980 y 1992 (con un incremento global de 19,8%) (FAO, 1994) (Figura 3.10).

En los países industrializados de la UE, la tecnología pesquera es muy avanzada y se ha experimentado un cambio a buques más rentables y que requieren menos mano de obra, como por ejemplo pesqueros de arrastre de mayores dimensiones y buques para usos múltiples. Aunque en general, la pesca “pasiva” aumentó, el número de pesqueros de arrastre ha permanecido estable desde 1982 (Figura 3.11).

El número de pesqueros de arrastre en el Mediterráneo septentrional está disminuyendo en España (-21,1%) e Italia (-30,2%), mientras aumenta en Francia (+22,3%) y Grecia (+10,2%). En el Mediterráneo meridional, el número de pesqueros de arrastre aumenta espectacularmente (+137% en Argelia y +170% en Marruecos). En cuanto a la composición de la flota pesquera del Mediterráneo, un 22% corresponde a los buques para usos múltiples; un 16% a pesqueros de arrastre; seguidos por un 13% de buques para pesca con redes de enmalle; un 7% de pesqueros para la red de cerco; 3% de buques para pesca de entubado y 1% de buques colocadores de trampas. El restante 39% lo componen otros buques pesqueros, como pesqueros de rastra, buques para pesca por elevación, buques que emplean bombas para pescar, plataformas para el cultivo de moluscos, buques de pesca de recreo, otros buques pesqueros, etc. (Figura 3.12).

En el Mediterráneo, los países del litoral cuentan con sus propias políticas nacionales, si bien la UE coordina las políticas pesqueras de sus miembros a través del Consejo General de Pesca para el Mediterráneo (CGPM). Su gestión se centra en el establecimiento de medidas tales como el control de licencias y los subsidios al sector y no en el control de cupos.

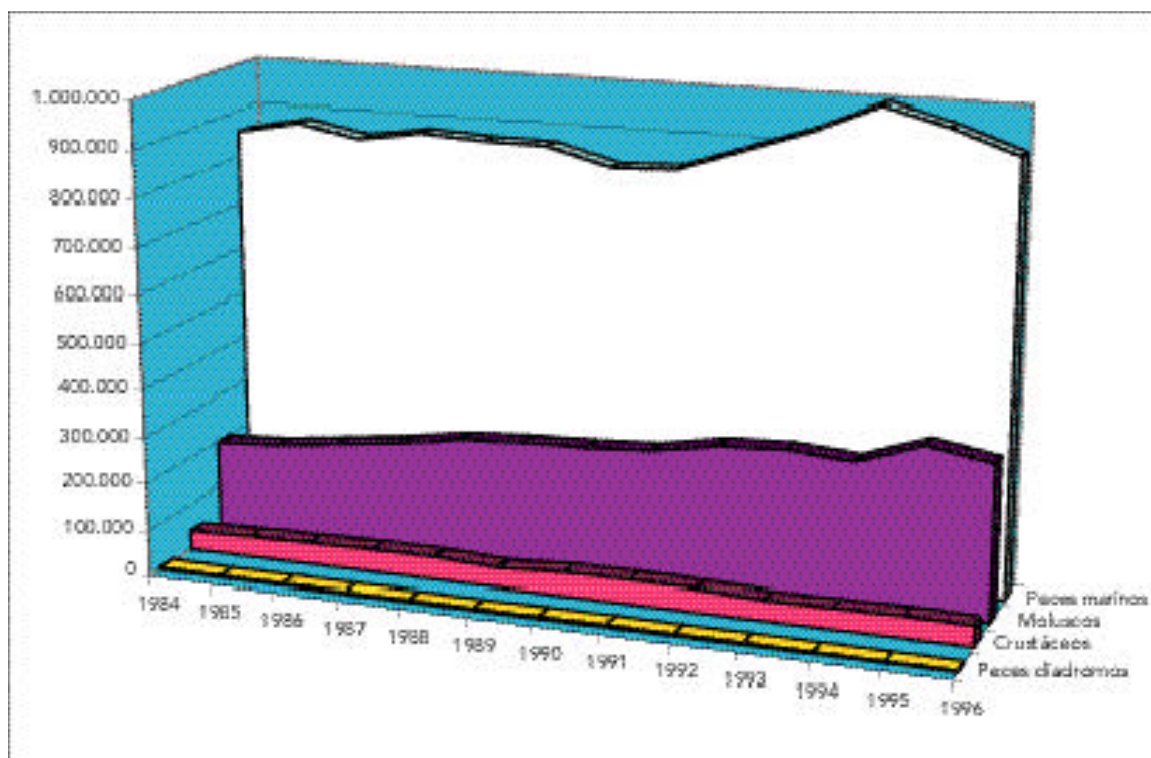
#### 3.4.3 Interacción entre las actividades pesqueras y el medio ambiente

La pesca no sólo reduce la abundancia de las especies capturadas sino también, como efecto secundario, la de otras especies, reduciendo su número o modificando su tamaño relativo. Estos efectos pueden ser directos, si se exterminan especímenes, o indirectos, al alterarse las transmisiones de energía por los niveles tróficos, lo que provoca la disminución del número de especies (Caddy & Sharp, 1986).

La pesca impone además una presión selectiva en ciertos grupos de edad. Con el tiempo, podría afectar a la variabilidad genética de una población, o afectar directamente, por ejemplo, la reproducción de las especies hermafroditas con diferenciación sexual por edad. La norma europea adoptada como tamaño mínimo de captura (Leonart & Recasens, 1996) no resuelve el problema si se trata

Capturas marinas totales (en toneladas) por los países mediterráneos: Fluctuación de los grupos principales desde 1984 hasta 1996

Figura 3.9



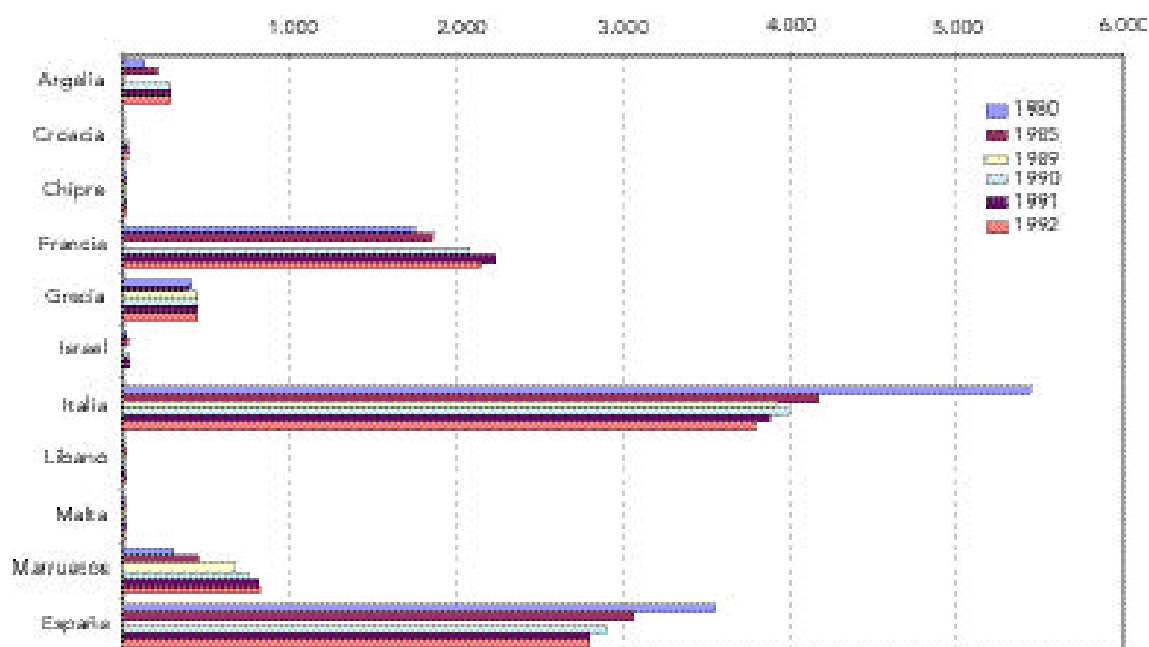
Fuente: FAO GFCM-PC edición de 1998 y FAO Fishstat-PC, edición de 1998

de especies en las que el tamaño mínimo permitido es inferior a la longitud adquirida en la madurez. Para paliar esta situación, podría limitarse el uso de los equipos menos selectivos (como, por ejemplo, redes barrederas) y emplear más otros equipos, como redes de enmalle a pequeña escala, redes de cerco, mallas u otros para pesca de altura.

La pesca también afecta la biodiversidad marina. El Mediterráneo es un mar con un alto nivel de biodiversidad, concentrada principalmente entre la superficie y una profundidad de 50 m. El impacto de las actividades pesqueras es muy importante a lo largo del litoral. La disminución de la biodiversidad es evi-

Número de pesqueros de arrastre por países, desde 1980 hasta 1992 (no se dispone de los datos para 1989 correspondientes a Francia, España, Argelia e Israel)

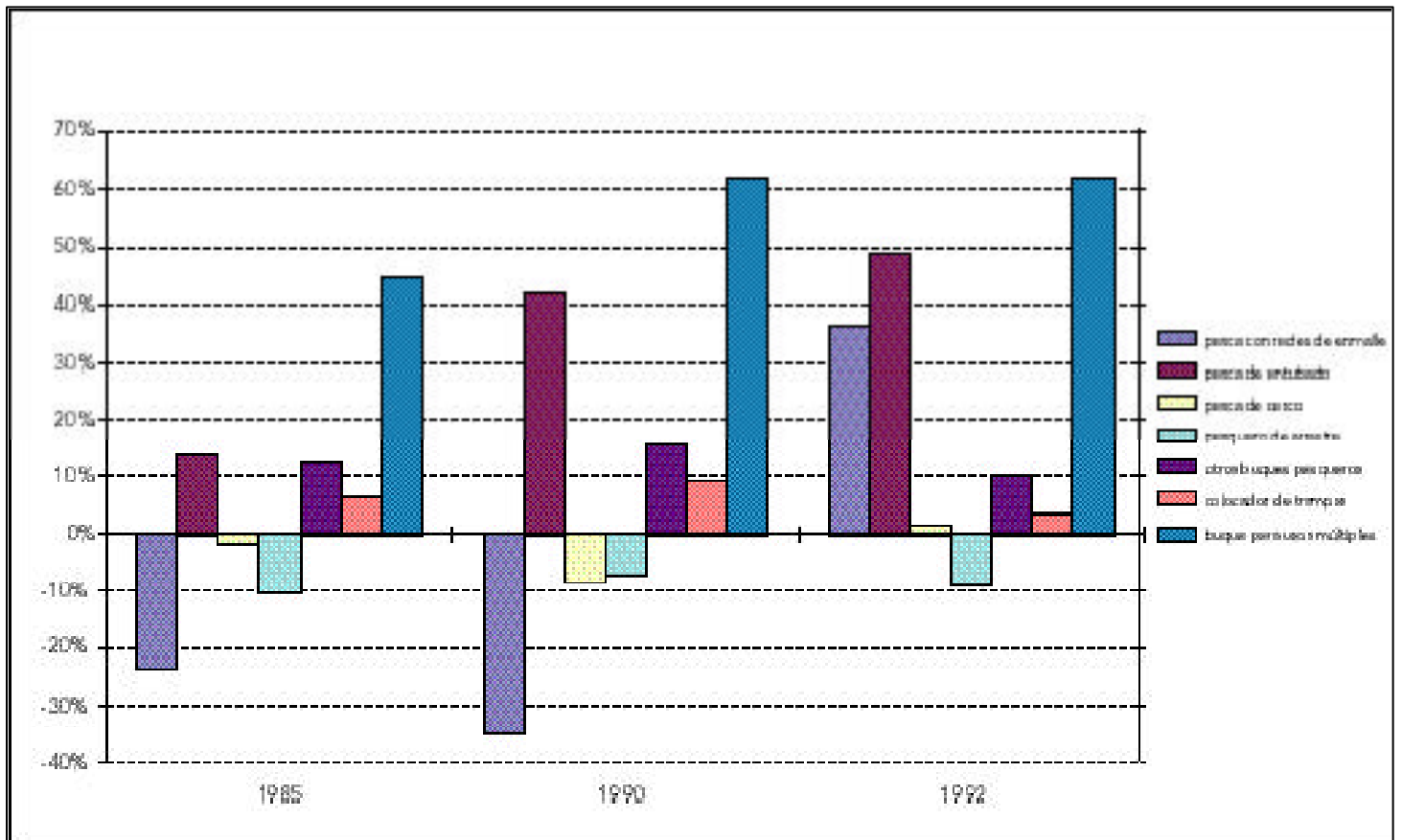
Figura 3.10



Fuente: Información de Pesca de la FAO, Servicios de Datos y Estadística, 1994

Figura 3.11

Variación (%) del número de buques pesqueros en comparación con 1980



Fuente: Información de Pesca de la FAO, Servicio de Datos y Estadísticas, 1994

dente, no sólo en la desaparición de las especies, sino también en la reducción de hábitats.

