

5. Sensibilidad de los ecosistemas e impactos

En esta sección se abordan la sensibilidad de los ecosistemas y los impactos que reciben a consecuencia del cambio climático, los cambios en la biodiversidad y los riesgos para la salud de ciertos impactos de origen humano.

Entre los mayores riesgos potenciales del cambio climático se encuentra el impacto en el litoral que provocaría la elevación del nivel del mar. El tema se trata con ayuda de estudios de casos específicos, preparados por el Centro de Actividades del Programa de Océanos y Litorales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en colaboración con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO. Se trata de evaluar sistemáticamente los probables impactos del cambio climático en algunas áreas geográficas. Respecto al Mediterráneo, la evaluación de los impactos potenciales del cambio climático, según los estudios de casos llevados a cabo en la región, incluye el efecto de los cambios de temperatura y humedad atmosféricas y de la precipitación, así como los acontecimientos extremos (sequías e inundaciones) y los cambios inducidos por la elevación del nivel del mar. Se comentan también las respuestas, junto con la evaluación de riesgos y la planificación, y se presentan datos de investigaciones recientes del mar Mediterráneo.

Los cambios en la biodiversidad y en los ecosistemas tienen en cuenta los efectos de las perturbaciones directa o indirectamente resultantes de actividades antrópicas. Se describen los efectos debidos a la contaminación, la sobreexplotación de los recursos marinos, la erosión, los cambios climáticos (p.ej., el efecto invernadero) y la introducción de especies foráneas.

Se comentan también los riesgos para la salud humana derivados de la contaminación (microbiológica, del marisco y pescado) del mar Mediterráneo y se examinan otros riesgos.

5.1. Cambio climático

El Convenio Marco de la ONU sobre el Cambio Climático (uno de los principales resultados de la CNUMAD celebrada en Río) implica, para los países que lo han ratificado, el compromiso de desarrollar herramientas específicas de evaluación ambiental y socioeconómicas con objeto de definir los impactos, a escala nacional, de

las consecuencias de ese cambio (Carter *et al.*, 1994).

Las variaciones en el clima mundial se reflejarán también en la región mediterránea. Pese a la incertidumbre existente sobre la forma que adopte el cambio climático, éste afectará al ambiente y a las actividades socioeconómicas de la región. Sus posibles impactos pueden manifestarse en forma de sequía, deterioro de la calidad de las aguas, inundaciones, cambios en las formas de erosión del suelo y de las costas, desertización, tipología de las tormentas, cambios en la temperatura y salinidad del agua del mar, elevación de su nivel y disminución de la biodiversidad. La mayoría de los autores concluyen que estos impactos vendrán a agravar los problemas ya existentes, que son cada vez más serios en algunos países costeros (PNUMA, 1992). La gravedad de las consecuencias dependerá en parte de las medidas de adaptación que se apliquen en los próximos años y décadas.

La capacidad de diseñar escenarios futuros y la coherencia entre los datos recogidos y las simulaciones realizadas está evolucionando y perfeccionándose rápidamente, gracias a la mejora de los métodos de investigación y modelización aplicados. Aunque los efectos sobre el medio ambiente mediterráneo pueden predecirse en su mayor parte, como ya se ha mencionado, los datos a escala de toda la zona siguen siendo poco fiables para la evaluación y solución de problemas prácticos. Para obtener información más completa y un cuadro más coherente de la situación en toda la región, sería preciso ampliar a otras variables el programa de vigilancia y recopilación de datos sobre la región mediterránea, habitualmente centrado en temperaturas y precipitaciones (Casaioli y Sciortino, 1997).

5.1.1. Elevación del nivel del mar: un problema mundial

Aunque los impactos del cambio climático siguen midiéndose básicamente por las variaciones en la temperatura y en la precipitación, en la gestión de las zonas litorales el aspecto más importante probablemente sea la predicción de la elevación del nivel del mar relacionada con ese cambio. Desde la perspectiva de la gestión de las zonas litorales, ha de considerarse tanto la velocidad futura con que tendría lugar la elevación relativa (local) y absoluta del nivel del mar, como el hundimiento y la elevación

de las zonas continentales, que pueden ser fenómenos de mayor importancia a escala local (Nicholls y Leatherman, 1995).

Las zonas litorales seguirán registrando cambios. El grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) concluyó que: “...se espera que aumente el nivel medio del mar como resultado de la expansión térmica de los océanos y la fusión de glaciares y casquetes polares”. En el escenario IS92a, tomando los valores de la ‘mejor estimación’ de la sensibilidad del clima y de la fusión del hielo ante el calentamiento, y considerando los efectos de los cambios futuros en las concentraciones de aerosoles, los modelos prevén una elevación del nivel del mar de unos 50 cm desde la actualidad hasta el año 2100. Esta cifra es casi un 25% inferior a la ‘mejor estimación’ hecha en 1990, debido en parte a la menor temperatura estimada y a las mejoras introducidas en los modelos climáticos y de fusión del hielo. Combinando el escenario de las menores emisiones (IS92c) con una sensibilidad ‘baja’ del clima y la fusión del hielo, y considerando el efecto de los aerosoles, se estima una elevación esperada del nivel del mar de unos 15 cm desde la actualidad hasta el año 2100. Combinando el escenario de emisiones más altas (IS92e) y sensibilidades ‘altas’ del clima y la fusión de los hielos, la elevación del nivel del mar resultante sería de unos 95 cm desde la actualidad hasta el año 2100.

Los cambios regionales en el nivel del mar pueden diferir del valor medio mundial debido a movimientos terrestres o a cambios en las corrientes oceánicas (IPCC, 1996). Por lo demás, al igual que ocurre con las predicciones mundiales, las regionales pueden utilizarse sólo para dar directrices políticas generales. Únicamente los estudios de una zona específica pueden servir de base para la adopción de medidas y decisiones prácticas en materia de política y gestión de ese lugar concreto.

La afirmación precedente es especialmente cierta cuando se evalúa el impacto del cambio climático futuro debido a la influencia de factores geográficos locales en las pautas de precipitación y temperatura y en el microclima, o, en lo que concierne al nivel del mar, a los movimientos tectónicos, la compactación de los sedimentos y la extracción de petróleo, gas y agua, que pueden causar cambios locales de varios órdenes de magnitud mayores que la elevación media mundial del nivel del mar.

El Centro de Actividades del Programa de Océanos y Litorales del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en colaboración con la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO, lanzó, a finales de 1987, un método sistemático para evaluar el impacto probable del cambio

climático en las zonas geográficas amparadas por el Programa de Mares Regionales patrocinado por el PNUMA. A principios de 1995 se habían creado 11 equipos de trabajo para las regiones incluidas en el Programa (Mediterráneo, Caribe, sur del Pacífico, mares del este y del sur de Asia, sudoeste del Pacífico, África occidental y central, África oriental, Golfo de Persia/Arabia, mar Negro y mar Rojo).

El impacto físico de la elevación del nivel del mar en las tierras bajas del litoral mediterráneo puede predecirse, y hasta modelizarse cuantitativamente, partiendo de los datos actualmente disponibles y de información geomorfológica, hidrodinámica, contenido de los sedimentos, hundimiento de la tierra y efecto de estructuras artificiales. Los efectos de la elevación del nivel del mar son más fáciles de predecir, aunque no se conozca la magnitud de la misma. El aumento global del nivel del mar de 16 cm en el año 2030 y de 48 cm en el año 2100 supuesto por Wigley y Raper (1992), ha sido modificado con la información disponible sobre las tendencias tectónicas locales, movimientos de tierras y tendencias anteriores del nivel relativo del mar. Considerando las tendencias del pasado (Jeftic *et al.*, 1992) y las previsiones sobre la elevación mundial del nivel del mar según el escenario intermedio de IPCC, es probable que en la región mediterránea esta elevación sea similar a la media mundial –unos 96 cm en el año 2100 (Jeftic *et al.*, 1992; Warrick *et al.*, 1996). Probablemente las regiones más afectadas sean los grandes deltas del Nilo, Tesalónica y Venecia, que ya están sumergiéndose. Por otra parte, es posible que Oriente Próximo y Alejandría registren elevaciones menores, puesto que la tierra parece estar elevándose ligeramente (Karas, 1997).

Entre las consecuencias más probables de la elevación del nivel del mar pueden citarse las siguientes: un mayor impacto directo de las olas en las costas expuestas (p. ej., barrera costera de la laguna de Venecia, playas turísticas del Delta del Ródano) y en las instalaciones portuarias (p. ej., Alejandría, Port Said, La Golette-Túnez); una mayor frecuencia e intensidad de las inundaciones en estuarios, canales y lagunas, con consecuencias que podrían ser graves para la agricultura, la acuicultura, los recursos pesqueros de las lagunas y la vida silvestre (p. ej., delta del Ebro e Ichkeul/Bizerta), y un agravamiento de los problemas actuales de erosión litoral (p. ej., deltas del Nilo y el Ródano).

Por su parte, la intrusión del agua marina en los acuíferos costeros se intensificará con la elevación del nivel medio del mar y agravará los problemas generalizados ya existentes en el abastecimiento de agua dulce para algunas poblaciones situadas a lo largo del litoral mediterráneo (p. ej., Malta).

5.1.2. Impactos y respuestas posibles al cambio climático en la región mediterránea

En el marco del estudio regional del Mediterráneo se prepararon seis estudios de una zona específica durante el período 1988-1989 (deltas de los ríos Ebro, Ródano, Po y Nilo; golfo Termaico y lagos Ichkeul/Bizerta). Los resultados definitivos de ese trabajo fueron publicados por Jeftic *et al.* (1992). Como continuación de los estudios finalizados en 1989, en el período 1990-1993 se realizaron otros cinco estudios de zonas mediterráneas específicas: isla de Rodas (PNUMA, 1994a), bahía de Kastela (PNUMA, 1994b), costa de Siria (PNUMA, 1994c), archipiélago de Malta (PNUMA, 1994d) y archipiélago Cres-Losinj (PNUMA, 1994e). También se realizaron otros tres estudios (región de Fuka-Matrouh en Egipto, costa de Albania, región de Sfax en Túnez) en el marco más amplio de los programas de gestión de las zonas costeras (PGZC) del Plan de Acción Mediterráneo, patrocinado por el PNUMA.

Una vez concluidos los primeros seis estudios de casos específicos, pudieron completarse tanto el escenario que abarca toda la cuenca mediterránea (Palutikof *et al.*, 1992) como otros escenarios más específicos a escala local y subregional.

Según los estudios realizados, los impactos potenciales del cambio climático en la región mediterránea se deben a cambios en la temperatura, la precipitación y la humedad, así como a acontecimientos extremos (sequías e inundaciones) y elevación del nivel del mar. En la **Tabla 5.1** se muestran los impactos potenciales del cambio climático en la región mediterránea.

Establecidos los riesgos potenciales, las principales respuestas posibles identificadas en los estudios revelaron que, en principio, las recomendaciones realizadas sirvieron de poco a los responsables de la formulación de políticas y de la toma de decisiones, puesto que insistían fundamentalmente en la necesidad de modelos mejores, mayor vigilancia, información y bases de datos, evaluación del riesgo y creación de escenarios (**Tabla 5.2**). Posteriormente se propusieron respuestas más concretas, entre ellas la necesidad de introducir cambios en los códigos y normas aplicables, por ejemplo, a las obras de construcción e ingeniería, y la necesidad de considerar los impactos potenciales identificados en los planes futuros de ordenación y gestión de las zonas y recursos del litoral (**Tabla 5.2**).

5.1.3. Previsión de la elevación del nivel del mar en la región del Mediterráneo

Todas las estimaciones actuales del mar Mediterráneo utilizan modelos matemáticos basa-

dos en el análisis de series históricas de datos climáticos que, en el mejor de los casos, abarcan sólo 100 años. Este limitado período de observación y recogida de datos se considera inadecuado para una evaluación precisa.

Más recientemente se han utilizado estudios paleoclimáticos con técnicas de datación basadas en isótopos de carbono, aplicadas a conchas de moluscos recogidas en costas levantadas, junto con los modelos basados en datos climáticos, para hacer una doble comprobación y reducir las amplias oscilaciones que se encuentran en los escenarios anticipados por los modelos actuales. Los estudios paleoclimáticos proporcionan curvas ascendentes basadas en datos de indicadores geológicos que tienen una conexión segura con el nivel del mar y que se han recogido en áreas tectónicamente estables¹.

Procediendo de esa forma, se ha obtenido la serie cronológica más reciente de la elevación del nivel del mar durante el Holoceno², que comprende nuestros días, por medio de la datación de fósiles o arrecifes de coral (Bard *et al.*, 1990). El objetivo de esta técnica paleoclimática es permitir una reconstrucción que tenga también en cuenta las fluctuaciones naturales (frente a las variaciones causadas por las actividades humanas) durante un largo período, como base más correcta para un modelo realista de predicción del futuro.

Recientemente se ha realizado una investigación similar en la región mediterránea aplicando técnicas de datación cada vez más precisas a sitios sumergidos de interés arqueológico y espeleológico, y ha sido posible reconstruir, manejando numerosos datos sometidos a doble comprobación, series cronológicas detalladas de la elevación del nivel del mar, que ofrecen una buena base para la elaboración de escenarios futuros a corto plazo (año 2100) (Alessio *et al.*, en prensa; Antonioli *et al.*, 1994).

Las investigaciones sobre las variaciones en el nivel del mar responden a la necesidad de conocer y evaluar el impacto ambiental concreto que resultaría de su elevación en el Mediterráneo. También han de evaluarse los impactos socioeconómicos en las zonas litorales, principalmente en las llanuras costeras y los deltas, que corren un riesgo especial.