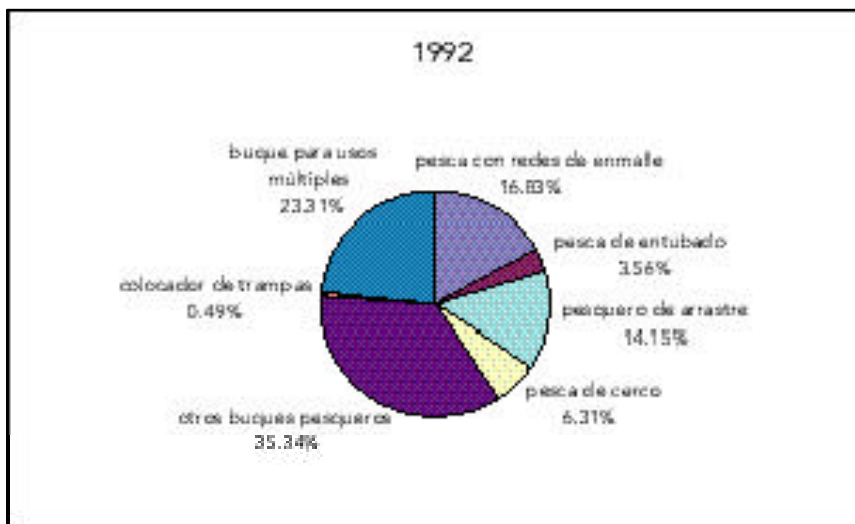
Se observa un impacto significativo sobre especies protegidas, como los mamíferos marinos, especialmente las poblaciones de ballenas y delfines. Por una parte, quedan atrapados accidentalmente en las redes barrederas y por otra, compiten con los pescadores en la captura de recursos pelágicos pequeños (“especies de forraje”), como las anchoas y los calamares que son elementos corrientes de su dieta (Northridge, 1984).

En cuanto a las tortugas, las causas principales de mortalidad son las redes barrederas, los entubados pelágicos, los detritos plásticos y de otro tipo, que ingieren al confundirlos con medusas.

Como el Mediterráneo está abierto a las flotas internacionales de alta mar, el impacto también aumenta en proporción al tamaño de los equipos (redes barrederas y entubados a gran escala) y a la capacidad pesquera de las flotas industriales extranjeras que buscan principalmente atún rojo y pez espada. Entre 1984 y 1994 se observó un incremento del 12% en el total de capturas de estas especies; los países no mediterráneos capturaron el 4% aproximadamente del total en 1994.

Figura 3.12

Composición de la flota mediterránea en 1992



Fuente: FAO GFCM-PC edición de 1997 y FAO Fishstat-PC, edición de 1998

A partir del 1 de enero de 2002, las redes barrederas utilizadas para la pesca del atún y pez espada habrán desaparecido de todos los mares de la UE, salvo el mar Báltico. Antes de 2002, los Estados miembros marítimos tendrán que reducir el número de buques pesqueros que emplean este tipo de redes en al menos un 40% en comparación con el período 1995-97. En el Mediterráneo, debido a la ausencia de una Zona Económica Exclusiva, esto es aplicable únicamente a las aguas territoriales de los Estados miembros de la UE. Dentro de estas aguas, los pescadores de la UE no estarán autorizados a emplear redes barrederas en sus embarcaciones para capturar diversas especies de atún, tiburón, pez espada, brema oceánica y otras.

Este método de pesca, que amenaza la supervivencia de ciertas especies piscícolas, así como la de mamíferos y aves marinas, ha sido denunciado durante muchos años. A corto plazo, la prohibición puede tener repercusiones económicas negativas en las comunidades pesqueras, pero sin ella las consecuencias serían incluso más graves.

Para ayudar a las comunidades pesqueras a efectuar la transición a técnicas de pesca más aceptables, la UE, en colaboración con los Estados miembros, adoptará medidas técnicas y socioeconómicas que faciliten el cambio a métodos selectivos más fiables, minimizando así el impacto económico.

La pesca repercute también en la comunidad marina al alterar la disponibilidad alimenticia por los efectos de los desechos de las capturas devueltas directamente al mar. Los equipos menos selectivos, como las redes barrederas (pelágicas y de fondo) y de arrastre producen más desechos de capturas aunque su productividad sea superior. Por otra parte, estos desechos son aprovechados por algunas especies, como pulpos, cangrejos, aves marinas, etc., para las que constituyen una fuente de alimentos suplementaria importante.

Otro efecto secundario negativo en la vida marina es la "pesca fantasma", fenómeno que ocurre cuando el equipo de pesca (principalmente redes de enmalle o trampas) se extravía por accidente o deliberadamente y continúa capturando peces durante cierto tiempo.

El uso de rastras, redes de arrastre y otros equipos de remolque de fondo puede dañar e incluso destruir la estructura béntica. La actividad pesquera está directamente relacionada con el declive de los bancos oceánicos de Posidonia y otras praderas bajas de fanerógamas marinas (Boudouresque *et al.*, 1991). Estas praderas constituyen importantes viveros y lugares de desove para muchas especies con un alto índice

de biodiversidad, además de protección frente a la erosión causada por el oleaje. Estos ecosistemas están en evidente decadencia, amenazados por la pesca con redes de arrastre (tanto la legal como la ilegal cuando se realiza en zonas prohibidas y con equipos prohibidos) y redes barrederas.

Los fondos rocosos y de coral mantienen a comunidades ricas y complejas, que se ven amenazadas por el uso de equipos barrederos para la extracción de coral. Además, este tipo de lecho marino resulta dañado por los "rodillos" empleados por algunos pesqueros de arrastre para cruzar por las rocas sin dañar las redes, a costa de destruir las comunidades bénticas.

Los lechos marinos arenosos y fangosos suelen constituir entornos más pobres y, por tanto, en ellos los efectos negativos de la pesca son menores, pero los pesqueros de arrastre de fondo afectan a la distribución de la granulidad, la porosidad de los sedimentos y los procesos de intercambio químico. Además, se incrementan los sedimentos suspendidos. Este efecto puede ser peligroso en zonas con concentraciones relativamente altas de agentes contaminantes, como por ejemplo las sometidas a un alto grado de industrialización.

#### **3.4.4. Piscicultura**

La producción piscícola regional aumentó de 78.180 toneladas en 1984 a 248.460 toneladas en 1996 (sin tener en cuenta la piscicultura fluvial). (Figura 3.13).

En el período 1984-1996, la producción piscícola de peces marinos en el medio ambiente marino se multiplicó por aproximadamente cuatrocientos (Figura 3.13), debido principalmente al desarrollo de tecnologías de jaula, como las utilizadas en Grecia; la producción del mismo grupo en un entorno salobre se incrementó menos de diez. Estos últimos datos confirman el renovado interés por una piscicultura más compatible y sostenible en entornos naturales.

El mayor productor de mejillones del Mediterráneo es Italia, cuya producción total ascendió a 140.300 toneladas en 1996 (en entornos marinos y salobres).

#### **3.4.5. Interacción entre la piscicultura y el medio ambiente**

La expansión de las actividades de piscicultura marina en el Mediterráneo debería realizarse en un marco más amplio e integrado de planificación y regulación para minimizar sus repercusiones. Para lograr un desarrollo equilibrado de la zona litoral se requiere elaborar unos planes de gestión integrados a escala nacional o regional, por lo que cualquier empresa de piscicultura marina que se aborde (salobre, en tierra o en

mar) debe prestar especial atención a la elección del emplazamiento para garantizar unas condiciones apropiadas, lo que también debe estar relacionado con la capacidad de los ecosistemas locales para absorber los impactos sin sufrir efectos perjudiciales duraderos (Dirección General de Pesca de la CE, 1995).

En muchas ocasiones no se tiene en cuenta la necesidad de evaluar la interacción con el medio ambiente (y su capacidad para absorber dicha interacción). La piscicultura intensiva supone la producción de residuos, que pueden estimular y distorsionar la productividad y alterar las características abióticas y bióticas de la masa de agua (agotamiento del oxígeno, sedimentación con enriquecimiento béntico, hipernutrición y eutrofización).

En el contexto de la expansión de la piscicultura en el Mediterráneo, probablemente el tema más apremiante en la actualidad sea la contaminación microbiana. El uso de sustancias químicas terapéuticas con efectos a largo plazo en el medio ambiente puede ocasionar una bioacumulación en los organismos bénticos y sedimentos. La acumulación de alimentos no comidos y heces induce unas condiciones favorables para el florecimiento de algas y hongos.

Los efectos de la introducción de la piscicultura en un medio ambiente marino o salobre varían, dependiendo de que la zona sea cerrada, semicerrada o abierta. Los efectos de la biomasa producida y la disponibilidad de nitrógeno y fósforo pueden preverse, considerando las características hidrodinámicas, el lecho marino, las comunidades bénticas y demás características ecológicas del emplazamiento.

Algunas actividades de piscicultura (como las intensivas) deberían requerir una evaluación de impacto ambiental (EIA). Hoy en día, este tipo de evaluaciones suelen ser imprecisas, especialmente si se generaliza el uso de modelos matemáticos. Sin embargo el coste de recopilar los correspondientes datos es alto, lo que podría impedir su aplicación en criaderos a pequeña escala.

La introducción de nuevos organismos y de especies exóticas plantea siempre un riesgo para el medio ambiente/ecosistema implicado, por lo que es preciso actuar con suma prudencia.

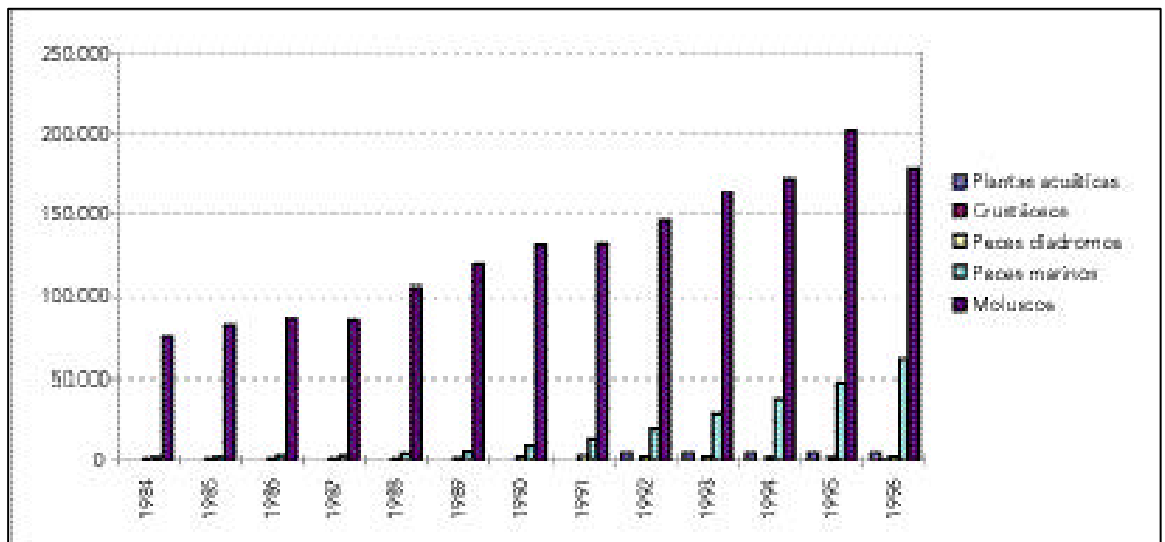
A medida que se generaliza el uso de las técnicas de reproducción y biotecnológicas para producir variedades específicas, se plantea el posible peligro de los efectos imprevistos de la competencia entre estas especies cultivadas y sus homólogas naturales, como consecuencia de fugas (que suelen ser accidentales durante las tormentas litorales pero también acaso intencionadas). Un ejemplo de este posible riesgo es la producción de la almeja asiática (*Tapes semidecussatus*) que aumentó, sobre todo en la zona salobre del Adriático norte, desde una etapa piloto en 1985 hasta 40.300 toneladas en 1996. Debido a su rápido crecimiento y su resistencia a las condiciones anóxicas, esta especie suplantó a la autóctona (*Tapes decussatus*) hasta el punto de que también podía pescarse en otras zonas litorales.