Aunque nadie cuestiona la elevación del nivel del mar en el próximo siglo, la magnitud de la misma sigue siendo objeto de una gran controversia. Tanto los datos climáticos como los modelos de predicción a los que se incorporan esos datos siguen siendo los puntos débiles de la evaluación del futuro impacto ambiental del cambio climático en los litorales.

¹ Zonas que no registran movimientos de la corteza terrestre.

² El Holoceno es la era más reciente y abarca los últimos 10.000 años; el Holoceno tardío abarca aproximadamente los últimos 3.000 años, hasta la actualidad.

Tabla 5.1	Principales impactos potenciales identificados en los estudios
Delta del Ebro, España	mayor erosión de las costas; remodelación del litoral; pérdida e inundación de humedales; menor productividad de los recursos pesqueros
Delta del Ródano, Francia	erosión de zonas inestables o amenazadas del litoral; reducción de humedales y terrenos agrarios; mayor impacto de las olas, mayor salinización de los lagos costeros; desestabilización de las dunas; intensificación del turismo
Delta del Po, Italia	episodios más frecuentes de inundación y elevación de las aguas; mayor erosión de las costas; retroceso de las dunas; daños en la infraestructura costera; menor infraestructura cerca de la costa; salinización de los suelos; alteración de los vertidos estacionales al agua, reducción del mezclado del agua y de la producción primaria cerca de la costa; aumento de la anoxia en el agua del fondo
Delta del Nilo, Egipto	mayor erosión de las costas; sumersión de defensas costeras y mayores inundaciones; daños en la infraestructura de puertos y ciudades; retroceso de barreras de dunas; menor humedad del suelo; mayor salinidad del agua de suelos y lagunas; menor producción de recursos pesqueros
Ichkeul-Bizerta, Túnez	mayor evapotranspiración y consiguiente disminución de la humedad del suelo, menor fertilidad de los lagos y mayor salinidad; aumento de la salinidad de los lagos y desplazamiento de la fauna pesquera marina; menor extensión de los humedales y destrucción del hábitat de aves acuáticas
Golfo Termaico, Grecia	inundación de tierras bajas del litoral; penetración de agua salada en los ríos; inundación de pantanos; mayor estratificación del agua del mar y anoxia en el fondo; menor escorrentía fluvial, salinización del agua subterránea; menor fertilidad de los suelos; daños en las estructuras protectoras del litoral; extensión de la temporada turística
Isla de Rodas, Grecia	mayor erosión de las costas; salinización de los acuíferos; mayor erosión del suelo
Archipiélago de Malta, Malta	salinización de los acuíferos; mayor erosión del suelo; destrucción de hábitats de agua dulce; mayor riesgo para la salud humana, el ganado y las cosechas por patógenos y plagas
Bahía de Kastela, Croacia	inundación del manantial de Pantana y el estuario de Zrnovica, mayor salinización de estuarios y aguas subterráneas; afección de los servicios e infraestructuras de la costa; deterioro acelerado de edificios históricos; aumento del consumo doméstico, industrial y agrario de agua
Costa siria, Siria	mayor erosión del suelo; modificación de la cubierta vegetal debida a la creciente aridez; mayor salinización de los acuíferos; erosión de playas y daños en estructuras costeras y asentamientos humanos a consecuencia de fenómenos tormentosos excepcionales
Cres-Losinj, Croacia	mayor salinización del lago Vrana; extensión de la temporada turística; mayor riesgo de incendios forestales
Costa albanesa, Albania	salinización de los acuíferos costeros y escasez de agua potable de calidad adecuada; erosión del suelo; extensión de la sequía estival; ampliación de la temporada turística
Fuka-Matrouh, Egipto	mayor evapotranspiración y menor precipitación; extensión del período árido estival; mayor erosión de las costas; inundación de la parte oriental; menor fertilidad del suelo
Área costera de Sfax, Túnez	salinización del agua subterránea, aumento de la precipitación; posible inundación

Fuente: PNUMA/PAM

La serie cronológica de la **Figura 5.1**, basada en datos paleoclimáticos del Mediterráneo, indica una disminución significativa de la velocidad de elevación del nivel del mar, al final del Holoceno, de 12-15 cm en los últimos 100 años (Pirazzoli, 1991). La velocidad de elevación había sido mucho mayor con anterioridad (Antonioli *et al.*, en prensa). Aun considerando una influencia antrópica en el cambio climático capaz de duplicar esa velocidad de cambio, el escenario de la elevación del nivel del mar para el año 2100 debe situarse en el rango de 12 a 30 cm. Este escenario, basado en datos de investigaciones recientes en el Mediterráneo, también es compatible con el rango inferior de la previsión del IPCC (20 cm) y con los modelos más recientes, basados en las velocidades de fusión de los glaciares, que prevén una elevación del nivel del mar entre 9 y 30 cm para el año 2100 (Gregory y Oerlemans, 1998).

5.1.4. Evaluación de riesgos y planificación ante la elevación del nivel del mar

Pese a que sigue siendo incierto el grado de elevación del nivel del mar en el futuro, existe una tendencia al aumento. Para minimizar los impactos de la elevación natural o acelerada de ese nivel se necesita una estrategia integrada de gestión de las zonas litorales. Las estrategias sectoriales para hacer frente al impacto del cambio climático no conseguirán solucionar con éxito tales problemas a largo plazo. Para evitar o mitigar el posible impacto de los cambios climáticos previstos, la alternativa política más prometedora es la aplicación generalizada de una estrategia integrada de planificación y gestión de los litorales que tenga en cuenta, entre otros factores, las tendencias a largo plazo de las condiciones climáticas. En ese contexto, tendrán que revisarse los planes nacionales de desarrollo socioeconómico a largo plazo, para tener en cuenta no sólo las tendencias que ya son evidentes y los recursos actualmente disponibles, sino la influencia que puede tener

Principales medidas potenciales de respuesta identificadas en los estudios

Tabla 5.2

Delta del Ebro, España	estudio de los procesos costeros, establecimiento de series de datos a largo plazo; evaluación de posibles cambios en las poblaciones de insectos plaga; redefinición de la unidad de gestión del Ebro; reevaluación de los planes existentes de desarrollo del delta a la vista de los hallazgos del caso práctico
Delta del Ródano, Francia	áreas de riesgo; identificación de indicadores naturales de vulnerabilidad y plantas adecuadas para frenar la erosión; construcción de un modelo de respuesta del sistema biológico a diferentes condiciones medioambientales
Delta del Po, Italia	análisis de futuras tendencias y preparación de escenarios
Delta del Nilo, Egipto	condiciones; establecimiento de una base de datos para futuros fines de la planificación
Golfo Termaico, Grecia	reajuste de las actuales defensas contra inundaciones; posible inundación de la bahía de Tesalónica y control técnico del nivel del agua
Isla de Rodas, Grecia	reajuste de las normas de construcción en la costa; gestión de los recursos hídricos y exploración de recursos hídricos adicionales; repoblación forestal; estudio de las consecuencias de los cambios en la temporada turística y los servicios en relación con la economía y la población de la isla
Archipiélago de Malta, Malta	posible impacto del cambio climático; evaluación al detalle del impacto de la elevación del nivel del mar y de los cambios climáticos locales en los acuíferos; prevención de la erosión del suelo manteniendo los actuales muros y sistemas de terrazas y plantando árboles; evaluación de la vulnerabilidad de los seres humanos, el ganado y los cultivos al futuro aumento de plagas y patógenos
Bahía de Kastela, Croacia	proyectos de construcción en la región; reevaluación de los planes existentes de uso del suelo y de las políticas de ordenación para la construcción; revisión de las principales políticas y programas de medidas para reducir el riesgo de inundaciones
Costa siria, Siria	elaboración de planes de gestión del agua, solución de los problemas de erosión del suelo y de la costa y del aumento de la salinización; programas de vigilancia y creación de un banco de datos sobre la vegetación natural y cultivada
Cres-Losinj, Croacia	tierras del interior; reposición artificial de los acuíferos kársticos subterráneos durante la prolongada estación veraniega; elevación de las estructuras de defensa de las costas con el fin de proteger edificios y estructuras existentes que tienen algún valor; revisión periódica de los planes de desarrollo físico y urbano; evaluación de la necesidad de ampliar la temporada turística a la vista de la demanda de espacio y servicios adicionales; aplicación de medidas protectoras para prevenir incendios forestales
Costa albanesa, Albania	prevención de los impactos climáticos; sistema de vigilancia e inventarios locales de impactos
Fuka-Matrouh, Egipto	fomento de la vegetación tolerante a la sequía; gestión del agua dulce
Sfax, Túnez	gestión de los recursos hídricos; prohibición de desarrollo agrario; replantación de la zona litoral con especies apropiadas

Fuente: PNUMA/PAM

el cambio climático en ellas y en la utilización de recursos. Aparte de la posibilidad de 'no hacer nada', se han definido tres respuestas planificadas que difieren conceptualmente (IPCC, 1992):

- retroceso planificado: se permite que la tierra vaya retrocediendo progresivamente con una pérdida mínima de la infraestructura asociada;
- adaptación: se cambia la forma de uso del suelo al elevarse el nivel del mar; p. ej., construyendo los edificios sobre pilares por encima de los nuevos niveles de inundación;
- protección: construcción de diques de contención, malecones, playas artificiales, etc.

Hasta hace poco, lo habitual era no hacer nada o bien aplicar una estrategia de adaptación o de protección, como reflejo de la tendencia a un enfoque reactivo del cambio, principalmente debido a una idea equivocada del cambio y la vulnerabilidad.

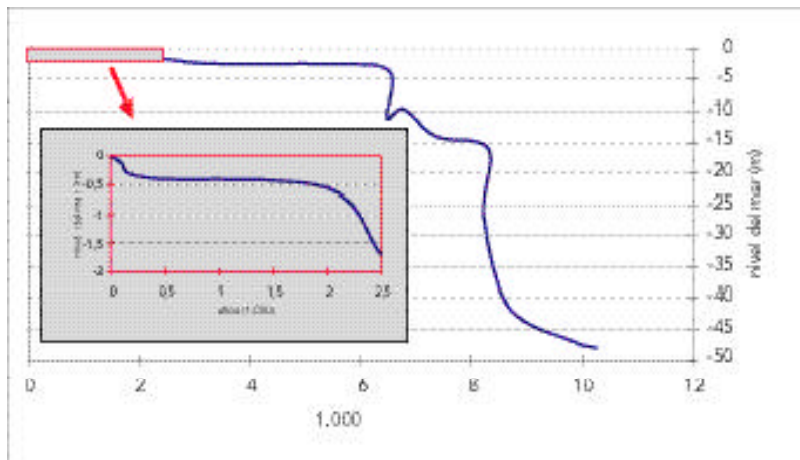
En el futuro deben evitarse las respuestas reactivas al fenómeno de la elevación del nivel del mar. El riesgo cada vez mayor de que ocurra una catástrofe puede mantenerse a un nivel aceptable con la adopción de medidas preventivas, como la construcción de diques o la planificación del uso del suelo; por tanto, el análisis del riesgo probablemente se convertirá en una herramienta importante para la planificación de los litorales (Nicholls y Leatherman, 1995). También es muy importante sensibilizar a la opinión pública sobre los problemas que pueden ir asociados a los cambios climáticos esperados, con objeto de facilitar la toma de decisiones de la sociedad y conseguir el respaldo público necesario para aprobar medidas y gastos que podrían parecer injustificados a una sociedad desinformada.

La evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo debe realizarse a escala local, teniendo en cuenta lo siguiente:

- la vulnerabilidad del litoral depende no sólo de sus características morfológicas,

Figura 5.1

Elevación del nivel del mar en la región mediterránea en los últimos 10.000 años



Fuente: Pirazzoli, 1991, Antonioli et al., en prensa

- sino también del grado de desarrollo y del valor económico de la costa;
- los niveles de hundimiento o elevación de la tierra en las llanuras costeras sobrepasan con frecuencia la elevación esperada del nivel del mar. Por ello resulta imposible evaluar el aumento relativo si no es a escala local, lo que requiere tomar datos fiables en el sitio en cuestión.

5.2. Cambios en la biodiversidad y en los ecosistemas

La flora y la fauna mediterráneas han evolucionado a lo largo de millones de años hasta ofrecer una mezcla singular de elementos templados y subtropicales en la que hay una gran proporción (28%) de especies endémicas (Fredj *et al.*, 1992) y biotopos específicos. En el Mediterráneo se estima una riqueza biológica de 10.000 – 12.000 especies marinas (de las cuales 8.500 corresponden a organismos macroscópicos). Se trata de una alta biodiversidad que representa el 8-9% de la mundial (4-18% según el grupo considerado; Bianchi *et al.*, 1995). La biodiversidad actual del Mediterráneo no puede comprenderse del todo sin tener en cuenta al menos la de las zonas vecinas, como el Atlántico oriental y el mar Rojo, con las que está estrechamente ligado.

El litoral mediterráneo experimenta en la actualidad presiones cada vez mayores debido a la rápida urbanización, el desarrollo de complejos turísticos, la acuicultura y la explotación excesiva de los recursos marinos. Los ecosistemas costeros que presentan una elevada diversidad son más vulnerables a la perturbación ambiental que los que presentan una diversidad menor (May, 1973) y, por tanto, se supone que el impacto será mayor en el Mediterráneo que en los ecosistemas marinos tem-

plados del norte. Esas perturbaciones pueden ser resultado directo o indirecto de las actividades antrópicas y admiten una clasificación en las siguientes categorías:

- contaminación;
- sobreexplotación de los recursos marinos;
- erosión de los hábitats;
- cambios climáticos (p. ej., efecto invernadero);
- introducción de especies foráneas.