Otro ejemplo similar es la quisquilla japonesa (*Penaeus japonicus*), que se introdujo en el Mediterráneo por su rápido crecimiento en instalaciones piscícolas. Hoy en día, debido a su presencia en las reservas naturales y a su llegada

Figura 3.13

Producción piscícola (en toneladas) por grupos principales en el mar Mediterráneo desde 1984 hasta 1996

Fuente: FAO Aquacult-PC, edición de 1998



desde el Canal de Suez, puede considerarse como una especie mediterránea.

### 3.4.6. Cargas de nitrógeno y fósforo procedentes de la piscicultura

La cantidad total de nitrógeno (N) y fósforo (P) que se introduce en el medio ambiente acuático se calcula mediante una simple fórmula empleada por Ackefors & Enell, (1990) y depende de la cantidad de nitrógeno y fósforo en los alimentos y la biomasa producida. La relación entre alimentos y biomasa se expresa mediante la Relación de Conversión de Alimentos (FCR= kg de alimentos/kg de biomasa viva), para la cual se aplicó un valor promedio de 1,5:1 para todos los países (Ceccarelli & Di Bitetto, 1996). En estas condiciones, el total de cargas de P es de aproximadamente 3 kg/biomasa producida/año y el total de cargas de N, aproximadamente 66 kg/biomasa producida/año. La **tabla 3.3** y la **tabla 3.4** muestran el total de cargas cuando se aplican estos valores a los datos de producción de cada país mediterráneo.

Cabe emplear otros modelos para evaluar el destino de la cantidad total de nitrógeno y fósforo a partir de una "caja" de piscicultura (**Tabla 3.5**).

### 3.4.7. Conservación de los recursos marinos

Aunque las flotas pesqueras de los Estados miembros de la UE - España, Francia, Italia y

Grecia - representaron el 89% del número total de embarcaciones del Mediterráneo, el sistema de la UE para la conservación de los recursos marinos adoptado en 1983 (Reglamento del Consejo de la CE, 1983) no se aplicó a la totalidad de la pesca en el Mediterráneo. La Política Pesquera Común de la UE (PPC) constituye la línea de acción principal, cuyo objetivo primario es equilibrar la capacidad de pesca y los recursos disponibles y accesibles para los países europeos del Mediterráneo, pero no se aplica a todos los países mediterráneos. Este régimen, en apariencia especial, no se debió a la situación de los recursos del Mediterráneo sino a que en su momento se pensó que las normas y gestión por cupos de pesca aplicables al Atlántico y al mar del Norte no serían apropiadas para la pesca de múltiples especies en el Mediterráneo.

Debido a la estrechez de la plataforma continental, la mayor parte de los recursos marinos del Mediterráneo se limitan a las aguas territoriales de los Estados litorales. Por ello y también porque las reducidas dimensiones geográficas del mar Mediterráneo no permiten extensiones unilaterales de 200 millas, los Estados litorales no han intentado crear unas zonas económicas exclusivas donde sí hubiese tenido sentido aplicar una política de conservación comunitaria.

Cálculo de las cargas de fósforo (P kg/biomasa producida/año) procedentes de la producción de peces marinos y diádomos en el medio ambiente marino

Tabla 3.3

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Croacia									3.402,6	1.621,8	2.003,4	2.679,2	2.003,4
Chipre	8	8	8	15,9	39,8	206,7	397,5	453,2	564,5	1.351,5	1.653,6	2.766,6	2.766,6
Egipto								11.448	11.448	17.068,7	11.448	731,4	1.486,7
Eslovenia									79,5	151,1	596,3	389,6	596,3
España		159	151,1	206,7	151,1	198,8	222,6	318	278,3	119,3	143,1	206,7	198,8
Francia	39,8	477	556,5	993,8	2.265,8	1.749	2.226	3211,8	4.770	12.791,6	26.163,5	29.168,6	19.898,9
Grecia			715,5	834,8	1828,5	4.929	12.720	27.427,5	62.399,6	92.013,3	107.325	150.533,3	20.5078,2
Israel			238,5	375,8	477	636	667,8	564,5	429,3	1.232,3	3.180	7.393,5	5.557,1
Italia			1.590	1.192,5	1.033,5	5.167,5	4.372,5	3.696,8	3.259,5	4.372,5	7.155	17.092,5	47.302,5
Malta								1.590	3.975	5.167,5	7.163	7.163	12.338,4
Marruecos							1.248,2	2.393	2.806,4	6.328,2	9.142,5	9.102,8	9.738,8
República Socialista de Yugoslavia		15,9	198,8	874,5	675,8	1033,5	2.385	1.669,5	1033,5				
Túnez							2.289,6	2.067	1335,6	8	8		
Turquía			8	238,5	278,3	413,4	818,9	6.972,2	7218,6	25368,5	17.220,6	22045,4	41.419,5

Fuente: Datos elaborados a partir de FAO Aquacult-PC, edición de 1998

Tabla 3.4

Estimación de las cargas de nitrógeno (N kg/biomasa producida/año) procedentes de la producción de peces marinos y diádomos en el medio ambiente marino

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Croacia									28.269,4	13.474,2	16.644,6	22.258,9	16.644,6
Chipre	66,1	66,1	66,1	132,1	330,3	1.717,3	3.302,5	3.764,9	4.689,6	11.228,5	13.738,4	22.985,4	22.985,4
Egipto								95.112	95.112	141.809,4	95.112	6.076,6	12.351,4
Eslovenia									660,5	1255	4.953,8	3.236,5	4.953,8
España		1.321	1.255	1.717,3	1.255	1.651,3	1849,4	2.642	2.311,8	990,8	1.188,9	1.717,3	1.651,3
Francia	330,3	3.963	4.623,5	8.256,3	18.824,3	14.531	18.494	26.684,2	39.630	106.274,5	2173.70,6	242.337,5	165.323,2
Grecia			5.944,5	6.395,3	15.191,5	40.951	105.680	22.7872,5	51.8426,5	764.462,7	891.675	1250.657	1703.826
Israel			1.981,5	2.972,3	3.963	5.284	5.548,2	4.689,6	3.566,7	10.327,8	26.420	61.426,5	46.169
Italia			13.210	9.907,5	8.586,5	42.932,5	36.327,5	30.713,3	27.080,5	36.327,5	59.445	142.007,5	392.997,5
Malta								13.210	33.025	4.2932,5	59.511,1	59.511,1	102.509,6
Marruecos							10.369,9	19.881,1	23.315,7	5.2575,8	75.957,5	75.627,3	80.911,3
República Socialista de Yugoslavia		132,1	1651,3	7.265,5	5.614,3	8.586,5	19815	13.870,5	8.586,5				
Túnez							19.022,4	17.173	11.096,4	66,1	66,1		
Turquía			66,1	1981,5	2.311,8	3.434,6	6.803,2	57.925,9	5.9973,4	210.765,6	147.225,5	183.156,7	344.120,5

Fuente: Datos elaborados a partir de FAO Aquacult-PC, edición de 1998

Cuando en 1996 el Consejo de la UE adoptó los Reglamentos (Reglamentos del Consejo de la CE de 1994 y 1996), se mejoró la protección de los recursos y del medio ambiente al armonizar las diferentes normas nacionales de acuerdo con los estudios científicos disponibles. Sin embargo, sigue siendo necesario mejorar su aplicación. La cooperación con los países no miembros que limitan con el Mediterráneo o que pescan en esta zona es esencial para establecer un sistema normalizado que garantice la conservación y la gestión de los recursos vivos en el Mediterráneo. Esta acción se llevará a cabo en cooperación con el Consejo General de Pesca para el

Mediterráneo (CGPM), una agencia regional de la FAO y de acuerdo con el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (FAO, 1996).

### 3.5. Industria

#### 3.5.1. Industrias de la cuenca del Mediterráneo

La cuenca del Mediterráneo nunca ha sido una región minera importante, por lo que no se vio implicada en el período de desarrollo industrial basado en el carbón y el acero. Está mejor dotada de petróleo y gas natural (Argelia, Egipto, Libia, Siria e Italia), lo que hizo que se estableciesen muchas refinerías en torno a toda la cuenca.

Teniendo en cuenta las dieciséis materias primas más importantes del mundo, la producción de los países mediterráneos (en orden decreciente) de mercurio, fosfatos (Túnez y Jordania), cromita (Turquía), plomo, sal, bauxita (Bosnia, Croacia, Francia, Grecia, Eslovenia, ex-Yugoslavia) y zinc (España y Marruecos) es superior a la media mundial. La minería submarina en el Mediterráneo abarca principalmente perforaciones de petróleo y gas y dragados de grava y arena, si bien se puede considerar que este tipo concreto de actividad está en una etapa relativamente temprana de desarrollo.

Tabla 3.5

Destino del total de fósforo (P) y nitrógeno (N) en porcentajes de P y N introducidos en una "caja" de piscicultura como alimento y alevines

Destino	P	N
Disuelto	25-30 %	48 %
Sedimentación:	50-57 %	23 %
Acumulación béntica	47-54 %	12-20 %
Flujo béntico	2-4 %	1-3 %

Fuente: Holby &amp; Hall (1991) y Hall et al., (1992)



La producción siderúrgica, otro símbolo de poder industrial y militar, se concentra en el norte (Italia, Francia, España, Croacia, Turquía y Grecia), con unos pocos fabricantes en el sur (Egipto, Argelia y Túnez).

En general, la diferencia desde el punto de vista del desarrollo industrial entre las zonas septentrional y sudeste de la cuenca sigue siendo considerable en la actualidad. En términos de valor añadido, dentro de la cuenca del Mediterráneo, predominan en conjunto, Italia, Francia y España, con un 87%, por encima del resto de los países mediterráneos. Los datos obtenidos sobre los países de la OCDE en la cuenca del Mediterráneo desde 1991 (España, Francia, Italia, Grecia y Turquía) indican que en los últimos años se experimenta un incremento de casi todas sus actividades industriales, lo que implica presiones sobre el medio ambiente (Figura 3.14).

Aparte de los sectores químico/petroquímico y metalúrgico, los principales sectores industriales abarcan: plantas de tratamiento de residuos, papel, pinturas, plásticos, tintes e impresión y curtidurías.