5.2.1. Impactos en la biodiversidad

La contaminación en el Mediterráneo es un fenómeno muy localizado que no afecta la alta mar ni a las características ecológicas generales de la zona. Con todo, se han descrito problemas regionales en algunas zonas, como el mar Adriático. La eutrofización del litoral y otras causas de deterioro ambiental pueden tener también gran importancia, dada la función de esos ecosistemas, tanto en términos de su productividad como por ser lugares de cría de poblaciones que afectan al funcionamiento de toda la región. GEAMCCM (1990) ha identificado el aporte de nutrientes y la eutrofización como las principales amenazas para los ecosistemas marinos, dados el habitual vertido de aguas residuales al mar, y la escorrentía de las tierras de cultivo tratadas con fertilizantes.

Las comunidades bentónicas de las zonas intactas del Mediterráneo oriental (Figura 5.2), por ejemplo, presentan una elevada biodiversidad en las aguas costeras, que disminuye con la profundidad. Las poblaciones biológicas están aquí formadas por poliquetos (pol.) (50-65%) moluscos (mol.) (15-25%), crustáceos (cru.) (10-20%), equinodermos (ech.) (5-8%) y otros grupos taxonómicos diversos (div.) (5-10%). En las zonas profundamente alteradas o contaminadas, los equinodermos, los crustáceos y otros grupos taxonómicos diversos desaparecen en su mayor parte, y un pequeño número de poliquetos pasan a representar el 70-90% de la población total (Stergiou *et al.*, 1997). Lo mismo puede decirse de las comunidades mediterráneas occidentales, donde el aumento de las perturbaciones produce también una disminución de la biodiversidad. Entre las primeras especies que desaparecen en condiciones de gran estrés se encuentran animales bentónicos de gran tamaño corporal, que tienen una importancia considerable en el ecosistema bentónico. En relación con la actividad de estos organismos, cuando la riqueza orgánica supera el potencial de remineralización del bentos, se forman zonas anóxicas (azóicas) (Pearson y Rosenberg, 1978) y el fondo del mar se cubre de una maraña de bacterias. Aunque este tipo de cambio en el ecosistema es generalmente reversible, puede tener graves consecuencias cuando el fondo del mar afectado es un hábitat crítico.

En las zonas no perturbadas, las comunidades de zooplankton están dominadas por copépodos, cuya abundancia relativa media es de un 55-85% en el Mediterráneo occidental y de un 65-70% en el oriental. Los cladóceros constituyen el segundo grupo, seguido de apendicularias, quetognatos, dolióidos, sifonóforos, etc. En las zonas costeras perturbadas, persisten los copépodos y cladóceros, que alcanzan un predominio extremadamente alto, mientras que la mayoría de los otros grupos desaparecen. En esas áreas, las comunidades están muy dominadas por una o dos especies, mientras que las zonas no alteradas están mucho más diversificadas. La mayor diversidad suele observarse en aguas de mar adentro, debido a la presencia de especies epi- y mesopelágicas.

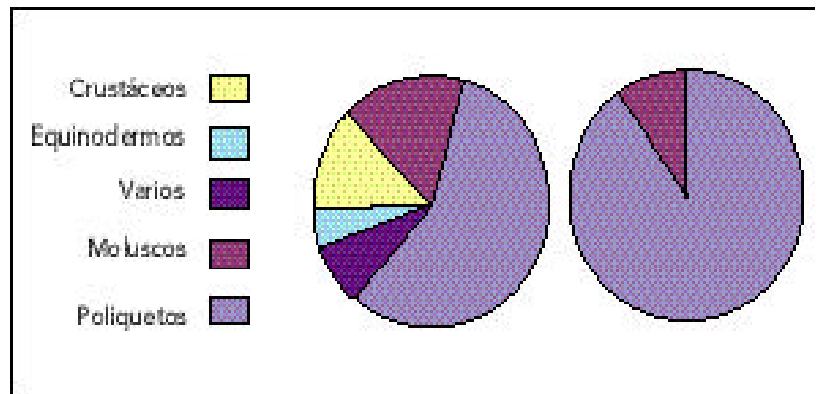
Los efectos de la intensa explotación de los recursos marinos se han hecho evidentes en algunos bancos de peces, así como en otras especies codiciadas, como el coral rojo (*Corallium rubrum*) en el Mediterráneo occidental (Santangelo *et al.*, 1993). La recolección de algunas especies comestibles de bivalvos, como *Lithophaga lithophaga*, es una de las actividades humanas más destructivas en las costas italianas (Fanelli *et al.*, 1994).

Una de las causas más importantes de deterioro ambiental es la destrucción del hábitat de algunas especies en peligro de extinción, por actividades humanas. El litoral mediterráneo es un recurso importante, puesto que el turismo constituye una destacada fuente de divisas para la mayoría de sus países.

La creación de complejos turísticos en playas arenosas (véase la sección 3.2 del presente informe) ha eliminado con frecuencia los espacios disponibles para la reproducción de las tortugas marinas. La muerte de focas monje, delfines y tortugas, todas ellas en peligro de extinción, se ha descrito también como una consecuencia de las interacciones con los recursos pesqueros comerciales (Venizelos, 1990). Existen otros problemas específicos, como la muerte de delfines (a principios del decenio de 1990) debido a una infección por un mobilivirus en algunas zonas del Mediterráneo. Se cree también que la grave epidemia de la enfermedad de las esponjas estuvo causada por bacterias que se hacen virulentas en ciertas condiciones (Vacelet, 1994). Algunas hipótesis han tratado de vincular los brotes de enfermedades con la degradación ambiental, que produce un debilitamiento del sistema inmune de los organismos afectados. No obstante, siguen faltando pruebas científicas adecuadas y se precisan investigaciones adicionales para saber si se trata de acontecimientos episódicos impre-

Composición de las comunidades bentónicas en una zona no perturbada (gráfico izquierdo) y en una zona contaminada (gráfico derecho)

Figura 5.2



sibles o de síntomas de degradación del ecosistema.

Fuente: Recopilación de CTE/MC, datos de NCMR

La destrucción y el deterioro de los humedales se han identificado como una seria amenaza para nueve de las 33 especies de aves acuáticas que forman colonias en la época de la reproducción a lo largo del litoral mediterráneo (Erwin, 1996).

Las fluctuaciones climáticas son otro factor importante para los ecosistemas marinos, ya que:

- afectan directamente a los organismos, causando cambios en su supervivencia, éxito reproductivo y pautas de dispersión;
- causan efectos que modifican las interacciones bióticas;
- afectan indirectamente a las corrientes oceánicas.

Los cambios climáticos pueden tener también un efecto positivo sobre la biodiversidad, favoreciendo la coexistencia de especies potencialmente redundantes desde un punto de vista funcional y permitiendo así la aparición de biocenosis con mayor riqueza biológica. Como ocurre en otros lugares, como el Canal de la Mancha, en el Mediterráneo se ha observado una expansión hacia el norte del rango geográfico de las especies de aguas cálidas; p. ej., en el mar de Liguria, después de la elevación de la temperatura del agua (Astraldi *et al.*, 1995). Existen algunos indicios recientes de que la riqueza de especies del Mediterráneo está experimentando cambios (Astraldi *et al.*, 1995) relacionados con el aumento de la temperatura del agua.

5.2.2. Especies foráneas

La introducción de nuevos organismos, en forma de especies exóticas o cepas altamente cultivadas de especies endémicas, casi siempre

conlleva cierto riesgo para el ecosistema. Las enfermedades introducidas a consecuencia de las actividades humanas, como el nodavirus que afecta a las piscifactorías marinas de lubina en el Mediterráneo (Comps *et al.*, 1996), pueden tener un profundo impacto tanto en las poblaciones artificiales como en las silvestres.

Las especies foráneas (también llamadas alóctonas o exóticas) del Mediterráneo pueden clasificarse en tres categorías: invasoras naturales, especies que han sido transportadas pasivamente, y otras (casos no conocidos):

1. las invasoras naturales pueden dividirse a su vez según procedan del canal de Suez (migrantes 'lessepsianos'), del estrecho de Gibraltar o del mar Negro;
2. las especies transportadas pasivamente pueden diferenciarse según hayan sido transportadas accidentalmente por los barcos (bioincrustaciones, formas sésiles, material adherido, formas móviles, así como formas planctónicas transportadas a través de aguas de lastre) o hayan sido introducidas intencionadamente o no, para fines de acuicultura (cebos, acuarios, especies de interés comercial, organismos planctónicos en crustáceos importados vivos);
3. otras especies exóticas introducidas con éxito en la cuenca mediterránea por razones desconocidas, de las que se conocen algunos casos. También se han producido casos de identificación errónea de especies exóticas en áreas mediterráneas.

La mayoría de las especies alóctonas se han introducido a través del canal de Suez. La invasión masiva de especies migratorias procedentes del mar Rojo y de la región indopacífica, inicialmente a lo largo de las costas de Israel y más tarde en la cuenca mediterránea oriental, es el fenómeno conocido como migración lessepsiana, ampliamente estudiado y documentado por Por (1978; 1990). Los límites geográficos alcanzados por estas especies migratorias hacia el oeste y el norte, indican una cierta estabilidad. La barrera septentrional de la 'provincia lessepsiana' en el mar Jónico no se conoce todavía plenamente, pero en el mar Egeo representa una línea imaginaria desde Izmir, en Turquía, hasta la isla de Evvoia, en Grecia. Hacia el oeste de Egipto, a lo largo de la costa norteafricana, los límites de la provincia lessepsiana siguen sin conocerse.

La expansión accidental o a través de los buques parece ser más importante de lo que se pensó en un principio. Entre las especies transportadas pasivamente pueden mencionarse las que se han introducido en aguas de lastre, como el tenóforo *Mnemiopsis leidyi*, localizado en el mar Negro y el mar de Azov. Este animal no sólo ha conseguido establecerse con éxito,

dominando la zona pelágica del mar Negro, sino que también ha ampliado su distribución geográfica hacia el sur y este del Mediterráneo, en los alrededores de Mersina (Kideys y Niermann, 1993), a lo largo de la costa siria (GEAMCCM, 1997). En el norte y centro del mar Egeo ha alcanzando densidades importantes (NCMR, datos experimentales).

Unas 500 especies de la región indopacífica han entrado en el Mediterráneo desde la construcción del canal de Suez (Por, 1978). Zibrowius (1991) elaboró una lista de 53 especies exóticas más –aparte de las especies migratorias lessepsianas– que se han introducido a través del estrecho de Gibraltar (2), como organismos formadores de bioincrustaciones (22), introducidos para, o con la acuicultura (20), procedentes de acuarios (1) o introducidos por medios desconocidos (7). Es evidente que el número real es todavía mayor. Entre las especies marinas, los cuatro grupos taxonómicos más conocidos son macrofitos, moluscos, crustáceos –decápodos y estomatópodos– y peces. En la **Figura 5.3** se ilustran las distintas vías de introducción en el Mediterráneo de los macrofitos (según Ribera y Boudouresque, 1995), moluscos (Centro Nacional de Investigación Oceanográfica, datos de Grecia; CIECM, 1999c), decápodos y estomatópodos (CIECM 1999b) y peces (CIECM 1999a.). No obstante, la exactitud de las cifras de esta figura es cuestionable, puesto que:

1. la mayoría de las revisiones se refieren únicamente a especies migratorias lessepsianas;
2. la colonización de especies alóctonas es un proceso dinámico;
3. el trabajo emprendido por los expertos de la CIECM (Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mediterráneo) no ha concluido todavía.

Por tanto, las cifras que aparecen en la **Figura 5.3**, considerando la vasta bibliografía disponible, sólo pueden considerarse como indicativas del fenómeno.

La CIECM reconoció la necesidad de recopilar toda la información disponible. Se decidió evaluar el impacto de las especies alóctonas en el Mediterráneo, destacando a un grupo de especialistas sobre el terreno y financiando a su debido tiempo la publicación de un atlas digital actualizado.

De las 61 especies de macrofitos bien establecidos en el Mediterráneo (Ribera y Boudouresque, 1995), destaca la cloroficea *Caulerpa taxifolia*, distribuida en mares tropicales y detectada por primera vez en esta zona en 1984. Sus vías de propagación y frentes de densidad,

que alcanza manchas de 350 m de amplitud, han sido bien documentados en el Mediterráneo (**Figura 5.4**) Además de *C. taxifolia*, su congénere *C. racemosa* (una especie pantropical) está expandiéndose en el Mediterráneo oriental y hace poco se ha detectado su presencia en Génova y Marsella. La distribución de las dos especies en el Mediterráneo y su impacto en el ecosistema marino han sido analizados a fondo por los expertos de los países que participan en el PAM (PNUMA, 1998).

Los moluscos constituyen uno de los principales grupos taxonómicos de las especies migratorias lessepsianas (132 especies) y el más estudiado. Se estima que, hasta la fecha, 90-100 moluscos se han introducido en el Mediterráneo a través del canal de Suez. Con respecto a la pauta de distribución de las nuevas especies, conviene recordar que muchas de ellas han conseguido establecerse y ampliar sus poblaciones. Por ejemplo, las especies migratorias lessepsianas se han desplazado principalmente al norte y al oeste. Un ejemplo sorprendente es el del gasterópodo *Rhinoclaviskochi*, inicialmente detectado en la bahía de Haifa (en 1963) y ahora recogido en grandes cantidades no sólo a lo largo del litoral de Israel, sino también a lo largo de las costas del sur de Turquía y Chipre.

En la actualidad han emigrado al Mediterráneo 63 especies de decápodos y estomatópodos (CIECM 1999b). De ellas, el cangrejo *Callinectes sapidus* Rathbun, una especie del Atlántico occidental que se pesca con fines comerciales a lo largo de las costas de América del Norte, se localizó por primera vez en el Golfo de Vizcaya (Bouvier, 1901) y fue introduciéndose progresivamente en el mar Mediterráneo a través de las aguas de lastre (**Figura 5.5**).

Esta especie ha demostrado ser una eficaz colonizadora y ha adquirido importancia económica local en el Mediterráneo (CIECM 1999b).

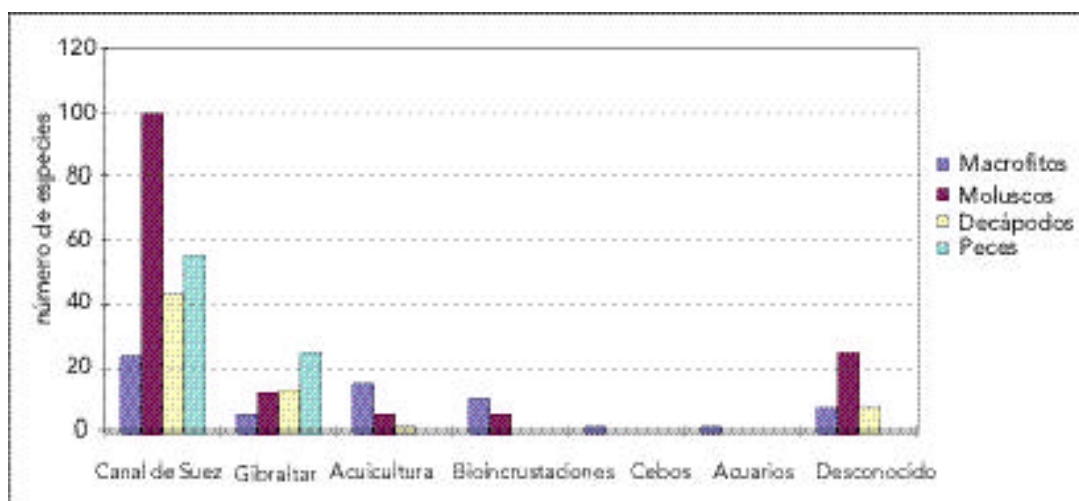
Entre las especies migratorias lessepsianas, los peces han recibido siempre una mayor atención. Su expansión prosigue sin signos de declive (Ben-Tuvia, 1978: 35 especies; Ben-Tuvia, 1985: 41 especies; Golani y Ben-Tuvia, 1989: 48 especies; Golani, 1997, CIECM 1999a: 84: especies).

Aunque *a priori* debe suponerse que los colonizadores compiten con algunas de las especies nativas, no existen pruebas de un cambio drástico en la abundancia de ninguno de los peces de interés comercial que habitaban en el Mediterráneo que pueda atribuirse a un nuevo competidor. Tampoco existe información sobre la interacción entre los colonizadores y las especies no comerciales. Sin embargo, algunas observaciones indican cambios en la abundancia de especies migratorias. Algunas de esas especies foráneas forman ahora densas poblaciones y son importantes en las capturas comerciales. En términos generales, el 80% de las especies introducidas no afectan a las comunidades nativas. Otras especies introducidas sí tienen un impacto en las especies o comunidades nativas, produciendo lo que se conoce como 'contaminación biológica'. Entre ellas pueden citarse las siguientes:

- impacto ecológico inmediato a nivel de comunidad por cambios en la competencia y depredación entre especies;
- cambios en la naturaleza del propio ambiente por influencia de ciertos organismos y posible degradación genética de las especies indígenas.

Ejemplo de vías de introducción de especies foráneas en el mar Mediterráneo

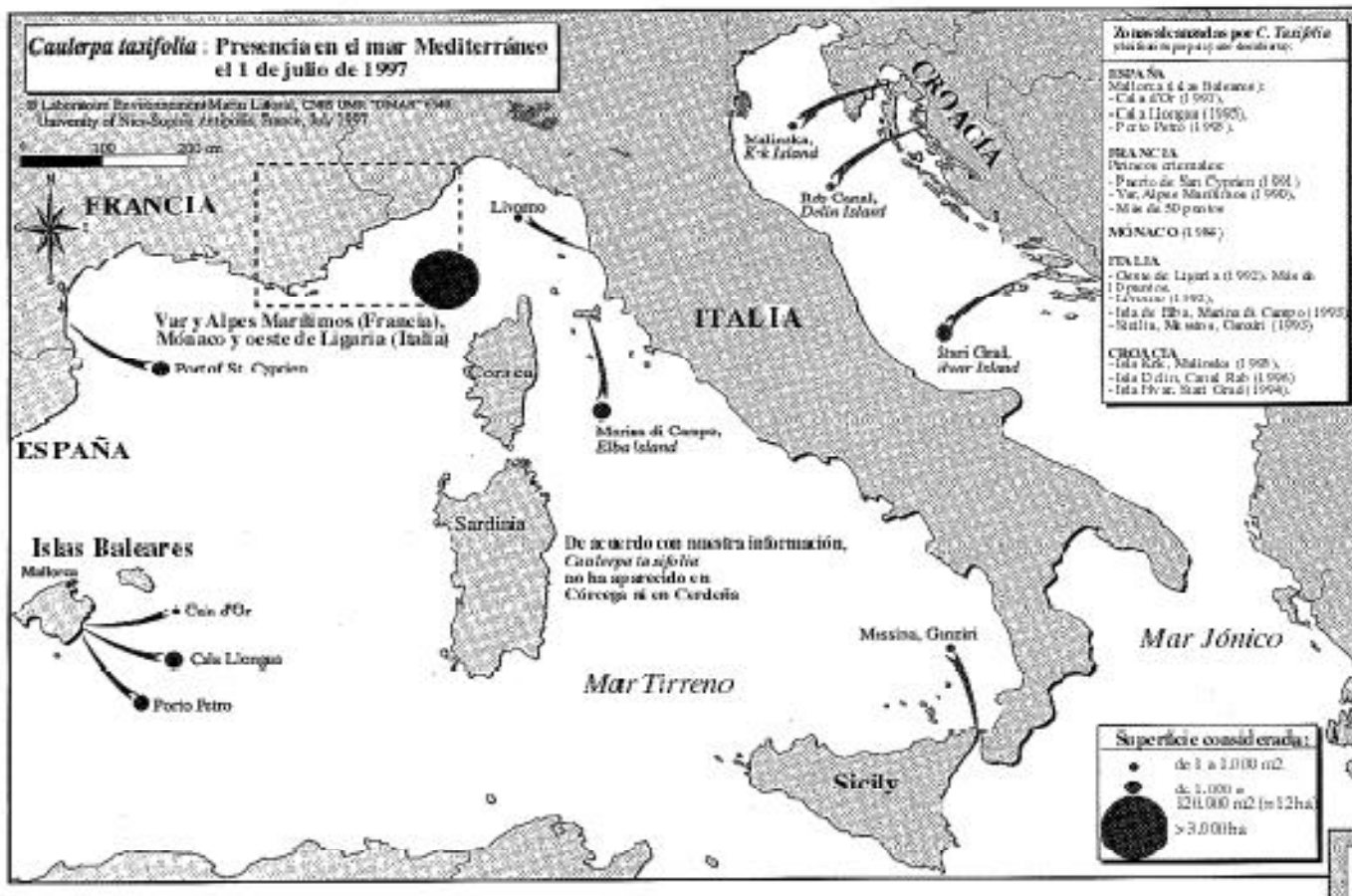
Figura 5.3



Fuentes: Recopilación de CTE/MC basada en: Ribera y Boudouresque, 1995; Centro Nacional de Investigación Oceanográfica, datos de Grecia; CIECM 1999a; CIECM 1999b.

Figura 5.4

Distribución de la macroalga *Caulerpa taxifolia* en el mar Mediterráneo



Fuente: PAM/PNUMA

El establecimiento de especies no indígenas ha provocado cambios de gran alcance en la composición de la fauna de muchas de las zonas cerradas y semicerradas del mundo, estuarios y aguas marinas de litoral.

En el Mediterráneo se han observado cambios en la composición de la fauna del ecosistema marino en:

- la bahía de Haifa: penetración masiva de cuatro especies indopacíficas;
- la bahía de Izmir y golfo de Tesalónica: dominados por el bivalvo *Scapharca demiri*;
- costa occidental del mar Adriático medio: *Scapharca inaequivalvis*, *Rapana venosa*, en aguas del litoral: *Caulerpa taxifolia*.

Según Boudouresque y Ribera (1994), los biotopos más afectados por las especies marinas (diferentes a los migrantes lessepsianos) en el Mediterráneo son las lagunas y los puertos. A menudo, con el tiempo se establece un equilibrio con las especies nativas.

En el caso de peces y decápodos, el establecimiento con éxito de algunas especies puede inducir cambios en toda la comunidad por modificación del nicho ecológico. En el caso de los macrofitos, el impacto en el entorno natu-

ral es negativo, afectando actividades tales como la pesca (se enredan con las redes), la acuicultura (reducen la luz, añaden peso, etc.), el transporte marítimo (pueden causar accidentes al afectar el funcionamiento de las hélices de los buques), la salud pública y el turismo (proliferación de algas tóxicas).

La mayoría de las especies exóticas se han introducido activamente en el Mediterráneo a través del canal de Suez o el estrecho de Gibraltar. Poco puede hacerse para prevenir que eso suceda. En cambio, la introducción de especies por otros medios sí puede prevenirse o reducirse. Hoy en día se puede transportar prácticamente cualquier cosa a casi cualquier lugar del mundo. Por tanto, las especies importadas para cebos, acuicultura, acuarios, etc., pueden resultar catastróficas para el ecosistema. La importación intencionada de especies marinas debe realizarse con gran precaución. Además, y como consecuencia del aumento del tráfico marítimo, parece ser que un gran número de especies se están introduciendo a través de las aguas de lastre, es decir, no intencionadamente. La vigilancia de las aguas de lastre parece ser la única forma de prevenir que continúe este transporte de especies.



Fuente: Recopilación de CTE/MC a partir de datos de Frogliá et al., 1998.

5.2.3. Conservación del Mediterráneo

El Convenio de Barcelona (1976) y los protocolos relacionados, en un principio orientados a la protección del mar Mediterráneo ante la contaminación, se han actualizado con la adopción de nuevos protocolos. Uno de los últimos instrumentos, en el marco del PAM, ha sido el Protocolo sobre 'zonas especialmente protegidas' (ZEP, Ginebra, 1982). En el último Convenio (Barcelona, 1995) se elaboró un nuevo protocolo, denominado Protocolo sobre 'zonas especialmente protegidas y diversidad biológica' en el mar Mediterráneo, concebido como una herramienta para la aplicación práctica a escala regional de los conceptos más recientes y la legislación internacional en materia de conservación *in situ* (p. ej., CNUMAD, CDB). Comparado con el Protocolo de Ginebra, no restringe su cobertura geográfica a las aguas territoriales y comprende una lista de zonas especialmente protegidas por su importancia mediterránea (ZEPIM) que incluye áreas:

- importantes para la conservación de los componentes de la diversidad biológica en el Mediterráneo;
- con ecosistemas raros y únicos o especies raras o endémicas en la región mediterránea;
- con hábitats de especies en peligro de extinción;
- de interés especial por motivos científicos, estéticos, culturales o educativos.

Otras medidas relacionadas son:

- protección y conservación de especies;

- regulación de la introducción de especies foráneas o genéticamente modificadas;
- evaluación del impacto ambiental de cualquier proyecto o actividad que pueda afectar a las zonas protegidas.

El protocolo ZEPIM designa 122 zonas especialmente protegidas (**Figura 5.6**), de las cuales 45 corresponden exclusivamente a espacios marinos (15) o espacios mixtos (tierra y mar) (30). Estas zonas se han definido, de acuerdo con la normativa jurídica aplicable a la protección de cada área, como: reservas naturales (52); parques nacionales (24); reservas marinas (14); parques naturales (10); reservas pesqueras (2); reservas cinegéticas (2); monumentos de la naturaleza (1); etc.

Además del Convenio de Barcelona, existen otros convenios paneuropeos o mundiales (Convenio de Bonn sobre la migración, 1979; Conservación de la fauna y flora silvestres y los hábitats naturales en Europa, 1979; Convenio Ramsar sobre humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, etc.). Algunos de ellos, repetidamente modificados, han creado el marco jurídico para la conservación de los hábitats naturales en el Mediterráneo. Por ello, en 1996 se adoptó un convenio especial como parte del Convenio de Bonn para la conservación de pequeños cetáceos en el mar Negro, el mar Mediterráneo y la zona atlántica contigua (ACCOBAMS).

Paralelamente, las iniciativas de la UE han llevado a la aplicación de algunas directivas, como la Directiva de aves de la CE (CE/79/409), aplicable a zonas especialmente protegidas, o la Directiva de hábitats (CEE/92/43) para la conservación de los hábitats naturales de la fauna y flora silvestres. Esta última exige a los Estados miembros de la UE la designación de áreas marinas (para distintos tipos de hábitat y especies de interés comunitario). Esta directiva contempla también la designación y priorización de áreas especiales de conservación (AEC) como parte de una red europea de zonas protegidas, llamada Red NATURA 2000, que todavía no se ha implantado en todos los países mediterráneos. España, Italia y Grecia han incluido muchas áreas marinas en la Red NATURA 2000, mientras Francia todavía va a la zaga.