**3.5.2. Distribución de actividades industriales**

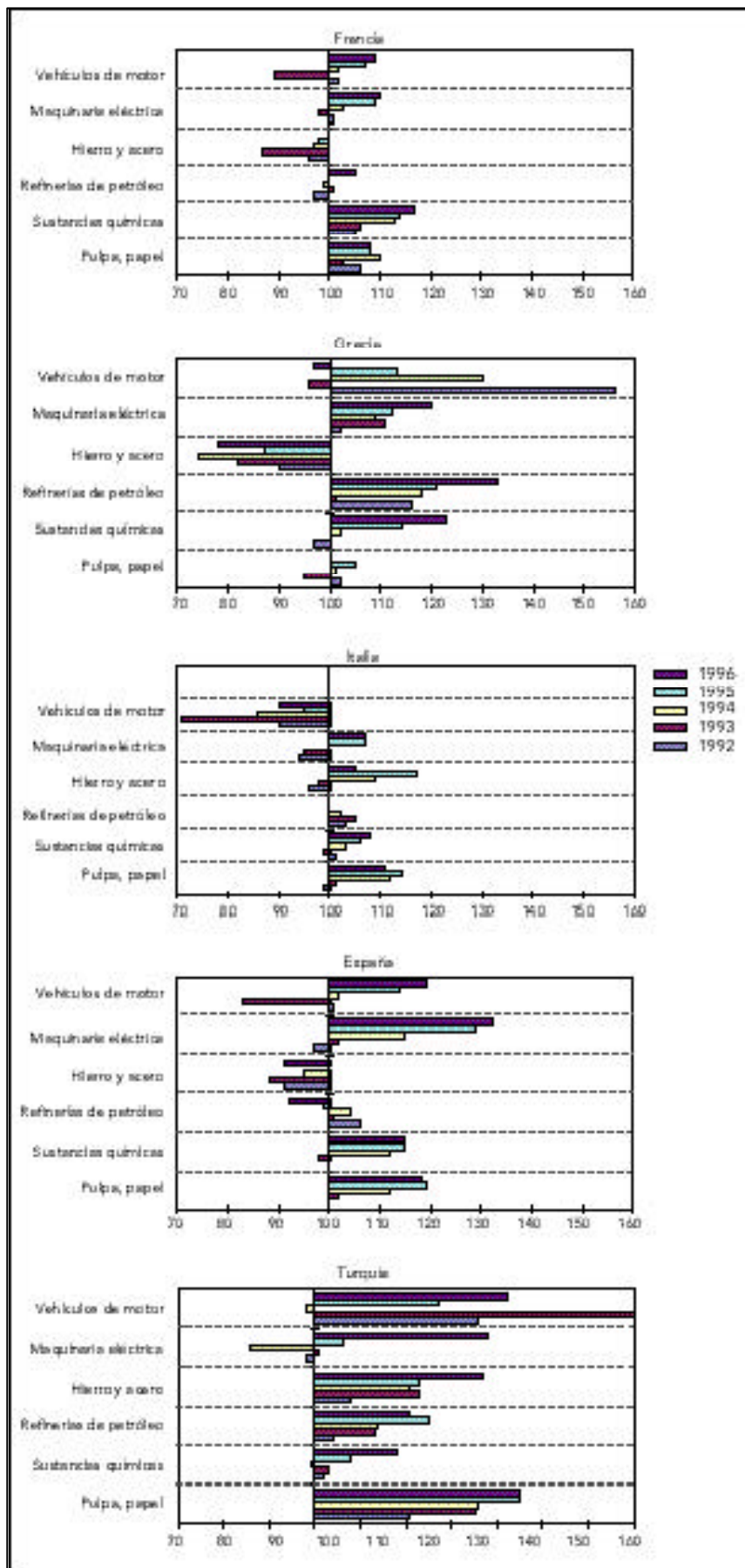
Las actividades de producción que se desarrollan en toda la cuenca del Mediterráneo pueden estudiarse desde el punto de vista de la importancia que tiene la especialización para la exportación en cada país (Figura 3.15).

En este sentido, se pueden distinguir fácilmente tres grupos de países:

- El primer grupo está muy especializado en algunos productos de exportación, mientras que los demás se importan. Este fenómeno es característico de los países productores de petróleo como por ejemplo Argelia, Siria, Egipto y Libia. La situación actual no muestra señales de cambio a corto plazo, a pesar de algunas excepciones como Egipto, que presenta cierta diversificación con algunos productos manufacturados (tejidos, zapatos, etc.);
- El segundo grupo está menos especializado, se trata de países que exportan productos incluso en una situación de desventaja en comparación con otros, y cuyas exportaciones están más diversificadas. Así ocurre en países como Túnez, Marruecos, Turquía, RF de Yugoslavia, Chipre y Malta, todos los cuales exportan productos manufacturados como ropa, tejidos y cuero, aunque cada país cuenta con fabricaciones más específicas (química, aceites y lubricantes en Túnez; química y fertilizantes en Marruecos; fibras textiles, lana, algodón, papel, cemento en Turquía y la RF de Yugoslavia);
- El tercer grupo está sumamente diversificado y por tanto mucho menos especializado. Abar-

Actividad industrial de los países mediterráneos de la OCDE en comparación con 1991 (=100)

Figure 3.14



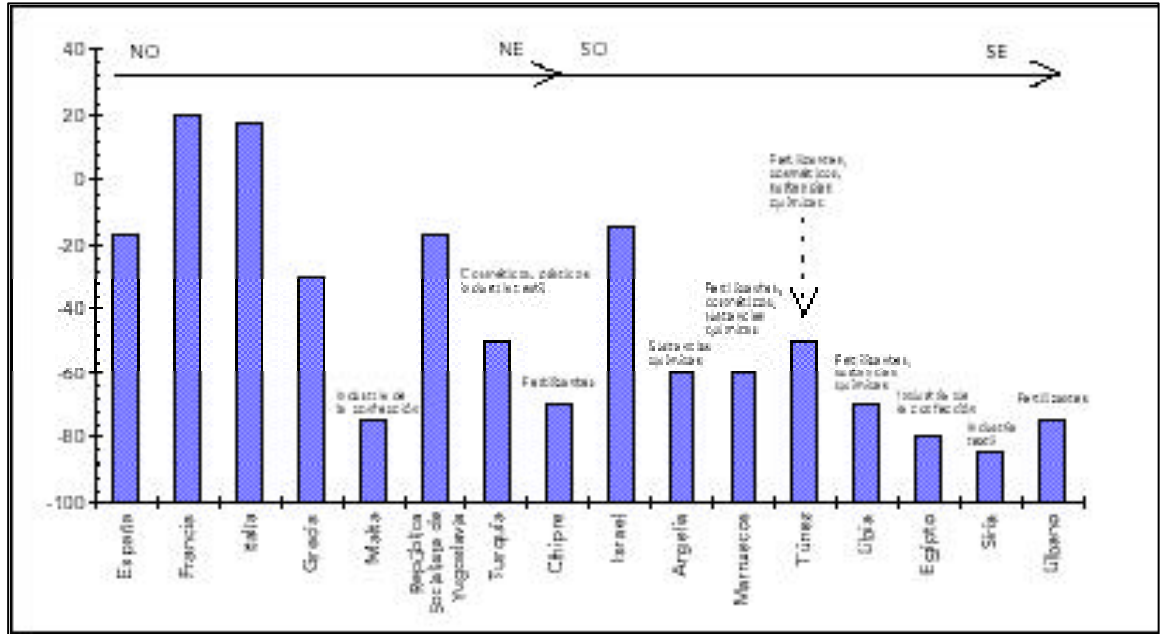
Fuente: OCDE, 1997

Figura 3.15

Coeficiente de especialización en el comercio exterior de los países mediterráneos (1989)

Este coeficiente es un indicador de la ventaja comparativa entre los productos exportados e importados (en términos de valor): si es igual a -100, se entenderá que el país no exporta, mientras que un coeficiente de +100 significa que no importa. Se han indicado las principales industrias de exportación en los países más especializados (por debajo de -40).

Fuente: 'La Méditerranée économique' - CEFI, 1992.



ca los Estados miembros de la UE. Como se mencionó anteriormente, estos países representan la mayor proporción de la industria petroquímica en el Mediterráneo. Completamente instalada en la cuenca del Mediterráneo, la industria italiana es sin duda la mayor, con productos manufacturados básicos, maquinaria, equipos de transporte, etc.

Además de la superficie que ocupa, la industria puede también utilizar el terreno para eliminar residuos sólidos, por ejemplo en forma de vertederos. Esto suele ocurrir con las actividades mineras, que a menudo conllevan el vertido de escorias y lechadas a tierra, a ríos o directamente al mar y también puede abarcar las cenizas procedentes de procesos como la fabricación de acero.

### 3.5.3. Persistencia de los contaminantes industriales: el caso del TBT

A partir de las actividades industriales anteriormente descritas, la industria puede considerarse como una fuente terrestre (y atmosférica) de contaminantes del Mediterráneo, sobre todo en relación con los llamados "tóxicos, persistentes y bioacumulativos" (TPB), como ocurre con el tributyltin (TBT) empleado como biocida en las pinturas antivegetativas.

Como el TBT está estrechamente relacionado con toda clase de transportes marítimos, se reparte por toda la cuenca del Mediterráneo, aunque se concentra especialmente en "puntos de alarma" como puertos deportivos, puertos, etc. Las concentraciones máximas medidas en puertos deportivos y puertos oscilaron entre 2 y 12,150 ng/1 de TBT (PNUMA/PAM, 1996).

En los entornos acuáticos, el sedimento será el principal depósito de TBT. Se degrada por medios biológicos y por fotólisis en una escala de tiempo "razonablemente" breve, descomponiéndose en otros compuestos organoestánicos. Aunque las concentraciones registradas pueden compararse con un "Nivel de Efecto No Observado" de tributyltin de 20 ng/1, en un informe de la OMS se llega a la conclusión de que un nivel de seguridad provisional de TBT de unos 10 ng/1 podría ser apropiado para proteger a los consumidores de pescado, observándose que las medidas para proteger la vida acuática también protegerán la salud humana (OMS, 1990).

**Estudio de caso:** En Francia, la vigilancia periódica del TBT en sedimentos a lo largo del litoral mediterráneo (puertos militares, puertos, puertos deportivos, lechos de crustáceos y aguas cercanas a la costa), indicó primero una fase decreciente (1980-1990), que reflejaba las restricciones impuestas al uso de pinturas antivegetativas marinas a base de productos organoestánicos (impuestas en Francia a los buques de longitud inferior a los 25 m). Los seguimientos más recientes (1997) indican que las concentraciones siguen siendo reducidas en varios lugares (principalmente puertos) por encima de 63 ng/1.

Aunque una vasta gama de actividades industriales (desde la minería hasta productos manufacturados) se reparte por toda la cuenca del Mediterráneo, existe una serie de "puntos de alarma" generados por los complejos de la industria pesada y los grandes puertos comerciales, que se concentran más específicamente en el noroeste.

La respuesta de los países industrializados al aumento de contaminación y al impacto medioambiental resultante ha evolucionado con el tiempo. A medida que aumenta este impacto, la percepción del riesgo que conlleva podría reflejarse en una nueva estrategia de gestión del medio ambiente, como se subrayó recientemente: "Ahora es preciso hacer hincapié en una producción más limpia y en la eco-eficiencia, con el objetivo de reducir la generación de residuos contaminantes allí donde surge en el proceso de producción, mediante enfoques preventivos y simultáneamente hacer un uso eficiente de las materias primas, la energía y el agua" (Resolución de Barcelona, Consulta sobre el artículo 6, Marsella, 2-4 de octubre de 1996).

### 3.6. La industria petrolera

La industria petrolera es especialmente activa en la región del mar Mediterráneo, donde están situados varios productores importantes que pertenecen a países miembros de la OPEP y a países no miembros. Hay refinerías distribuidas en torno a toda la cuenca del Mediterráneo. Algunos de los países ribereños son productores y exportadores, mientras otros tienen que importar petróleo para sus refinerías y el consumo. Varios de ellos centran sus esfuerzos en medidas de privatización (como Italia y Turquía), mientras otros cuentan con significativas concesiones de hidrocarburos para emprender exploraciones costeras y no costeras.

En la mayor parte de los países, la promoción de la producción propia de petróleo como medio para reducir la dependencia de las importaciones sigue siendo un importante objetivo. En algunos, la producción nacional de petróleo es relativamente pequeña y en ellos la exploración se ha extendido en los últimos años (como Italia, Grecia y Turquía).

En la región mediterránea se hallan dos de los puntos de tránsito mundiales del petróleo, conocidos como "puntos de estrangulación": el estrecho de Estambul (Bósforo) y el Canal de Suez-oleoducto de Sumed. El primer punto, situado en Turquía, dispone de una vía de agua de 160 millas de longitud, e incluye el mar de Mármara y el estrecho de Çanakkale; une el mar Negro y el Mediterráneo y transporta el equivalente de 1,4 millones de barriles de petróleo al día (cálculo de 1995). El segundo punto conecta el mar Rojo y el Golfo de Suez con el Mediterráneo y transporta el equivalente a 2,9 millones de barriles al día (0,8 millones de barriles al día por el Canal de Suez y 2,1 millones de barriles al día por el oleoducto de Sumed). (Tabla 3.6).