Algunos programas de investigación de la UE han abordado cuestiones relacionadas con la biodiversidad marina (MAST, FAIR), mientras que otros (LIFE) han tratado de sensibilizar a la opinión pública sobre la importancia de los problemas medioambientales, entre ellos la biodiversidad marina. Los programas de desarrollo interregional (INTEREG, MEDA) también han incluido entre sus objetivos la protección del medio ambiente y la biodiversidad.

La última iniciativa mundial sobre investigación en biodiversidad marina ha sido el Programa Básico DIVERSITAS sobre Investigación

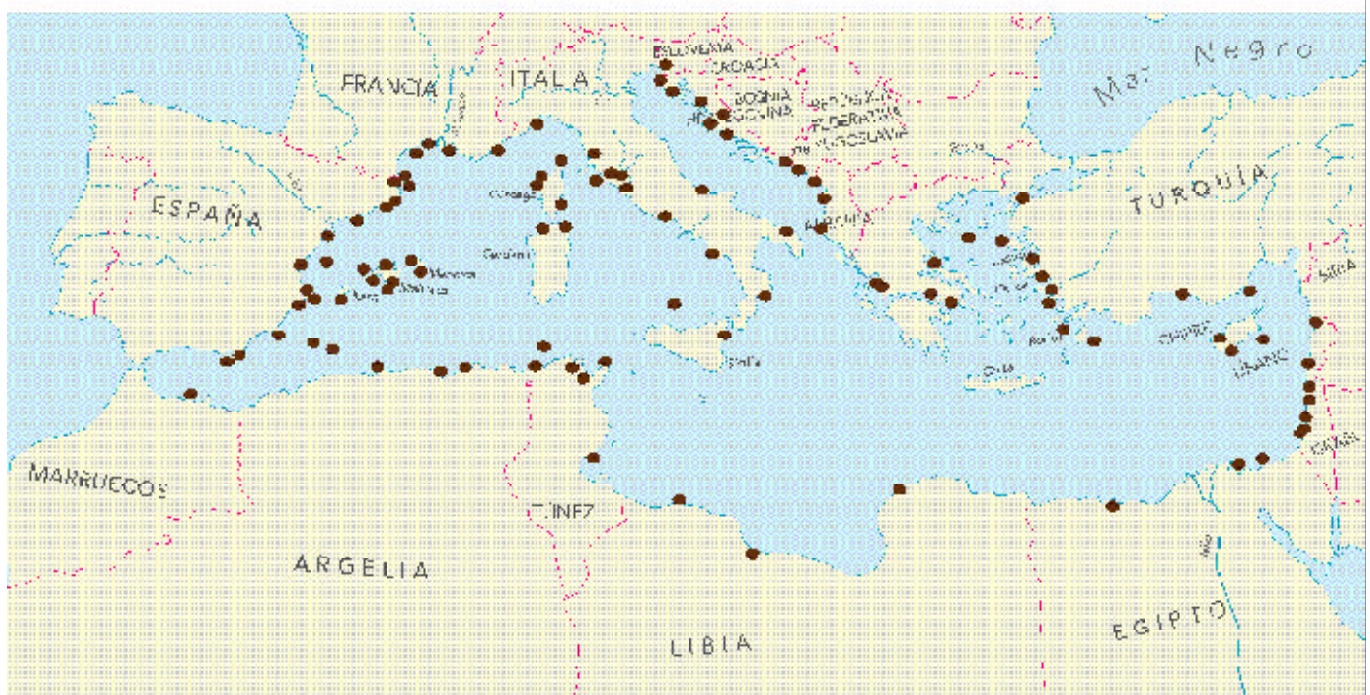
Científica de la Biodiversidad, iniciado en 1991 y patrocinado por organismos intergubernamentales (UNESCO) y organizaciones no gubernamentales. Este programa ha demostrado que grandes zonas del litoral y mar abierto de Europa, entre ellas el Mediterráneo oriental, han sido estudiadas de manera insuficiente.

Pese a que el Mediterráneo es conocido por la considerable diversidad de su fauna y flora, así como por su elevada tasa de endemismo, los programas sobre biodiversidad y su conservación se basan a menudo en datos fragmentados e incompletos. Sigue faltando un enfoque específico intermediterráneo de la vigilancia de la biodiversidad marina y evaluación de los riesgos que amenazan el estado actual del medio ambiente.

Por ahora, no parece que ninguna especie haya desaparecido del Mediterráneo como resultado de la actividad humana. Sin embargo, numerosas especies parecen estar amenazadas, y algunas de ellas están realmente al borde de la extinción, ya sea porque su rareza las hace más vulnerables, o porque disminuyen rápidamente en número. Como parte del PAM se han celebrado reuniones de expertos para elaborar una lista de especies marinas en peligro de extinción en el Mediterráneo, habiéndose aprobado una lista que incluye 89 especies de agua dulce y salada, sin considerar las aves

Figura 5.6

Zonas marinas y litorales designadas como protegidas en el Mediterráneo



Fuente: Recopilación de CTE/MC; datos de RAC/SPA

(Anexo II del Protocolo sobre áreas especialmente protegidas y diversidad biológica en el mar Mediterráneo adoptado en el Convenio de Barcelona en 1996). Esa lista se revisó en el Convenio de Berna sobre conservación de la fauna y la flora europea y sus hábitats naturales (Consejo de Europea, [S/TPV98/TPVS12A.98] (Tabla 5.3) y se establecieron dos categorías: 'especies de flora y fauna protegidas' y 'estrictamente protegidas'.

Como parte del PAM, los participantes en el Convenio de Barcelona aprobaron tres medidas

relacionadas con:

- la gestión de la foca monje del Mediterráneo;
- la conservación de las tortugas marinas del Mediterráneo;
- la conservación de cetáceos en el Mediterráneo.

Otros tratados internacionales en los que participan países mediterráneos incluyen disposiciones relativas a la conservación de especies que necesitan una protección especial (convenio africano, CITES, Convenio de Berna, Convenio

Lista de especies de agua dulce y salada en peligro de extinción o amenazadas en el mar Mediterráneo (Anexo II del Protocolo sobre zonas especialmente protegidas y diversidad biológica en el mar Mediterráneo adoptado en el Convenio de Barcelona de 1996; revisado en el Convenio de Berna, 1998).

Tabla 5.3

Magnolofitas			
<i>Posidonia oceanica</i>	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltii</i>	
Clorofitas			
<i>Caulerpa ollivieri</i>			
Feofitas			
<i>Cystoseira amentacea</i>	<i>Cystoseira sedoides</i>	<i>Cystoseira zosteroides</i>	
<i>Cystoseira mediterranea</i>	<i>Cystoseira spinosa</i>	<i>Laminaria rodriguezii</i>	
Rodofitas			
<i>Goniolithon byssoides</i>	<i>Ptilophora mediterranea</i>		
<i>Lithophyllum lichenoides</i>	<i>Schimmelmannia schoubsboe</i>		
Poríferos			
<i>Asbestopluma hypogea</i>	<i>Axinella polypoides</i>	<i>Ircinia foetida</i>	<i>Petrobiona massilliana</i>
<i>Aplysina cavernicola</i>	<i>Geodia cydonium</i>	<i>Ircinia pipetta</i>	<i>Tethya sp. Plur</i>
<i>Axinella cannabina</i>			
Cnidarios			
<i>Astroldes calycularis</i>	<i>Errina aspera</i>	<i>Gerardia savaglia</i>	
Equinodermos			
<i>Asterina panzerii</i>	<i>Centrostephanus longispinus</i>	<i>Ophidiaster ophidianus</i>	
Briozoos			
<i>Hornera lichenoides</i>			
Crustáceos			
<i>Ocypode cursor</i>	<i>Pachylasma giganteum</i>		
Moluscos			
<i>Charonia lampas lampas</i>	<i>Lithophaga lithophaga</i>	<i>Patella nigra</i>	<i>Ranella olearia</i>
<i>Charonia tritonis variegata</i>	<i>Luria lurida</i>	<i>Pholas dactylus</i>	<i>Schilderia achatidea</i>
<i>Dendropoma petraeum</i>	<i>Mitra zonata</i>	<i>Pinna nobilis</i>	<i>Tonna gaiea</i>
<i>Erosaria spurca</i>	<i>Patella ferruginea</i>	<i>Pinna rudis</i>	<i>Zonaria pyrum</i>
<i>Gibbula nivosa</i>			
Peces			
<i>Acipenser naccarii</i>	<i>Carcharodon carcharias</i>	<i>Huso huso</i>	<i>Pomatoschistus tortonesei</i>
<i>Acipenser sturio</i>	<i>Cetorhinus maximus</i>	<i>Lethenteron zanandreae</i>	<i>Valencia hispanica</i>
<i>Aphanius fasciatus</i>	<i>Hippocampus hippocampus</i>	<i>Mobula mobula</i>	<i>Valencia letourneuxi</i>
<i>Aphanius iberus</i>	<i>Hippocampus ramulosus</i>	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	
Reptiles			
<i>Caretta caretta</i>	<i>Dermochelys coriacea</i>	<i>Lepidochelys kempii</i>	
<i>Chelonia mydas</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	<i>Trionyx triunguis</i>	
Mamíferos			
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	<i>Globicephala melas</i>	<i>Monachus monachus</i>	<i>Stenella coeruleoalba</i>
<i>Balaenoptera borealis</i>	<i>Grampus griseus</i>	<i>Orcinus orca</i>	<i>Steno bredanensis</i>
<i>Balaenoptera physalus</i>	<i>Kogia simus</i>	<i>Phocoena phocoena</i>	<i>Tursiops truncatus</i>
<i>Delphinus delphis</i>	<i>Megaptera novaeangliae</i>	<i>Physeter macrocephalus</i>	<i>Ziphius cavirostris</i>
<i>Eubalaena glacialis</i>	<i>Mesoplodon densirostris</i>	<i>Pseudorca crassidens</i>	

de Bonn, RAMSAR, ACCOBAMS).

Las zonas marinas protegidas reciben una considerable atención pública y política, especialmente porque la conservación de los mares se ha adoptado como parte del plan mundial de biodiversidad. En el Mediterráneo se aplican diferentes políticas de conservación, existiendo diferencias considerables entre los distintos países respecto a las tecnologías utilizadas para reducir la contaminación, los sistemas de vigilancia para evaluar los impactos ambientales y la eficiencia en la aplicación de la normativa sobre medio ambiente. Por consiguiente, aunque en la mayoría de los casos la pesca está prohibida o estrictamente regulada en todas o algunas de las ZEP marinas, existen muchas normas referentes a esas zonas que regulan la navegación, el anclaje, la recogida de productos marinos, actividades como el baño o el submarinismo, la introducción de especies y el vertido de contaminantes. Sólo Italia, entre todos los firmantes del protocolo de ZEP (en el Convenio de Barcelona), cuenta con legislación específica para el establecimiento de zonas marinas protegidas. La mayoría de los otros países han adoptado textos legales que permiten establecer esas zonas, sin que existan normas detalladas sobre su regulación y gestión.

El marco de procedimientos intergubernamentales, como el PAM, el Convenio de Berna y otros convenios, ayuda a proporcionar un cierto grado de coherencia. Ninguno de los instrumentos nuevos o actualizados han entrado todavía en vigor. No obstante, eso parece deberse más a lo mucho que se tarda en elaborar los procedimientos nacionales para poner en práctica los tratados que a la falta de voluntad política.

La Estrategia paneuropea sobre diversidad biológica y paisajes ya contempla la creación de una red para fines de conservación del medio ambiente. En el informe de la segunda fase de la red ecológica europea costera y marina, se concluyó que las zonas protegidas constituyen sólo un medio más de mantener la biodiversidad. El uso de los mecanismos institucionales vigentes, como los Programas de Mares Regionales del PNUMA, y su mayor influencia en la política de costas y mares, puede ser igual o más importante.

Para promover la integración de esas estrategias de gestión ambiental en un plan regional coherente se precisan iniciativas europeas y dotaciones de fondos especiales. En concreto, debería darse prioridad a una serie de temas, como la introducción de especies foráneas y la destrucción de hábitats para evitar que disminuya la biodiversidad; la adopción de estrategias de gestión de litorales que integren la protección del medio ambiente con el desarrollo económico; la investigación de procesos relacionados con

cambios en los ecosistemas y la rehabilitación de ecosistemas costeros deteriorados.

Como puede deducirse de todo lo anterior, la situación biogeográfica de la biota marina mediterránea está cambiando por influencias del clima y del hombre. Existen mecanismos para evaluar los cambios en la biodiversidad marina. La presión ejercida en el medio ambiente por algunos de esos cambios está aumentando con el tiempo, pero no obstante, la evaluación de los cambios en la biodiversidad del Mediterráneo (al margen de la predicción de futuros cambios) requiere la implantación de un programa específico de vigilancia junto con un plan científico para estudiar procesos relacionados con el mantenimiento o la disminución de la biodiversidad.

5.3. Riesgos para la salud derivados de la contaminación marina en el Mediterráneo

5.3.1. Riesgos generales para la salud

La mayoría de las consecuencias socioeconómicas de la contaminación marina en la cuenca mediterránea pueden expresarse como efectos inmediatos o a largo plazo en la salud humana. En este contexto, los dos principales tipos de exposición humana a los contaminantes presentes en el medio ambiente marino se producen por contacto directo con el agua marina o la arena de playas contaminadas (incluida la ingestión de la primera al nadar o bañarse), y el consumo de pescado o marisco contaminado. Por desgracia, los países se resisten a publicar información sobre esa exposición.