#### 3.6.1. Exploración y producción

La complejidad geológica y las vastas regiones

inexploradas contribuyen a que resulte difícil determinar con certeza el tamaño de los recursos de hidrocarburos de la región del Mediterráneo (incluyendo tanto las zonas costeras como las no costeras). Se calculan en más de 45.000 millones de barriles al día las reservas totales de petróleo conocidas, y la mayor parte de las compañías nacionales e internacionales que operan en la región centran sus esfuerzos en las actividades de exploración.

Tras la nacionalización de las industrias petroleras y a raíz también de la directiva de la UE sobre licencias de hidrocarburos, que prohibió que se otorgasen derechos exclusivos de perforación a una única compañía en una sola área geográfica, proliferan los acuerdos de producción compartida con muchas empresas petroleras. Varias empresas petroleras internacionales participan actualmente en acuerdos de exploración/producción con empresas petroleras nacionales en cada país mediterráneo. La exploración podría representar más de 3,5 millones de barriles/día en los principales países productores de la cuenca del Mediterráneo (Figura 3.16).

Las regiones más atractivas en términos de nuevos hallazgos se hallan en zonas costeras y no costeras: por ejemplo, hay cuatro en Argelia (en las cuencas de Chadamis e Illizi, próximas a las fronteras de Argelia-Túnez-Libia), tres en Libia (en las cuencas de Sirte, Ghadamis y Murzuq), seis en Egipto (Ashrafi en el Golfo de Suez, Tanka del Este - en el mar, Desierto Occidental, Meleiha, Qarum y Abu Gharadiq), cuatro en Grecia (en la zona noroccidental del Peloponeso, Ioannina, Aitolokrania y en el Golfo de Patraikos - en el mar) y dos en Italia (en el Val d'Agri en la región meridional de Basilicata y Abruzzo - en el mar - y en el mar Adriático inferior, a la altura de Brindisi).

#### 3.6.2. Industrias de refinado y petroquímicas

En la región del Mediterráneo operan vastas industrias de refinado y petroquímicas. Se calcula en más de 40 el número total de refinerías importantes de la región, con una capacidad actual (1997) combinada superior a los 685.000 millones de barriles/día (Figura 3.19).

La mayor parte se encuentra en los países septentrionales. Las industrias petroquímicas se dedican a la producción de amoníaco, metanol, urea, etileno, nafta, propileno, butano, butadieno, aromáticos, etc. Los países con un bajo nivel de utilización de los procesos secundarios en las diversas instalaciones deben continuar dependiendo de la importación, aunque son capaces de satisfacer casi todas las necesidades a escala nacional, lo que tiene por consecuencia un alto nivel de comercio marítimo de petróleo en el Mediterráneo.

Tabla 3.6

Visión general de algunas industrias petroleras en la región del mar Mediterráneo

País	Reservas conocidas de petróleo en miles de millones (bl/d)*	Producción de petróleo (bl/d)*	Cosumo de petróleo (bl/d)*
Libia	29,5	139.000	125.000
Siria	2,5	618.000	208.000
Egipto	3,7	979.000	455.000
Argelia	9,2	135.000	250.000
Grecia	0,012	14.000	366.000
Israel	0,004	<1.000	204.000
Italia	0,620	128.000	1.840.000
Turquía	0,260	71.200	600.000
TOTAL	45,8 miles de millones	4,55 millones	4,05 millones

\* barriles por día

Fuente: EIA, 1996-1997

### 3.6.3. Oleoductos y terminales

Existe una extensa red de oleoductos y de gasoductos, principalmente en los países productores, que conecta sus yacimientos petrolíferos con las refinерías y terminales portuarias o con otros países, como se muestra en la **Figura 3.17**.

### 3.6.4. El comercio marítimo de petróleo en el mar Mediterráneo

Al comparar el tráfico regional y flujos de tránsito de crudo y productos refinados correspondientes a los años 1985 y 1994, se observa que el comercio marítimo total en el Mediterráneo ha permanecido más o menos estable durante este período (**Figura 3.18**). En 1994, la cantidad de crudo fue apenas un 8% superior a la cifra correspondiente a 1985. En cambio, el volumen de los productos refinados fue un 14% inferior al registrado en 1985.

Aunque es difícil hacer previsiones, dado que el mercado de producción de petróleo es por naturaleza inestable, la producción marítima en el Mediterráneo podría seguir siendo limitada en los próximos años (1,3% de la producción mundial en 1995), en comparación con otros yacimientos bien o intensamente explorados (mar del Norte, Golfo de México, Sudeste de Asia y Sudamérica).

## 3.7. Tráfico marítimo

### 3.7.1. Principales rutas de tráfico del Mediterráneo

Se calcula que cada año cruzan el Mediterráneo unos 220.000 buques de más de 100 toneladas, lo que representa un 30% de la navegación mercante total en el mundo y un 20% de la navegación petrolera. Se calcula que diariamente lo atraviesan unos 2.000 buques, de los que 250-300 son petroleros.

Entre los productos transportados, el mercado del petróleo es el principal vínculo comercial entre los países del norte y el sur del Mediterráneo, con un flujo anual de unos 360 millones de toneladas (MT), procedentes principalmente del Oriente Medio (unas 150 MT a través del Canal de Suez y el oleoducto de Sumed; cargados sobre todo en la terminal de Sidi Kerir).

Así pues, hay tres vías principales desde y hacia el Mediterráneo: el estrecho de Çanakkale/mar de Mármara/ Estrecho de Estambul, Estrecho de Gibraltar y el Canal de Suez.

El eje mayor (90% del tráfico total) del este al oeste (Egipto-Gibraltar), pasa entre Sicilia y Malta, seguido de cerca por las costas de Túnez, Argelia y Marruecos (**Figura 3.19**).

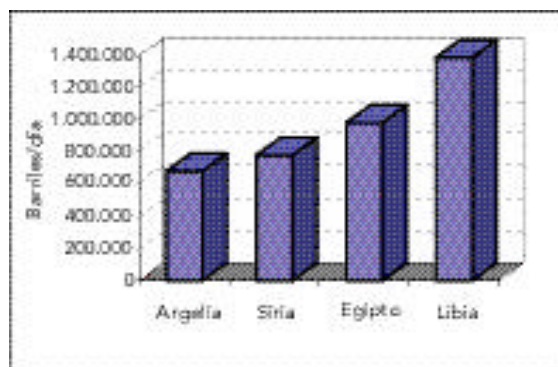
El tráfico por el eje mayor disminuye gradualmente a medida que se desplaza hacia el oeste y se ramifica hacia las terminales de descarga cerca del Pireo en Grecia, el Adriático septentrional, el Golfo de Génova y cerca de Marsella; lo intersectan las rutas de los petroleros que conectan las terminales de carga de Argelia y Libia (unas 100 MT) con los puertos petroleros del Mediterráneo septentrional (**Figura 3.19**).

La segunda ruta importante (actualmente usada sólo en parte debido al embargo iraquí) conecta las terminales de crudo del Golfo de Iskenderun y en el litoral de Siria con Gibraltar y los puertos septentrionales del Mediterráneo.

Una tercera ruta, desde el mar Negro a través del Estrecho de Estambul/mar de Mármara/Çanakkale (unas 70 MT) se dirige hacia el oeste para unirse al eje principal.

Figura 3.16

Producción de los principales países productores de petróleo en la región del mar Mediterráneo

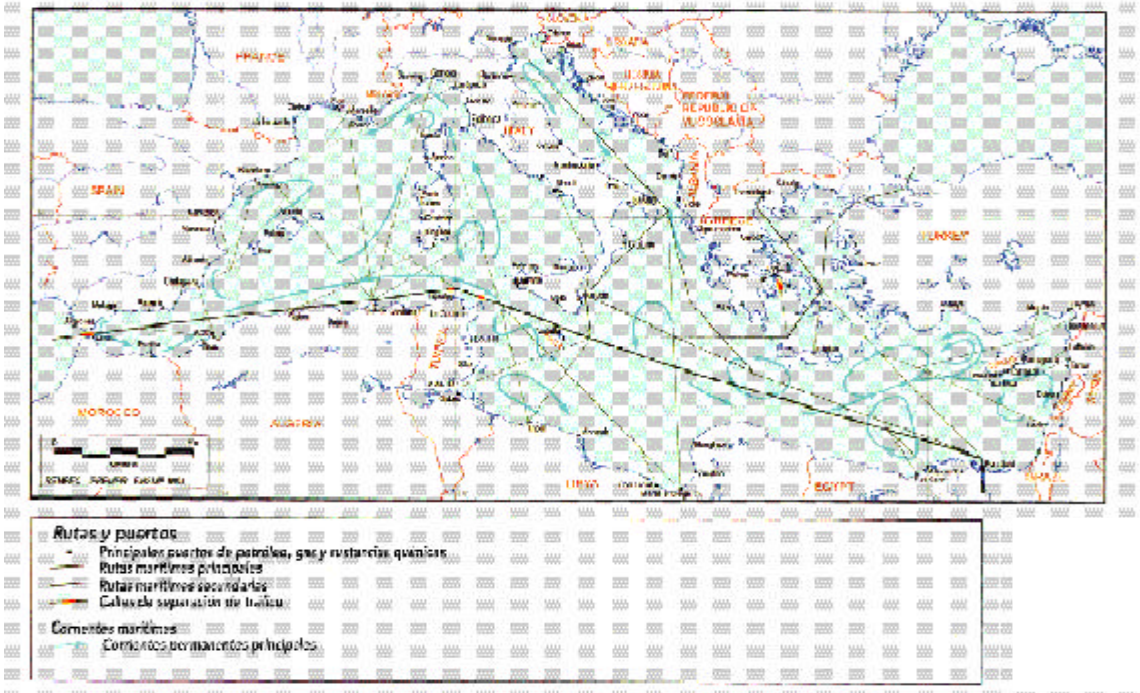


Yacimientos petrolíferos en países:

**Argelia:** Hassi Messaïoud (Norte), Hassi Messaoud (Sur), Tin Fouye Tabankort Ordo, Zarzaitine, Haoud Berkaioui/Ben Kahla, Rhourde Nouss, Alrar, Rhourde el-Baguel, El-Gassi el-Agreb, Ait Kheir, Hassi R'Mel  
**Siria:** Deir el-Zour, Karatchuk, Maleh, Qahar, Syan, Azraq, Tanak, Jafra  
**Egipto:** Belayim, Morgan, Badri, Ras Burdran  
**Libia:** Murzuk, Kabir, Bu Attifel, Bouri

Rutas y puertos de riesgo desde los países de producción, que unen sus yacimientos petrolíferos a sus refinерías y terminales portuarias o a otros países

Figura 3.17

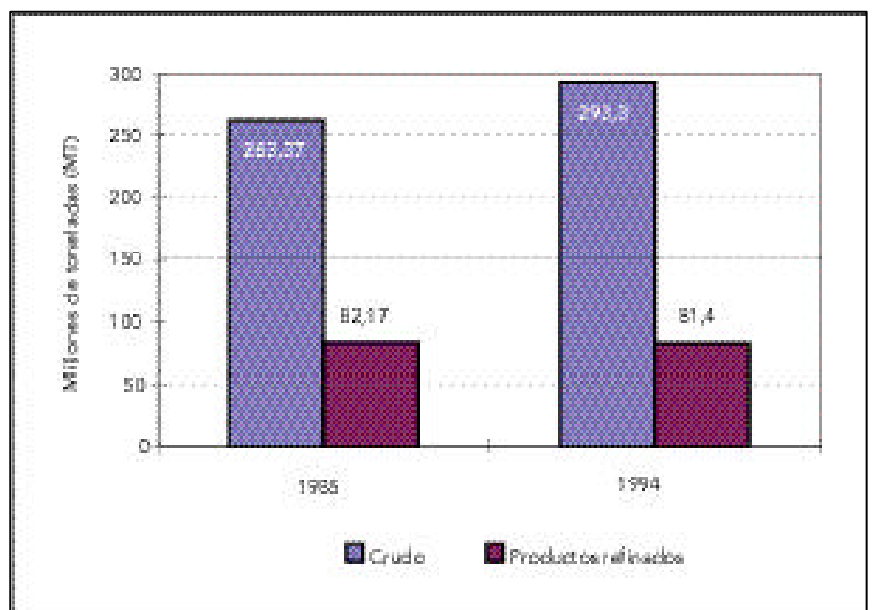


Fuente: PNUMA/OMI

En total, se calcula en 4.400-4.500 unidades el número anual de buques (que transportan crudo y productos refinados, con una carga de 50 MT) que atraviesan el estrecho de Gibraltar, es decir, aproximadamente una quinta parte del total mundial. La **Tabla 3.7** muestra las terminales de crudo más importantes de los 305 puertos distribuidos en torno al Mediterráneo.

Evolución real en el período 1985/1994 del comercio marítimo de petróleo en el Mediterráneo

Figura 3.18



Fuentes de datos: ECOMAR 1991; The Tanker Market (Drewry Shipping Consultant, 1996)

### 3.7.2. Presión del tráfico marítimo en relación con los accidentes marítimos

Anualmente ocurren en el Mediterráneo 60 accidentes marítimos por término medio, de los cuales 15 corresponden a buques que ocasionan vertidos de petróleo y químicos. Los puertos, las terminales de petróleo y sus alrededores suelen ser los lugares que corren más peligro (aproximadamente el 60%). La **Figura 3.20** muestra el número de accidentes importantes notificados en la región durante el período 1987-1996.

### 3.7.3. Daños ocasionados por los accidentes

Los daños ocasionados por los vertidos de petróleo son de dos clases: ecológicos y económicos, y abarcan una gama de impactos que no guardan necesariamente proporción con la cantidad de petróleo vertido. El alcance del impacto dependerá del lugar del accidente (en el mar o cerca de zonas urbanas o áreas recreativas del litoral),

del tipo de producto vertido y de su cantidad. En general, el impacto ecológico directo se ejerce principalmente sobre aves y mamíferos marinos y en menor grado sobre peces o invertebrados. Aunque no pueden extraerse conclusiones definitivas del número de accidentes, los datos disponibles indican un descenso global del número de vertidos accidentales de petróleo y de las cantidades de petróleo vertido en el Mediterráneo en la última década, así como un descenso sostenido desde 1991, cuando se vertieron más de 12.000 toneladas, de acuerdo con el REMPEC 1996.

Desde una perspectiva económica, las actividades afectadas más directamente suelen ser la pesca, la piscicultura y el turismo. La percepción del impacto económico y sobre el medio ambiente de los vertidos, la presión pública y en consecuencia la evaluación de los daños, dependerá en gran medida de la cobertura que haga la prensa del accidente y de la situación socioeconómica general del país afectado. En cuanto al riesgo de contaminación y evaluación prevista de daños, el Mediterráneo puede dividirse en tres categorías regionales: regiones importadoras, regiones exportadoras y regiones próximas a las rutas de navegación del petróleo. A la primera categoría pertenecen los siguientes países: Francia, Italia, España, Turquía, Israel, Grecia y Croacia. Los accidentes en estas regiones tendrán un gran impacto económico y servirán como modelo para futuros sucesos aná-

logos. En la segunda categoría se hallan Argelia, Egipto, Libia, Siria y Túnez. La presión pública no será la misma y los posibles daños serán subestimados. En el último grupo se hallan Albania, Chipre, Líbano, Malta, Marruecos y Eslovenia.

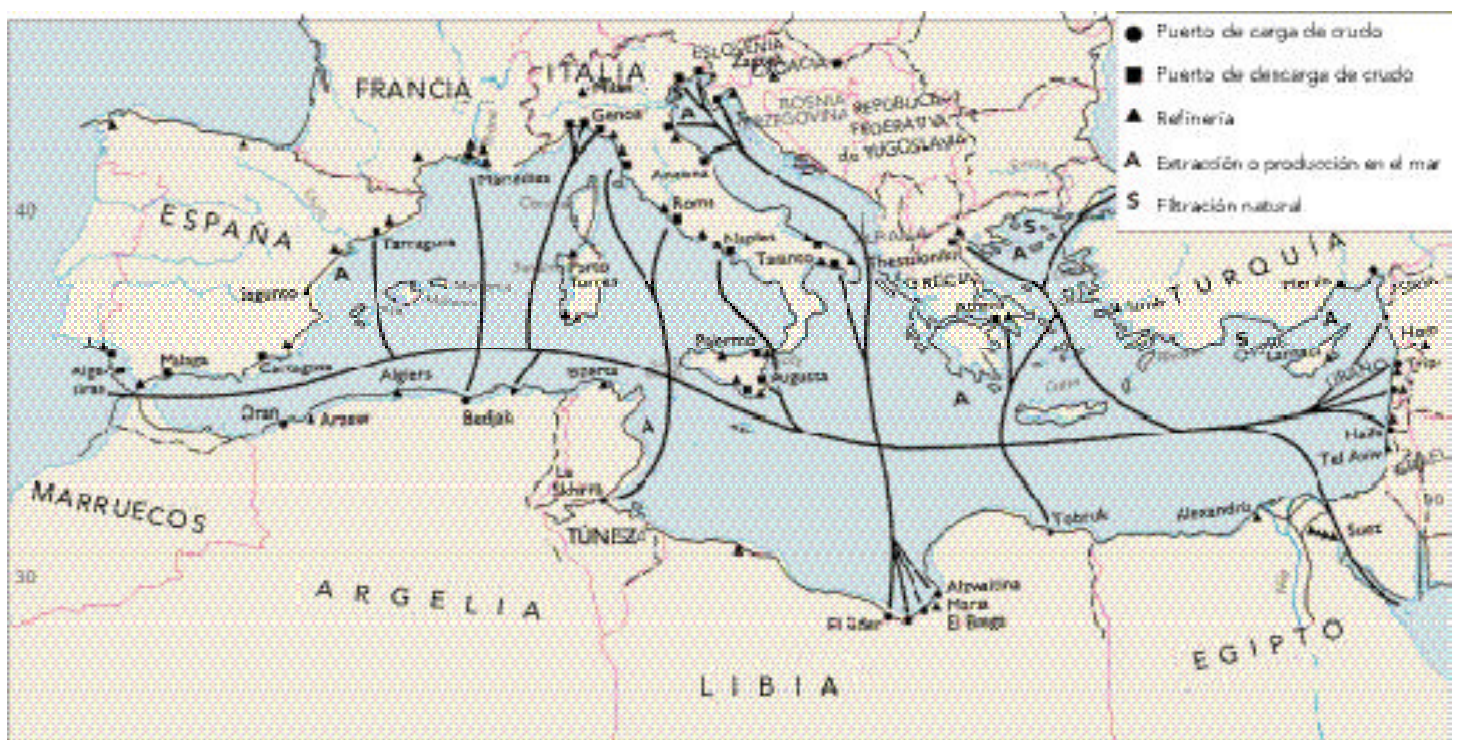
Entre 1987 y finales de 1996, se calcula que se vertieron en el Mediterráneo unas 22.000 toneladas de petróleo como consecuencia de accidentes de navegación. Esta cifra fue elaborada por el REMPEC en base a los informes sobre todos los vertidos accidentales en la región mediterránea, que recibe periódicamente de sus Centros de referencia nacionales y del Servicio de información de siniestros de Lloyd. Las cifras individuales correspondientes a cada año oscilan desde unas 12 toneladas registradas en 1995 hasta 13.000 toneladas aproximadamente en 1991 (**Figura 3.21**).

La mayor parte del petróleo vertido en el Mediterráneo en los últimos años pertenece a la categoría de petróleo persistente.

Debe mencionarse que el siniestro más importante acaecido en el Mediterráneo en el período de 1987-1996 fue el del "Haven", que se produjo el 11 de abril de 1991 a la altura de Génova, Italia, cuando el buque chipriota "Haven" se incendió y sufrió a continuación una serie de explosiones. Aunque se perdió la totalidad de la carga de aproximadamente 144.000 toneladas de crudo, la mayor parte se

Figura 3.19

Actividades de la industria petrolera en el mar Mediterráneo



quemó, calculándose en “más de 10.000 toneladas la cantidad de petróleo fresco y parcialmente quemado que se derramó en el mar” (Fondos IOPC, Informe anual, 1996).

El segundo accidente más importante que afectó al Mediterráneo durante ese período fue la colisión del “Sea Spirit” y el “Hesperus” en agosto de 1990, al oeste de Gibraltar, fuera del Mediterráneo. Este accidente provocó un vertido de unas 12.200 toneladas de crudo pesado, que penetró en el Mediterráneo al ser arrastrado por las corrientes y los vientos, y puso en peligro el litoral y el mar a la altura de Marruecos, España y Argelia.

Aunque en los últimos años se observa una tendencia a que los vertidos sean exclusivamente de petróleos persistentes, cada año se transportan 370 millones de toneladas por el Mediterráneo (en el comercio transfronterizo) y por tanto la contaminación accidental de petróleo ocasionada por la navegación ha contribuido sólo marginalmente al riesgo ecológico global, que suponen los hidrocarburos para el medio ambiente marino y litoral del Mediterráneo.

### 3.8. Vertido de aguas residuales

#### 3.8.1. Situación de las principales ciudades de litoral

En el marco del Programa MED POL, se recogió información de diferentes proyectos, concluidos o parcialmente concluidos, como el «Estudio sobre Fuentes de Contaminación Terrestres» (OMS/PNUMA, 1996b) y la «Identificación de Puntos de Alarma Prioritarios en el Mediterráneo» (OMS/PNUMA, 1997), acerca de las aguas residuales que vierten las principales ciudades del litoral Mediterráneo.

A pesar de los esfuerzos realizados para recopilar información adecuada, los datos son incompletos y abarcan sólo 68 de 86 ciudades con una población superior a los 100.000 habitantes, y 162 de 380 ciudades con una población entre 10.000 y 100.000 habitantes.

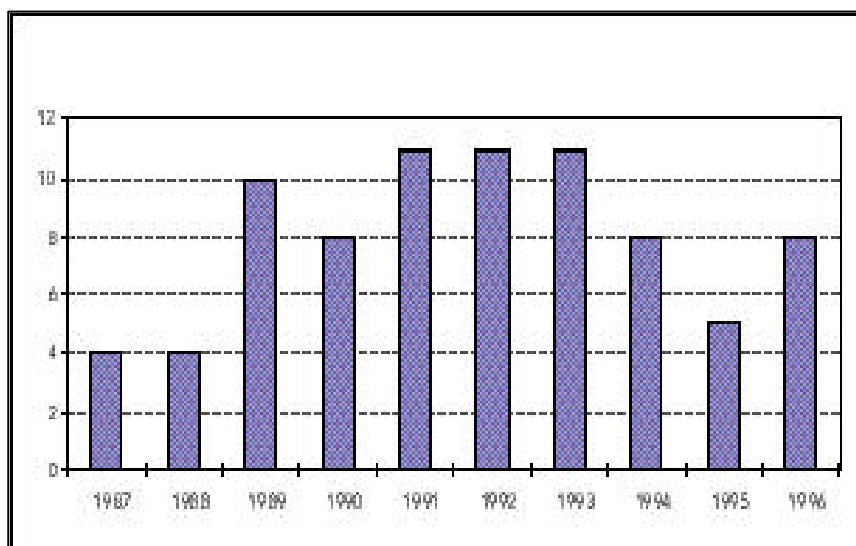
Las dificultades que planteó la recopilación de información a través de diferentes programas se ha reflejado en lo fragmentario de los datos, con hallazgos de escaso uso práctico. Para mejorar la situación, se ha iniciado una actividad sobre la situación de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el Mediterráneo.

Aunque se experimentan mejoras sustanciales en algunos países, según los datos procedentes de la OMS/PAM correspondientes a diez países mediterráneos, aproximadamente el 33% de la población no cuenta aún con tratamiento urbano de aguas residuales.