Los principales riesgos para la salud humana se derivan de:

1. la ingestión de microorganismos patógenos (p. ej., estreptococos fecales y coliformes) presentes en agua marina infectada;
2. el contacto directo con agua marina o arena de playas contaminadas;
3. el consumo de pescado o marisco contaminado por metales pesados y productos químicos (p. ej., mercurio en atunes y especies relacionadas, plomo en mejillones), siendo factores importantes en este caso la cantidad consumida y la toxicidad;
4. el consumo de pescado o marisco contaminado por algunas bacterias (p. ej., *Salmonella*, *Shigella*), virus (p. ej., hepatitis A), hongos (p. ej., *Candida albicans*) y toxinas del fitoplancton (p. ej., las producidas por dinoflagelados, generalmente en situaciones de mareas rojas) (OMS/PNUMA, 1995).

No obstante, las condiciones especiales del baño en el mar Mediterráneo, con los frecuentes y largos períodos de exposición, la masificación de las playas y la mezcla de poblaciones, facilitan la transmisión de enfermedades

mucho más que en otras regiones más templadas, como el norte de Europa.

5.3.2. Riesgos para la salud derivados de las zonas de litoral microbiológicamente contaminadas

En términos generales, los microorganismos patógenos presentes en el agua del mar, los sedimentos, las playas y los crustáceos pueden dividirse en dos grandes categorías: los que afectan al tracto gastrointestinal, y los que afectan a otras partes del organismo. En cuanto a la primera categoría, todas las enfermedades que se propagan por vía fecal-oral, y cuyos agentes etiológicos están contenidos en las heces de los enfermos o portadores, pueden ser contraídas cuando se nada en aguas contaminadas por aguas residuales. Esas enfermedades son: (a) enfermedades bacterianas como salmonelosis (incluidas fiebres tifoideas y paratifoideas), shigelosis (disentería bacilar), cólera y gastroenteritis causadas por *E. coli* enteropatógena y *Yersinia enterocolitica*; y (b) enfermedades víricas, como hepatitis A y hepatitis E; enfermedades causadas por virus entéricos (poliovirus, virus A y B de Cocksackie, retrovirus y adenovirus) y gastroenteritis causadas por el rotavirus humano, el virus de Norwalk, el adenovirus de serotipo 40, 41, el calicivirus y los parvovirus; y (c) enfermedades causadas por una serie de protozoos y metazoos parásitos, como disentería amebiana, giardiasis y ascariasis (OMS/PNUMA, 1996a). En la **Figura 5.7** se indica la probabilidad de gastroenteritis en los bañistas.

Los efectos indirectos se deben también al consumo de organismos marinos infectados o 'contaminados' por los microorganismos mencionados. Ese es especialmente el caso de los crustáceos criados para consumo humano, por la elevada concentración de especies en las piscifactorías marinas y la habitual proximidad a su principal mercado, –las poblaciones de las urbanizaciones de la costa,– y, por tanto, a las grandes fuentes de contaminación: los vertidos de aguas residuales.

Con la excepción de las enfermedades producidas por agentes patógenos con dosis ineficaces relativamente bajas, las enfermedades que afectan al tracto gastrointestinal son mucho más fáciles de contraer por medio del consumo de alimentos crudos o parcialmente cocinados, especialmente crustáceos. Una serie de epidemias y brotes de diferentes enfermedades se han atribuido al consumo de crustáceos contaminados. El número de casos aislados, particularmente de enfermedades menos insidiosas, es probablemente alto. Cuando se dan una serie de condiciones que favorecen la proliferación de ciertas especies de algas (causando 'mareas rojas' o 'proliferaciones de algas') pro-

ductoras de toxinas, los crustáceos quedan contaminados por esas algas y, al ser ingeridos por una persona, las toxinas causan una serie de enfermedades, como, principalmente, la intoxicación de mariscos con parálisis (IMP) o diarrea (IMD) (OMS/PNUMA, 1992).

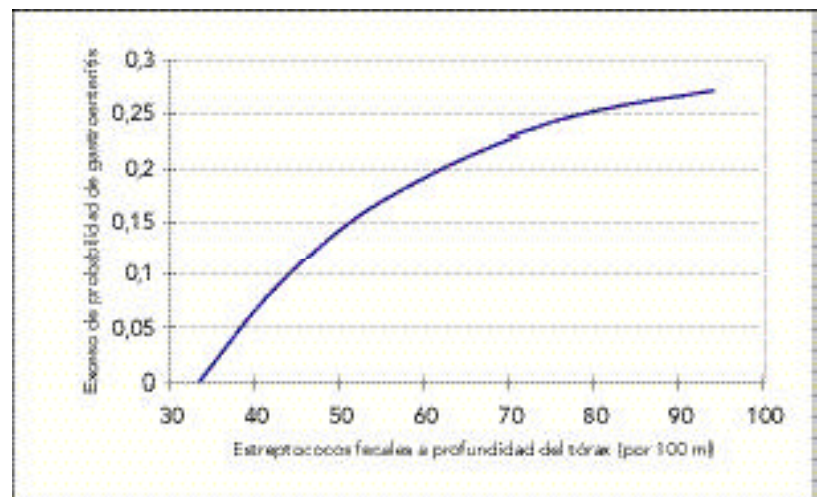
Aparte de las enfermedades que afectan al tracto gastrointestinal, otra serie de enfermedades o trastornos –que afectan a ojos, oídos, piel, tracto respiratorio superior y otras partes del organismo– se han asociado a los baños. Esta particular categoría de condiciones infecciosas puede estar causada por microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium welchii* y *Candida albicans*, y también adenovirus clásicos 1-39, que producen infección al introducirse en fisuras o desgarros de la piel, o en sitios donde se rompen las delicadas membranas del oído o la nariz como consecuencia del trauma frecuentemente asociado al buceo. Esos microorganismos están presentes con frecuencia en el ser humano, son oportunistas, y sólo producen enfermedades cuando, por una u otra razón, la resistencia del hospedante se debilita (**Tabla 5.4**).

5.3.3. Riesgos para la salud derivados de pescados y mariscos químicamente contaminados

Los posibles riesgos para la salud de los productos químicos presentes en el agua marina utilizada para la cría de pescado o marisco derivan de la presencia de metales traza, radionucleidos, pesticidas, residuos agrícolas, aceites, detergentes y otros vertidos ilícitos de residuos tóxicos. Una vez que penetran en el ambiente marino, esas sustan-

Probabilidad de gastroenteritis en bañistas expuestos a densidades crecientes de estreptococos fecales a partir de muestras obtenidas a profundidad del tórax

Figura 5.7



Fuente: Kay et al., 1994

cias químicas se acumulan en plantas y animales a medida que pasan por la cadena alimentaria marina, alcanzando sus concentraciones más altas en animales que se alimentan por filtración, como los moluscos bivalvos, y en los grandes peces depredadores, como el atún o el pez espada. El consumo de pescado y marisco contaminado produce en su mayoría efectos crónicos, dependiendo de la sustancia en cuestión y la velocidad y cantidad de la ingestión. En general, el principal riesgo se limita a personas que consumen pescado y marisco dos o tres veces por semana, aunque este riesgo varía según el tipo de pescado o marisco, la concentración de los contaminantes y circunstancias del consumidor.

El nivel de contaminación química en pescados y mariscos es motivo de preocupación. Por ejemplo, muchos crustáceos pueden acumular en sus tejidos metales traza, radionucleidos y pesticidas en concentraciones varios miles de veces mayor que las del agua del ambiente en que viven. La bioacumulación de mercurio en atún y en crustáceos, cadmio en mejillones, así como arsénico, compuestos organoestánicos presentes en pinturas antioxidantes, compuestos organohalogenados (especialmente PCB), algunos pesticidas e hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), pueden alcanzar niveles suficientemente altos como para comprometer la captura y venta de estos animales. Además, cuando se evalúan los riesgos potenciales de los productos químicos, la situación se complica por el hecho de que la cantidad absorbida por el consumo de pescado y marisco es sólo una fracción variable de la ingestión total, la mayor parte de la cual se asocia normalmente a

alimentos terrestres, u otras vías diferentes a la ingestión (OMS/PNUMA, 1992).

Las pautas de consumo de pescado y marisco se ven también influidas en gran medida por las preferencias, los precios y la disponibilidad de alimentos. En general, los pescados y mariscos son más fáciles de encontrar en las zonas costeras que en el interior, especialmente en los países menos desarrollados. Algunos sectores de la población, como pescadores, pescaderos y sus familias, tienen un mayor acceso a pescados y mariscos que otras personas. Por otra parte, las personas que están a dieta pueden comer preferentemente pescado. No se ha realizado ningún estudio del consumo de pescado y marisco en los países mediterráneos. Con todo, es probable que se hayan pasado por alto efectos relativamente leves, o no se hayan asociado correctamente con el consumo de pescado o marisco contaminado, puesto que en algunos casos, como con el mercurio, los síntomas que afectan al sistema nervioso no son específicos y es fácil atribuir el trastorno a otras causas (OMS/PNUMA, 1995).

5.3.4. Implicaciones en la salud pública

Muchos microorganismos patógenos (bacterias, hongos y virus) causantes de enfermedades humanas están presentes en las áreas marinas costeras del Mediterráneo, y varias especies se encuentran en diferentes zonas geográficas. La situación está produciendo ya efectos nocivos para la salud tanto de poblaciones locales como de turistas. Aunque, sin duda alguna, una proporción de las enfermedades se asocia al consumo de alimentos en mal estado o a la ingestión de agua contaminada (así como otros tipos de exposición), hay evidencia de que una de las principales fuentes de enfermedad en las zonas donde el mar está contaminado, es el consumo de crustáceos contaminados con aguas residuales o los baños cerca de playas contaminadas por aguas residuales.

Aunque ese tipo de registros proporciona evidencia de que el problema existe, y de su magnitud, se desconoce todavía la extensión del daño para la salud a escala de toda la cuenca mediterránea. Lo mismo puede decirse de la incidencia de patógenos. En este sentido, aunque las referencias que se han tenido en cuenta pueden considerarse como una revisión bastante representativa de la literatura relevante en la región, el hecho de que esos registros – muchos de ellos procedentes de diferentes lugares – abarquen un período de sólo quince años, hace difícil obtener una evaluación exacta de la situación global en la actualidad. Además, siguen existiendo zonas del litoral mediterráneo, especialmente en el sur y el este, donde ese tipo de registros escasean.

Tabla 5.4

Microorganismos patógenos y enfermedad causada

Microorganismos patógenos	Enfermedad causada
<i>Salmonella</i>	• fiebre tifoidea y paratifoidea, intoxicación alimentaria y gastroenteritis
<i>Shigella</i>	• disentería bacilar
<i>Vibrio</i>	• cólera (<i>Vibrio cholerae</i>), gastroenteritis, otitis, infecciones de garganta y de heridas
<i>Staphylococcus</i>	• infecciones de la piel, glándulas epidérmicas y membranas mucosas, meningitis, furunculosis, piemia, osteomielitis, intoxicación alimentaria (<i>S. aureus</i>)
<i>Pseudomonas</i>	• infección de oídos y ojos, heridas, quemaduras y tracto urinario, enteritis
<i>Aeromonas</i>	• diarrea, neumonía, abscesos, infección de heridas
Enterovirus	• parálisis, meningitis, enfermedad respiratoria, diarrea, fiebre, herpangina, miocarditis, pleurodinia, encefalitis, conjuntivitis hemorrágica