Principales terminales de carga y descarga de petróleo		Tabla 3.7	
Carga		Descarga	
Puertos	Carga, MT*	Puertos	Carga, MT
• Sidi Kerir y Suez	120+	• Marsella	40+
• Libia (Sirte, Es Sides, etc.)	60+	• Trieste	30+
• Cyhan	(nooperativo, embargo iraquí)	• Génova	20+
• Arzew	10+	• Siracusa	10+
		• Cagliari	10+
		• Pireo	10+

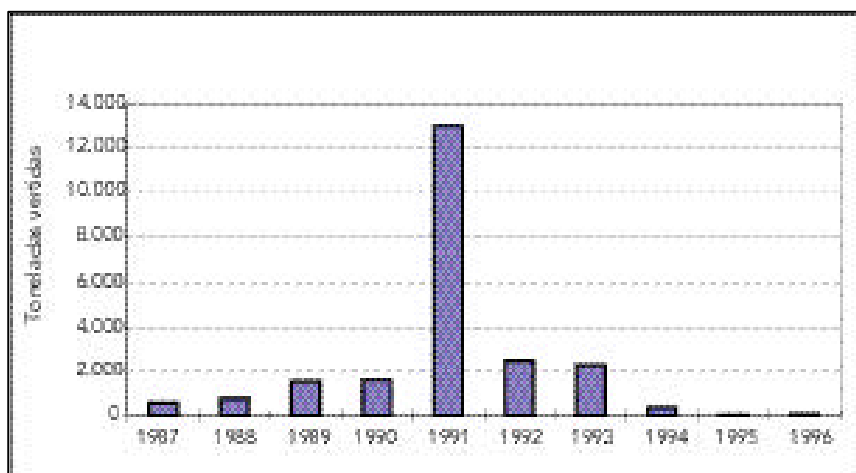
\* = Millones de toneladas

Número de accidentes por vertido de petróleo en el mar Mediterráneo (1987-96) Figura 3.20



Fuente: REMPEC

Cantidad de petróleo vertida en el mar Mediterráneo desde 1987 hasta 1996 Figura 3.21



Fuente: REMPEC

### 3.8.2. Población permanente e incremento estacional

En las ciudades del litoral, la población aumenta normalmente durante la temporada turística. El histograma de la **Figura 3.22** muestra la población permanente y la variación estacional debida al turismo en las ciudades del litoral de aquellos países mediterráneos cuyos datos han sido facilitados.

No todas las ciudades de litoral estudiadas cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales. La **Figura 3.23** muestra las ciudades equipadas con este tipo de plantas, independientemente del grado de tratamiento y según la población existente, mientras que la **Figura 3.24** proporciona una indicación del grado de tratamiento, si existe, expresado como porcentaje del número total de plantas de tratamiento.

### 3.8.3. Vertidos al mar

Todas las ciudades del litoral mediterráneo vierten sus efluentes, tratados y no tratados, en el medio ambiente marino, empleando desagües de modo apropiado o inapropiado. En ocasiones, los efluentes tratados son reciclados, especialmente para riegos.

La **Figura 3.25** muestra la cantidad de aguas residuales vertidas al mar cada año procedentes de ciudades litorales para las que la OMS/PAM dispone de datos, ya sean (a) tratadas, es decir en las cuales se ha reducido la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) en un porcentaje de 25% a 95%, según el método empleado, ya (b) sin tratar. Se muestra también la cantidad de aguas residuales tratadas y recicladas y que por lo tanto no son vertidas al mar. La proporción de aguas recicladas sigue siendo muy limitada (0,49 millones m<sup>3</sup>/año).

## 3.9. Vertidos a través de los ríos

### 3.9.1. Ríos principales y cargas de nutrientes

Se han identificado unos 80 ríos que contribuyen significativamente a los insumos contaminantes del Mediterráneo. Sin embargo, no todos ellos se vigilan para detectar los factores determinantes de la calidad del agua. Además, deben tenerse en cuenta las características especiales de la hidrología del Mediterráneo: es sumamente heterogénea y va del régimen alpino, con un caudal máximo a principios del verano, al régimen típicamente mediterráneo, de caudales altos en invierno, pasando por el régimen semiárido del litoral meridional, con un incremento gradual de la sequía veraniega y el desarrollo de crecidas episódicas. En estos casos episódicos, todos los metales, algunos microcontaminantes y algunos nutrientes y carbono orgánico, se adhieren a las partículas y son llevados al mar.

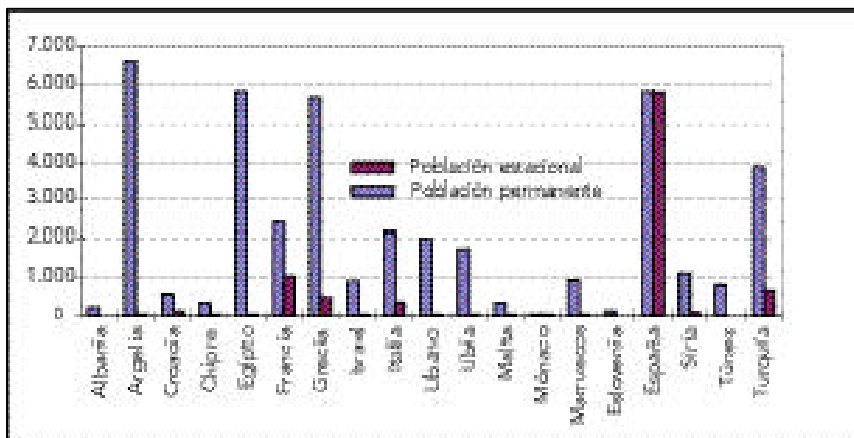
Los niveles de nutrientes hallados en los ríos mediterráneos son aproximadamente cuatro veces inferiores a los de los ríos de Europa occidental. En todos los casos documentados, aumentan los niveles de nitrato, aunque la tendencia del amoníaco es variable según el método de recogida y tratamiento de las aguas residuales que se aplique. Las concentraciones de fosfato pueden aumentar radicalmente, como se observa en Grecia, o sistemáticamente, como sucede en Francia. También pueden disminuir, si se imponen medidas de restricción a los fosfatos (prohibición del uso de fosfatos en los detergentes, como ocurre en Italia). Aunque efectivamente ocurren algunos casos locales de eutrofización de litoral (como en el Adriático septentrional), el cuerpo principal del Mediterráneo en su totalidad no ha sido seriamente amenazado por la eutrofización en las últimas décadas. Según el tamaño y la ubicación del río, las escalas de concentración son enormes, superiores a un orden de magnitud en el caso del nitrato y más en el caso del amoníaco y el fosfato.

### 3.9.2. Sustancias perjudiciales procedentes de los ríos

Los ríos mediterráneos están menos contaminados con metales pesados que la mayor parte de los ríos de Europa occidental, lo que puede deberse a la disolución por las fuentes urbanas e industriales de altos niveles de sólidos suspendidos en entornos sumamente erosivos (PNUMA/PAM, 1997). Los metales están estrechamente vinculados a las partículas, es decir, entre el 80% y el 90% de los metales pesados transportados por los ríos están en fase de partícula. Sus análisis indican que las variaciones naturales de los metales pesados pueden en ocasiones representar la duplicación de los niveles, en relación con los valores de referencia (análisis de río "prístino"), si bien por encima de este porcentaje de cambio existe la posibilidad de contaminación. Sin embargo, resulta muy difícil calcular las entradas de metales pe-

Figura 3.22

Variación estacional de la población en las ciudades incluidas en el estudio, por país

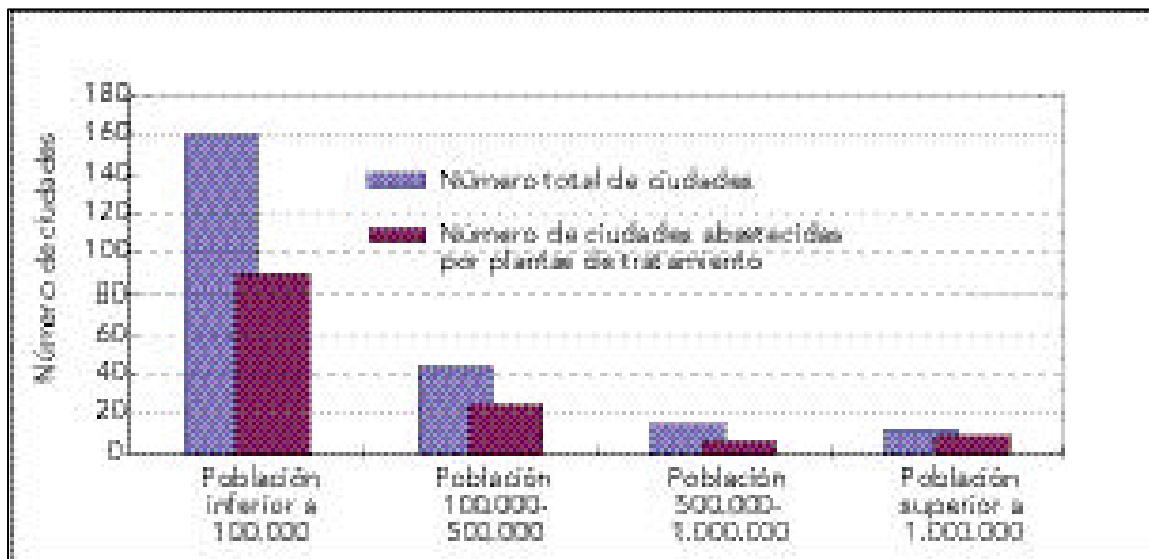




Número de ciudades equipadas con plantas de tratamiento

Figura 3.23

Fuente: OMS/PAM, 1996a



sados procedentes de ríos en el Mediterráneo: (i) muchos ríos aún no se vigilan para detectar metales asociados con partículas, o no son vigilados adecuadamente; (ii) se han alterado las entradas de agua, a veces drásticamente, como en el caso del Nilo; y (iii) los sedimentos fluviales, incluidos sus cargas de metales, se retienen ahora en presas.

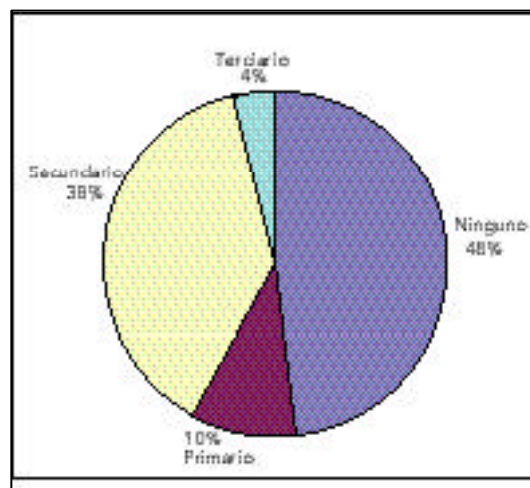
A pesar de la incertidumbre de los datos disponibles, cabe hacer algunas observaciones: (i) la mayor parte de los flujos de metales siguen estando asociados a partículas; (ii) es probable que las presas almacenen gran parte de los metales procedentes de actividades humanas; (iii) debido a esta retención, las entradas netas en el Mediterráneo son estables en el caso del cadmio, aunque pueden disminuir en el caso del cobre, plomo y zinc. El caso del mercurio es muy concreto debido a su considerable removilización durante la mezcla en los estuarios y/o en sedimentos depositados cerca de la orilla, lo que ocasiona un incremento doble del mercurio disuelto en la zona noroccidental del Mediterráneo (Cossa & Martin, 1991).

A pesar de su importancia, los microcontaminantes orgánicos vertidos por los ríos no son vigilados adecuadamente para evaluar las cargas. Sin embargo, la contaminación por productos industriales está documentada en el caso de los grandes ríos (Po, Ebro y Ródano), con referencia a los bifenilos policlorados (PCB), los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y los disolventes (Meybeck & Ragu, 1997).

Se han hallado pruebas de altas concentraciones de pesticidas (concentraciones >1 mg/L) en algunos estudios específicos y se cree que se dan en muchos ríos pequeños afectados por la agricultura intensiva. El tipo de pesticida hallado en los ríos puede variar mucho de un país a

Grado de tratamiento de las aguas residuales en las ciudades del litoral

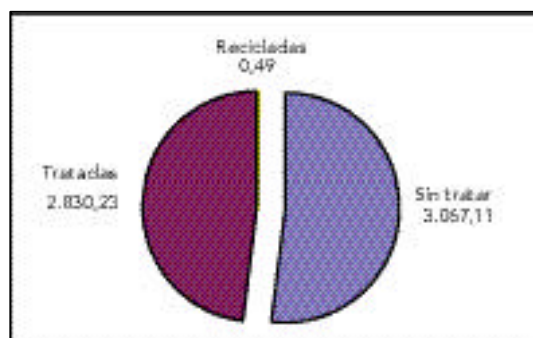
Figura 3.24



Fuente: OMS/PAM, 1996a

Cantidades anuales (millones de m<sup>3</sup>/año) de aguas residuales vertidas al mar desde las ciudades litorales según datos disponibles de la OMS/PAM

Figura 3.25



Fuente: OMS/PAM

otro, como también es probable que ocurra entre un río y otro.

La contaminación bacteriana oscila desde contaminación cero en unas pocas cuencas escasamente pobladas, hasta una cantidad enorme (>100.000 coliformes fecales/100 ml) en algunos ríos meridionales. En los ríos noroccidentales, la contaminación, aunque aún presente, ha disminuido notablemente a raíz de la aplicación general de la recogida y tratamiento de las aguas residuales en las dos últimas décadas.

Aunque los datos no están bien contrastados, las entradas de agua en el mar Mediterráneo han disminuido notablemente en los últimos 40 años, no sólo en el caso del Nilo (disminución de más del 90% probablemente), sino también en muchos otros ríos (disminución del 20 al 30%), debido a la construcción de diques y al regadío. Incluso el vertido del Ródano, una de las mayores entradas después de la del Nilo, ha disminuido más de 10 veces (90%). Las cuencas más afectadas por esta disminución son probablemente la zona sur del mar de Levante, mar de Alborán y zona suroccidental del Egeo, así como la zona central y septentrional del mar de Levante.

Es notable el impacto de los embalses sobre las cargas sedimentarias: en ocasiones se reducen en más de un orden de magnitud. Si se considera la disminución del vertido de agua del Nilo y la posible disminución de otros muchos ríos, es posible que la carga sedimentaria total al mar Mediterráneo se haya reducido en un 70% (lo que explicaría, en parte, la reducción de concentraciones de ciertos metales pesados).

Para entender mejor la situación actual y su evolución, deberían reformularse cuidadosamente los cálculos exactos de entradas fluviales en el Mediterráneo procedentes de cada subcuenca. Debería establecerse un registro de las 20 cuencas fluviales principales, que se actualizase cada 5 años e indicase atributos socioeconómicos simples relativos a la gestión del agua (tales como la población total de la cuenca, índice del uso del suelo, índices industriales, etc.). Por otra parte, es fundamental enumerar las pocas cuencas de ríos pequeños que aún se hallan en situación casi prístina para asegurar la conservación de los típicos ríos mediterráneos (Krka, Neretva, Tavignano, etc.). También será importante elaborar un inventario de ellos mediante la investigación a fondo de la calidad del agua.

La **Tabla 3.8** representa los principales ríos mediterráneos en orden decreciente en función de su vertido actual al mar y los ríos documentados en relación con nutrientes disueltos.

Carga de nutrientes disueltos en el mar Mediterráneo procedentes de los principales ríos mediterráneos

Tabla 3.8

Ríos	Caudal km <sup>3</sup> /año	Nitrato (N-NO <sub>3</sub> ) mg/l	Amonio (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) mg/l	Fosfato (P-PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ) mg/l	País
Po	48,90	2,03	0,21	0,084	Italia
Ródano	48,07	1,48	0,124	0,101	Francia
Drini	11,39				Albania
Neretva	11,01	0,269	0,029		Croacia
Buna	10,09				Albania
Ebro	9,24	2,3	0,167	0,029	España
Tevere	7,38	1,37	1,04	0,26	Italia
Adige	7,29	1,25	0,111	0,03	Italia
Seyhan*	11,30	0,43	0,7	0,14	Turquía
Ceyhan*	13,30	1,03	0,13	0,04	Turquía
Evros/ Meriç	6,80	1,9	0,05	0,36	Grecia/Turquía
Vijose	6,15				Albania
Isser	6,12				Argelia
Akheloos	5,67	0,60	0,035	0,02	Grecia
Ensenada Manavgat*	3,81	0,22			Turquía
Axios	4,90	1,584	0,065	0,48	Grecia
Buyuk Menderes*	0,40	0,75	0,33	0,07	Turquía
Mati	3,25				Albania
Volturno	3,10				Italia
Semani	3,02	0,24			Albania
Strymon	2,59	1,236	0,053	0,11	Grecia
Goksu*	3,60	0,59	0,18	0,06	Turquía
Brenta	2,32				Italia
Arno	2,10	0,912	0,042	0,50	Italia
Shkumbini	1,94	0,73			Albania
Gediz*		1,18	0,005	0,14	Turquía
Pescara	1,70				Italia
Krka	1,61	0,45	0,031	0,029	Croacia
Moulouya	1,58				Marruecos
Var	1,57	0,18	0,031	0,006	Francia
Reno	1,40				Italia
Aude	1,31	1,42	0,09	0,09	Francia
Cheliff	1,26				Argelia
Júcar	1,26				España
Aliakmon	1,17	0,395	0,05	0,10	Grecia
Nestos	1,03	1,24	0,071		Grecia
Herault	0,92	0,61	0,06	0,045	Francia
Orb	0,86	0,67	0,44	0,14	Francia
Ter	0,84		1,2		España
Piniós	0,672	2,32	0,167		Grecia
Llobregat	0,466	1,9	3,2	1,2	España
Metauro	0,43	1,36	0,0	0,005	Italia
Tet	0,40	1,8	1,5	0,47	Francia
Argens	0,38	0,74	0,09	0,11	Francia
Fluvia	0,36		0,054		Italia
Nilo	0,30*				Egipto
Besós	0,130	1,9	3,1		España
Kishon	0,063				Israel
Tavignano	0,06	0,34			Francia (Córcega)

Fuente: UNEP/MAP, 1997

## Nota:

\* Valores promedio en 1996, Ministerio de Energía y Recursos Naturales de Turquía.

\* Cálculos de descarga actual de las bifurcaciones de "Rosetta" y "Damieta".

**Bibliografía**

- Ackefors H. & Enell M. 1990. "Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas". *AMBIO*, 19:28-35.
- Albanis, T.A *et al.* 1997. *Assessment of the pesticide pollution and mass transportation in the Mediterranean Sea*.
- Albanis, T.A. *et al.* 1994. *Pesticide regulation and reduction programmes in Greece*. WWF Report. 9ZO510/01.
- Boudouresque, C.F, M. Avon & V. Gravez, eds. 1991. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*. GIS Posidonie, 448 páginas.
- Caddy, J.E & Sharp G.D. 1986. *An ecological framework for marine fishery investigations*. FAO Fish. Tech. Pap., 283: 152 páginas.
- Ceccarelli R. & Di Bitetto M. 1996. "La valutazione di impatto ambientale in sistemi di acquacoltura e tecniche di controllo dei nutrienti". *Biologia Marina Mediterranea*, 3 (1):398-399.
- CEFI, 1992. *La Méditerranée économique*. Premier rapport général sur la situation des riverains au début des années 90, Febrero de 1992.
- Cossa, D. & Martin J.M. 1991. "Mercury in the Rhône delta and adjacent marine areas". *Marine Chemistry*, 36:291-302.
- Dirección General de Pesca de la CE, 1995. *Aquaculture and the environment in the European Community*. 89 páginas.
- ECOMAR (1991). *Maritime Transport in the Mediterranean Sea and its consequences on the Environment*. Plan Azul, 1991.
- EIA (1996-1997). Energy Information Administration, - United States Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/>
- EIA (1996-1997). Energy Information Administration, United States Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/>
- FAO Aquacult-PC, edición de 1998
- FAO 1997. Fisheries Department. *Review of the state of world fisheries: marine fisheries*. FAO Circular sobre Pesca, No. 920, FAO, Roma.
- FAO (1994). *Información sobre pesca, Servicio de datos y estadísticas, Estadísticas de las flotas de pesca 1970, 1975, 1980, 1984-92*. FAO Boletín de Estadísticas de Pesca No. 34, FAO, Roma: 448 pp.
- FAO (1996). *Código de Conducta para la Pesca Responsable*. Roma, 1996.
- FAO Fishstat-PC, edición de 1998.
- FAO GKM-PC, edición de 1998.
- Fielding M. *et al.* 1991. "Pesticides in ground and drinking water", in: *Water Pollution Research*, Report 27, Comisión de las Comunidades Europeas.
- Galassi S. 1991. "Organophosphorus compounds in the river Po and in the northern Adriatic Sea". *Toxic. Environ. Chem.*: 31-32.
- Hall P.O.J., Holby O., S. Kollberg, & Samuelson M.-O. 1992. "Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen". *Mar Ecol. Prog. Ser.* 89:81-91.
- Holby O. & Hall P.O.J. 1991. "Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus". *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 70:263-272.
- IOPC Fund (International Oil Pollution Compensation Fund). *Annual Report, 1996*. International Maritime Organization (IMO).
- Lleonart J. & Recasens L. 1996. "Fisheries and the environment in the Mediterranean Sea". In: *Resource and environmental issues relevant to Mediterranean fisheries management*. J. F. Caddy (ed.). FAO GFCM Studies and Reviews, 66:5-18.
- Meybeck M. & Ragu A. 1997. *River discharges to the oceans: an assessment of suspended solids, major ions and nutrients*. PNUMA, Environment Information and Assessment, Abril de 1997.
- Northridge S.R 1984. *World review of interactions between marine mammals and fisheries*. FAO Fish. Pap., 251:190 pp.
- OECD, 1997. *OECD Environmental Data Compendium*. OECD, Paris, Francia.
- OMS 1990. *Tributyltin Compounds*. OMS Report No. 116, 273 pp.
- OMS/PNUMA, 1996a. *Assessment of the state of microbiological pollution of the Mediterranean Sea*. PAM Serie de Informes Técnicos No. 108, PAM, Atenas.
- OMS/PNUMA, 1996b. *Survey of pollutants from land-based sources in the Mediterranean*. PAM Serie de Informes Técnicos No. 109, PAM, Atenas.
- OMS/PNUMA, 1997. *Identification of priority, pollution hot spots and sensitive areas in the*

*Mediterranean*. Documento PNUMA (OCA) MED IG. 11 /Inf. 8, UNEP, Atenas.

PAP/PAM. 1997. *Guidelines for carrying capacity assessment for tourism in Mediterranean coastal areas*. 51 pp.

PNUMA/PAM 1996. *The State of the Marine and Coastal Environment in the Mediterranean Region*. PAM Serie de informes técnicos N° 100.

PNUMA/PAM, 1997. Proyecto "Transboundary Diagnostic Analysis for the Mediterranean" (TDA MED). Documento. PNUMA (OCA) MED IG 11 /Inf. 7 presentado a la X Asamblea Ordinaria de los Partícipes en el Convenio de Barcelona. Túnez. 18-21 Noviembre 1997, 125-137.

Provini, A. *et al.* 1991. "Pesticide contamination in some tributaries of the Tyrrhenian Sea" *Toxicol. Environ. Chem.*, 31-32.

Reglamento (CEE) n° 170/83 del Consejo, de 25 de enero de 1983, por el que se constituye un régimen comunitario de conservación y de gestión de los recursos de la pesca (DO L 24, 27.1.1983).

Reglamento (CE) n° 1626/94 del Consejo, de 27 de junio de 1994, por el que se establecen determinadas medidas técnicas de conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo (DO L 171, 6.7.1994).

Reglamento (CE) n° 1075/96 del Consejo, de 10 de junio de 1996 que modifica el Reglamento (CE) n° 1626/94 por el que se establecen determinadas medidas técnicas de conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo (DO L 142, 15.6.1996).