Fuente: OMS/PNUMA

Bibliografía

- Alessio M. *et al.* 1998. *La curva di risalita del Mare Tirreno negli ultimi 43 ka ricavata da datazioni su speleotemi sommersi e dati archeologici*. Note scientifiche - Volume degli Abstract di Geosub '94, Palinuro 8-10 Giugno 1994. Memorie Descrittive del Servizio Geologico Nazionale, 52. (en prensa).
- Antonoli F. *et al.* 1994. "Il sito preistorico dell'arco naturale di Capo Zafferano (Sicilia). Aspetti geomorfologici e relazioni con le variazioni del livello marino olocenico" *II Quaternario*, 7 (1):109-118.
- Antonoli R., Chemello R., Improta S., Riggio S. "Dendropoma Lower Intertidal Reef Formations and their Palaeoclimatological Significance". *Mar. Geol.* En prensa.
- Astraldi M.F., Bianchi C.N., Gasparini G.P. y Morri C., 1995. "Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: A case study in the Ligurian Sea (north-western Mediterranean)". *Oceanol. Acta*, 18:139-149.
- Bard E. *et al.* 1996. "Deglacial sea level record from Tahiti corals and the timing of global melt water discharge". *Nature*, 382:241-244.
- Ben-Tuvia A. 1978. "Immigration of fishes through the Suez Canal". *Fish. Bull.*, 76:249.
- Ben-Tuvia A. 1985. "The impact of the Lessepsian (Suez Canal) fish migration on the eastern Mediterranean ecosystem". En: *Mediterranean Marine Ecosystems*. Dirs.: M. Moraitou-Apostolopoulou y V. Kiortsis V. *Plenum Press*, 367-375.
- Bianchi C.N., Dore G., Morri C. 1995. "Guida del subacqueo naturalista: Mediterraneo e tropici". Editrice AFS, Nuoro.
- Boudouresque C. F., Ribera M.A. 1994. "Les introductions d'espèces végétales et animales en milieu marin- Conséquences écologiques et économiques et problèmes législatifs". *First International Workshop on Caulerpa taxifolia*. Dirs: C.F. Boudouresque, A. Meinez, y V. Gravez. *GIS Posidonie*, 29-102.
- Bouvier, E.L., 1991. "Sur un Callinectes sapidus M. Rathbun trouvé, à Rochefort". *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle, Paris* 7 (1):16-17.
- Carter *et al.* 1994. *IPCC Technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations; IPCC special report to the first session of the conference of the parts to the UN framework convention on climate change*. Dept. of Geography, University College, Londres, RU., 69 págs.
- Casaioli, M., Sciortino M. 1997. *Scenari di cambiamento climatico sul bacino del Mediterraneo*. ENEA dipartimento ambiente.
- CIECM, 1999a. Lista de peces exóticos. <http://www.ciesm.org/atlas/appendix1.html>
- CIECM, 1999b. Lista de decápodos exóticos. <http://www.ciesm.org/atlas/appendix2.html>
- CIECM, 1999c. Lista de moluscos exóticos. <http://www.ciesm.org/atlas/appendix3.html>
- Comps M., Trindade M., Delsert C., 1996. "Investigation of fish encephalitis viruses (FEV) expression in marine fishes using DIG-labelled probes". *Aquaculture*, 143:113-121.
- Erwin R.M. 1996. "The relevance of the Mediterranean region to colonial waterbird conservation". *Colonial Waterbirds*, 19: 1-11.
- Fanelli G. *et al.* 1994. "Human predation along Apulian rocky coasts (SE Italy): Desertification caused by Lithophaga lithophaga (Mollusca) fisheries". *Mar Ecol. Prog Ser.*, 110: 1-8.
- Fredj G., Bellan-Santini D., Menardi M. 1992. "Etat des connaissances sur la faune marine méditerranéenne". *Bull. Inst. Oc. Monaco*, 9:133-145.
- Frogia C., Galil B., Noel P., Turkay M. 1998. "Alien species in the Mediterranean Sea. Crustacea: Decapoda y Stomatopoda (working document)". *35th Congress CIECM*, Dubrovnik 4-6-98
- GEAMCCM, 1990. *The state of the marine environment*. UNEP Regional Seas Reports and Studies Núm. 115.
- GEAMCCM, 1997. *Opportunistic settlers and the problem of the ctenophore Mnemiopsis leidyi invasion in the Black Sea*. GESAMP Reports and Studies Núm. 58.
- Golani D., Ben-Tuvia A. 1989. "Characterization of Lessepsian (Suez Canal) fish migrants" en *Environmental quality and ecosystem stability*. Dirs: E. Spaniel, Y Steinberger y M. Luria. Jerusalem, Israel. 235-243.
- Gregory M., Oerlemans A. 1998: "Simulated future sea level rise due to glacier melt based on the regionally and seasonally resolved temperature changes". *Nature*, 391
- IPCC, 1992. "Climate Change 1995: The 1990 and 1992 IPCC Assessments". IPCC First Assessment Report. Overview and policy Makers summaries and 1992 IPCC Supplement. OMM/PNUMA.

- IPCC (1996), J.T. Houghton, B.A. Callander and S. K. Varney, eds. "Climate Change 1995: The Science of Climate Change". *IPCC Working Group I* Cambridge University Press.
- Jeftic, L., Milliman J.D., Sestini G. 1992. *Climatic Change and the Mediterranean*. Edward Arnold, Londres.
- Karas J. 1997. *Climate change and the Mediterranean region*. Informe Internacional de Greenpeace 1997.
- Kay D. *et al.*, 1994. "Predicting likelihood of gastroenteritis from sea bathing: results from randomized exposure". *The Lancet*, Vol. 344, Octubre 1994.
- Kideys A.E., Niermann U. 1993. "Intrusion of *Mnemiopsis mccradyi* (Ctenophora; Lobata) into the Mediterranean Sea". *Senckenbergiana Maritima* 23: 43-47.
- May R. M. 1973. *Stability and Complexity in Model Ecosystems*. Princeton University Press. Princeton, N.J.
- Nicholls R.J., Leatherman S.P. 1995. "Sea level rise" en *As Climate Changes: International Impacts and Implications*. Dirs: K.M. Strzepak y J.B. Smith. Cambridge University Press.
- OMS/PNUMA, 1992. *Health risks from bathing in marine waters*. Informe de una reunión conjunta OMS/PNUMA, Atenas, 15-18 de mayo de 1991. Documento EUR/ICP/CEH 103, Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud, Copenhague.
- OMS/PNUMA, 1995. *Health risks from marine pollution in the Mediterranean, Part II, Review of hazards and health risks*, Documento EUR/ICP/EHAZ94 01/MT01 (2), Oficina Regional para Europa de la Organización Mundial de la Salud, Copenhague.
- OMS/PNUMA, 1996. *Assessment of the state of microbiological pollution of the Mediterranean Sea*. PAM Serie de Informes Técnicos Núm. 108, PAM, Atenas.
- Palutikof, J.P., Guo X., Wigley T.M.L., Gregory J.Y. 1992. *Regional Changes in Climate in the Mediterranean basin due to Global Greenhouse Gas Warming*, PAM Serie de Informes Técnicos Núm. 66, PNUMA, Atenas
- Pearson T.H., Rosenberg R. 1978. "Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment". *Oceanogr Mar Biol. Ann. Rev.*, 16:229-311.
- Pirazzoli PA. 1991. *World Atlas of Holocene Sea level Changes*. Elsevier Oceanography Series, Núm. 58.
- PNUMA, 1992. *Report of the Meeting on Implications of Climate Changes on Mediterranean Coastal Areas (Island of Rhodes, Ká_tela Bay, Syrian Coast, Malta and Cres/Lo_inj Islands)*. Valletta, 15-19 de septiembre de 1992. PNUMA (OCA) /MED WG. 55/ 7. PNUMA, Atenas.
- PNUMA, 1994a. *Implications of Expected Climatic Changes on the Island of Rhodos*. PNUMA (OCA) /MED WG.55/2 rev. PNUMA, Atenas.
- PNUMA, 1994b. *Implications of Expected Climatic Changes on Kastela Bay*. PNUMA (OCA) /MED WG.55/4 rev. PNUMA, Atenas.
- PNUMA, 1994c. *Implications of Expected Climatic Changes on the Syrian Coast*. PNUMA (OCA) /MED WG.55/6 rev. PNUMA, Atenas.
- PNUMA 1994d. *Implications of Expected Climatic Changes on Malta*. PNUMA (OCA) /MED WG.55/3 rev. PNUMA, Atenas.
- PNUMA, 1994e. *Implications of Expected Climatic Changes on Cres/Losinj*. PNUMA (OCA) /MED WG.55/5 rev. PNUMA, Atenas.
- PNUMA, 1998. *Report of the workshop on invasive *Caulerpa* species in the Mediterranean*. Seminario del PAM, Heraklion, Creta, Grecia, 18-20 de marzo de 1998. PNUMA (OCA) /MED WG. 139/4, 16 págs.
- PNUMA/CIUC/OMM, 1986. *Report of International Conference on the Assessment of the Role of CO₂ and Other Greenhouse Cases in Climate Variations and Associated Impacts*. Villach, 9-15 de octubre de 1985. OMM, Ginebra.
- Por F. D. 1978. *Lessepsian migration*. Ecological Studies, 23, Springer, 228 pág.
- Por F.D. 1990. "Lessepsian migration. An appraisal and new data" en *A propos des migrations lessepsiennes*. Bulletin de l'Institut océanographique, Mónaco, págs. 1-10, núm. special 7: 152 págs.
- Ribera M. A., Boudouresque, G. 1995. "Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impact" en: *Progress in Phycological Research*, v. 11. Dirs: F.E. Round y D.J. Chapman.
- Santangelo G., Abbiati M., Giannini F., Cicogna F. 1993. "Red coral fishing trends in the western Mediterranean Sea during the period 1981-1991". *Sci. Mar.*, 57:139-143.

- Stergiou K.I. *et al.* 1997. "The Hellenic Seas: Physics, Chemistry, Biology and Fisheries". *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 35:415-535.
- Vacelet J. 1994. *Control of the severe sponge disease epidemic. Near East and Europe: Algeria, Cyprus, Egypt, Lebanon, Malta, Morocco, Syria, Tunisia, Turkey, Yugoslavia*. Informe técnico. FAO-FI/TCP/RAB/8853.
- Venizelos L.E. 1990. "The endangered loggerheads of Zakynthos (Greece): A part of the Mediterranean sea turtle conservation issue. The formation of MEDASSET (Mediterranean Association to Save the Sea Turtles)". *Thalassographica*, 13, Supl. 1., 53-59
- Warrick R., *et al.* 1996. "Changes in sea level" en: *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Dirs: J.T. Houghton *et al.* Informe del Grupo de Trabajo I del IPCC, Cambridge University Press.
- Wigley, T.M.L., Raper S.C.B. 1992. "Implications for climate and sea level of revised IPCC emissions scenarios". *Nature*, 357:293-300.
- Zibrowius H. 1991. "Ongoing modification of the Mediterranean marine fauna and flora by the establishment of exotic species". *Mesogee*, 51: 83-107.

6. Actividades regionales y situación de las acciones emprendidas

En esta sección del informe se presenta un breve resumen de las respuestas en el marco de la evaluación FPEIR (Fuerzas motrices/Presiones/Estado/Impacto/Respuestas), con especial referencia a los programas aplicados a escala regional o, al menos, a escala transnacional en la cuenca. Se dedica una atención especial al Convenio de Barcelona, que constituye un valioso marco para la protección del medio ambiente en la región, así como a los programas financiados por la UE.

La información que existe sobre lo que están llevando a cabo los distintos países, los organismos y agencias multilaterales y las ONG es muy dispersa. El cuadro que se obtiene está claramente incompleto, pese a la extensa búsqueda de información sobre la “respuesta” adoptada para hacer frente a los problemas del medio ambiente, una respuesta que sin duda ha aumentado de ritmo en los últimos decenios.

En la presente sección se incluye una descripción de las actividades del Plan de Acción del Mediterráneo, de sus objetivos y de su estructura actual, y se hace un repaso de los programas internacionales y de la UE relativos al medio ambiente en la región mediterránea.

Se presta atención no sólo a los programas dirigidos a ampliar nuestros conocimientos sobre el medio ambiente mediante la investigación y la publicación de conjuntos de datos, tanto en bruto como analizados, sino también a los programas en los que predominan el enfoque administrativo y socioeconómico o el uso específico de tecnología para la protección del medio ambiente, como los relativos a los sensores remotos.

6.1. Programas internacionales de medio ambiente

La región mediterránea no sólo está muy influida por los cambios naturales, especialmente los cambios climáticos globales, sino que también es muy sensible a los cambios en la economía mundial, a las políticas sobre el uso del suelo y a la demografía, que en conjunto ejercen un impacto considerable en el desarrollo sostenible. Aunque el mar Mediterráneo engloba diferentes sistemas económicos y políticos, existe una preocupación generalizada por muchos problemas ambientales comunes. Además, la cuenca ofrece un potencial considerable para la investigación. Estas característi-

cas distintivas hacen de la región mediterránea una zona ejemplar para la investigación internacional integrada de los impactos relacionados con el cambio.

Como ejemplo de una correcta integración de los problemas y las necesidades de investigación, puede citarse el trabajo del reciente seminario ENRICH/START (Red Europea de Investigación sobre el Cambio Global) acerca de los cambios en el Mediterráneo y en el mundo (Toledo, España, septiembre de 1996) (ENRICH/START, 1997). Las recomendaciones del seminario están todas ellas relacionadas con la constatación de que las ciencias de la tierra no pueden explicar la realidad sin integrar la actividad y la conducta humana como un componente más de la biosfera. En todo caso, y siguiendo esas recomendaciones, el conocimiento básico de las interacciones entre la tierra y el mar, incluida la influencia de los procesos marinos a gran escala, dependerá más específicamente del desarrollo de programas sobre los siguientes aspectos:

- la interacción del desarrollo socioeconómico de la región mediterránea y el medio ambiente, con especial hincapié en los posibles efectos del cambio global previsto (p. ej., programas de PNUMA/COI, Plan Azul y Programas de Gestión de Zonas Costeras - PGZC - del Plan de Acción del Mediterráneo);
- el mar Adriático como estudio de un caso de impacto de grandes sistemas fluviales en el mar Mediterráneo; y
- la interacción de la dinámica general de las masas de agua del Mediterráneo con las corrientes locales, y su importancia en la cuenca mediterránea, p. ej. POEM (Oceanografía Física del Mediterráneo Oriental), PRIMO (programa similar del Mediterráneo occidental) y más recientemente MATER (segunda fase del Proyecto Especial del Mediterráneo de la UE).

De todos estos temas, los aspectos más importantes son los siguientes:

1. el vertido de nutrientes a las zonas litorales procedentes de fuentes terrestres y la consiguiente eutrofización;
2. los sistemas fluviales, con especial referencia al impacto de la gestión de los recursos hídricos;
3. los efectos de las políticas y prácticas sobre el uso del suelo en los ecosistemas costeros y marinos, con especial referencia a la degradación del suelo y la desertización; y

4. el posible impacto del cambio global (en particular, la variación del nivel del mar) en el entorno marino y litoral, el desarrollo socioeconómico y el uso de recursos naturales sobre una base sostenible.

Las observaciones y las mediciones de variables deben realizarse con la metodología adoptada para los programas internacionales mundiales o regionales a gran escala; así se facilitará la comparación de los resultados a escala mediterránea o mundial, tanto en lo que se refiere a los parámetros marinos (MEDATLAS, MEDGOOS, MED POL, etc.) como a los parámetros socioeconómicos (Plan Azul, PGZC, Programa Mediterráneo del Banco Mundial METAP, etc.).

La capacitación es fundamental para el éxito de los programas recomendados o existentes como los que se han mencionado. Esta capacitación podría conseguirse principalmente mediante las siguientes actividades: (i) amplia e intensa colaboración norte-sur y promoción de la participación de instituciones y científicos del sur y el este en los temas de investigación propuestos (COI/TEMA, PAM, EUROMED); (ii) mejora de las bases de datos relevantes que ya existen, con la preparación de un directorio de bases de datos relevantes e información sobre su contenido y el modo de acceder a ellas (COI/IODE, ENRICH según se mencionaba antes, etc.).

EuroGOOS (Sistema Europeo de Observación Global de los Océanos), creada en 1994, es la asociación europea de organismos de promoción de los objetivos del Sistema de Observación Global de Océanos (GOOS). Las actividades de EuroGOOS relacionadas con el mar Mediterráneo incluyen un resumen de los métodos de observación, de los sistemas existentes en tiempo real, de la red meteorológica, de las boyas meteorológicas en el borde de la plataforma, etc. En la actualidad se está desarrollando el componente mediterráneo del GOOS, que se conocerá como MedGOOS.

6.2. El Plan de Acción del Mediterráneo

6.2.1. Componente jurídico

En 1975, los países mediterráneos y la CEE adoptaron el Plan de Acción del Mediterráneo (PAM) y, en 1976, el Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona). Este último contemplaba la preparación de protocolos técnicos. Las Partes Signatarias han firmado ya seis protocolos del Convenio y recientemente se ha modificado también el Convenio de Barcelona (**Tabla 6.1**).

En la actualidad, las Partes Signatarias están debatiendo las enmiendas al Protocolo de

Emergencia, así como las reglas y procedimientos apropiados para determinar las responsabilidades y las indemnizaciones por daños y perjuicios resultantes de la contaminación del medio ambiente marino en la zona del Mediterráneo, que podría dar lugar a un nuevo protocolo.

6.2.2. Programa y objetivos

Aunque en un principio el PAM se orientó a la contaminación marina, la experiencia pronto confirmó que las tendencias socioeconómicas, junto con una mala gestión y planificación del desarrollo, son la causa de la mayoría de los problemas ambientales, y que una protección correcta y duradera del medio ambiente está inseparablemente unida al desarrollo social y económico. Por tanto, el enfoque del PAM pasó gradualmente de un planteamiento sectorial de la evaluación de la contaminación al control de ésta y a una planificación y gestión integradas de las zonas litorales como herramientas básicas para la búsqueda de soluciones.

En 1995 se aprobó una nueva fase del PAM. La Fase II del PAM, rebautizada como "Plan de acción para la protección del medio ambiente marino y el desarrollo sostenible de las zonas litorales del Mediterráneo", se diseñó teniendo en cuenta los logros y defectos de los veinte primeros años de existencia del PAM, así como los resultados de iniciativas recientes, como la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Rio de Janeiro, 1992).

Los principales objetivos de la Fase II del PAM son:

- garantizar la gestión sostenible de los recursos naturales marinos y terrestres e integrar el medio ambiente en el desarrollo social y económico y en las políticas relativas al uso del suelo;
- proteger el medio ambiente marino y las zonas costeras mediante la prevención de la contaminación y la reducción o, en la medida de lo posible, eliminación del vertido de contaminantes, ya sea con carácter crónico o accidental;
- proteger la naturaleza, y proteger y mejorar los parajes y paisajes de valor ecológico o cultural;
- reforzar la solidaridad entre los países costeros del Mediterráneo en lo que se refiere a la gestión de su patrimonio y sus recursos comunes, para beneficio de las generaciones presentes y futuras, y
- contribuir a la mejora de la calidad de vida.

Aunque resulta difícil evaluar los progresos realizados, hay pruebas directas e indirectas de que muchos países han adoptado un gran número de acciones concretas, conforme a los requisitos y disposiciones del PAM, por lo que

Tabla 6.1

Convenio de Barcelona y sus protocolos

Título	Adoptado	Fecha de entrada en vigor	Modificado	Nuevo título
Convenio de Barcelona				
Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación	Barcelona, España, 16.2.1976	12.2.1978	Barcelona, España, 9 - 10.6.1995	Convenio para la protección del medio ambiente marino y la región costera del Mediterráneo
1. Protocolo sobre vertidos				
Protocolo para la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo por vertidos desde buques y aeronaves	Barcelona, España, 16.2.1976	12.2.1978	Barcelona, España, 9 - 10.6.1995	Protocolo para la prevención y eliminación de la contaminación del mar Mediterráneo por vertidos desde buques y aeronaves o incineración en el mar
2. Protocolo sobre emergencias				
Protocolo relativo a la cooperación para combatir la contaminación del mar Mediterráneo con petróleo y otras sustancias nocivas en casos de emergencia	Barcelona, España 16.2.1976	12.2.1978		
3. Protocolo sobre fuentes terrestres (FT)				
Protocolo para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación de fuentes terrestres	Atenas, Grecia 17.5.1980	17.6.1983	Siracusa, Italia, 6-7.3.1996	Protocolo para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación de fuentes y actividades terrestres
4. Protocolo relativo a zonas especialmente protegidas				
Protocolo relativo a zonas especialmente protegidas en el Mediterráneo	Ginebra, Suiza 3.4.1982	23.3.1986	Barcelona, España, 9-10.6.1995. El nuevo Protocolo incluye anexos que se adoptaron en Mónaco el 24.11.1996.	Protocolo relativo a zonas especialmente protegidas y diversidad biológica en el Mediterráneo
5. Protocolo sobre actividades en alta mar				
Protocolo para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación resultante de la exploración y explotación de la plataforma continental y el fondo del mar y su subsuelo	Madrid, España, 14.10.1994		En proceso de ratificación	
6. Protocolo sobre residuos peligrosos				
Protocolo sobre la prevención de la contaminación del mar Mediterráneo por el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación	Izmir, Turquía, 1.10.1996		En proceso de ratificación	

Fuente: PNUMA/PAM

puede decirse que éste ha influido en las políticas y prácticas ambientales de los países mediterráneos. El PAM ha sido un importante instrumento de cambio y progreso en materia de medio ambiente en el Mediterráneo. Entre sus logros más importantes pueden citarse la sensibilización de la opinión pública respecto a la importancia de un medio ambiente saludable para el Mediterráneo y sus habitantes; un claro cambio de actitud ante la protección del medio ambiente en la formulación de políticas; la creación de un sentimiento de solidaridad y el reconocimiento de la necesidad de actuar colec-

tivamente para mejorar el futuro del Mediterráneo.

Los principales fallos en la protección del medio ambiente marino del Mediterráneo y su litoral son los siguientes:

- gestión inapropiada de las costas;
- falta de decisión en la protección de especies y hábitats;
- niveles altos y persistentes de cargas de contaminantes procedentes de fuentes terrestres.

Esta situación, que aunque está mejorando lo hace lentamente, se debe a la todavía reciente adopción de políticas de medio ambiente y a la todavía insuficiente movilización de recursos humanos y financieros y de las partes socioeconómicas implicadas.

6.2.3. Organización

Las Partes Signatarias han encomendado al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente el desempeño de las funciones de Secretaría del Convenio de Barcelona. Para facilitar esta función, el director ejecutivo del PNUMA ha establecido una oficina en Atenas, Grecia, que actúa como Unidad de Coordinación Regional para el programa. La Unidad prepara las reuniones de las Partes Signatarias y de la Oficina, y actúa como secretaria de la Comisión Mediterránea sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS). Se encarga también de elaborar el programa y el presupuesto y es responsable del seguimiento de las decisiones adoptadas. Mantiene relaciones y coordina sus actividades con organizaciones internacionales y no gubernamentales, e informa periódicamente de sus actividades y de las de los Centros Regionales de Actividad.

La Comisión Mediterránea sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS) se creó como órgano asesor de las Partes Signatarias, para identificar, evaluar y examinar problemas económicos, ecológicos y sociales importantes incluidos en la Agenda MED 21 y la Fase II del PAM, elaborar propuestas apropiadas al respecto e intensificar la cooperación regional para la integración del medio ambiente y el desarrollo. La Comisión adoptó un programa de actividades que se correspondían con algunas de las necesidades prioritarias de la región mediterránea, como: gestión sostenible de las zonas litorales; gestión de la demanda de agua; indicadores del desarrollo sostenible; turismo, divulgación de información y participación; libre comercio y medio ambiente; industria y desarrollo sostenible, así como desarrollo urbano y rural.

Hasta la fecha se han creado seis Centros Regionales de Actividad (RAC) para la aplicación de los diversos componentes del Plan de Acción. Todos menos uno son centros nacionales que desempeñan una función regional en representación del PAM. El Centro Regional para la Lucha contra el Petróleo (ROCC), rebautizado como **Centro Regional de Respuesta de Emergencia a la Contaminación Marina (REMPEC)**, en Malta, es un centro de la ONU gestionado por la OMI que se creó para ayudar a las Partes Signatarias a cumplir los compromisos derivados del Protocolo sobre Emergencias. Ha permitido reforzar las capacidades de los países para prepararse e intervenir contra la

contaminación, mediante la implantación de planes nacionales de contingencia, la adopción de acuerdos bilaterales y multilaterales (es decir, la implantación de sistemas subregionales) y la facilitación de la cooperación entre países en caso de accidentes.

El Centro Regional de Actividad del Plan Azul (BP/RAC) situado en Sophia Antipolis (Francia), realiza estudios prospectivos de las tendencias del desarrollo y su impacto en el medio ambiente de la región mediterránea. Esta tarea exige también la observación y evaluación objetiva del estado del medio ambiente y la capacidad de cada una de las Partes Signatarias para actuar, todo lo cual se vigila desde el Observatorio del Medio Ambiente y el Desarrollo del Mediterráneo (MEDO). El objetivo del **Centro Regional de Actividad en Split, Croacia, conocido como PAP/RAC (Programa de Acciones Prioritarias)**, es abordar problemas inmediatos relacionados con el desarrollo y su efecto en el medio ambiente y los recursos costeros, mediante acciones prioritarias en una serie de campos, con vistas a la implantación de prácticas adecuadas de gestión ambiental necesarias para el desarrollo sostenible. Una importante herramienta utilizada es la Gestión Integrada de las Zonas Litorales (ICAM). El Centro ayuda a los países ofreciéndoles asistencia técnica para ampliar las competencias institucionales en sus respectivos campos. El PAP/RAC ha iniciado y coordinado Programas de Gestión de Zonas Costeras del PAM (PGZC). Los proyectos que se encuadran en él tienen como objetivo la aplicación de los conocimientos y experiencias de los RAC en la resolución de los problemas de medio ambiente y desarrollo en puntos específicos de algunos países mediterráneos. La participación de expertos locales y nacionales en las actividades de los PGZC constituye el núcleo de los objetivos de capacitación de esos proyectos. El PAP/RAC y el Plan Azul participan especialmente en las actividades realizadas a través de la CMDS.

El Centro Regional de Actividad en Túnez, conocido como SPA/RAC (Zonas especialmente protegidas), se ha creado para ayudar a los países en la aplicación técnica del Protocolo sobre ZEP. Las principales áreas que abarca son la identificación, establecimiento y gestión de zonas marinas y litorales protegidas, el diseño y realización de estudios, las actividades de vigilancia y conservación de especies amenazadas, la preparación de inventarios de los componentes de la diversidad biológica, la elaboración de leyes, la formulación de estrategias de conservación de la biodiversidad y la mejora de las capacidades nacionales mediante el desarrollo de programas de formación. Para promover el intercambio y divulgación de informa-

ción, el SPA/RAC mantiene varios directorios y bases de datos. Coordina también la aplicación de tres planes de acción relativos a especies amenazadas (foca monje, tortugas marinas y cetáceos) adoptados en el Plan de Acción del Mediterráneo.

El **Centro Regional de Actividad para el Control Remoto del Medio Ambiente (ERS/RAC)** tiene su sede en Palermo, Italia, y su tarea consiste en ampliar los conocimientos generales y la información disponible sobre el estado del medio ambiente y los cambios en el Mediterráneo, apoyar los procesos de planificación y toma de decisiones que favorezcan el desarrollo sostenible, y fomentar y aplicar el uso de sensores remotos y su integración con otras fuentes de información. También ayuda a los países a reforzar sus propias capacidades.

El **Centro Regional de Actividad para una Producción Más Limpia (CP/RAC)** se creó en 1996 para divulgar el concepto de producción limpia y prevención de la contaminación, sus técnicas y procedimientos y sus ventajas en cuanto a la mejora del sector industrial. Sus principales actividades son el fomento y la cooperación en iniciativas y programas para la reducción del vertido de residuos en su origen, la información y el asesoramiento sobre tecnologías más limpias, la promoción de la transferencia de tecnología entre los países de la Región, el fomento del intercambio de expertos y actividades de formación y la coordinación de una red de puntos focales nacionales.

Los RAC se ocupan de realizar actividades específicas, acordadas por las Partes Signatarias, bajo la orientación y supervisión general de la Unidad de Coordinación del PAM.

6.2.4. El programa MED POL

El programa MED POL, que es el componente científico y técnico del PAM, era inicialmente el componente principal. En la primera fase (1975-1981) desempeñó un importante papel en la mejora de las capacidades técnicas de la mayoría de los países mediterráneos y en la creación de una red de centros dedicados a actividades relacionadas con la contaminación marina. La segunda fase (1982-1996) se centró en el desarrollo y mantenimiento de programas nacionales de vigilancia en la región. Las Partes Signatarias propusieron y aprobaron una serie de medidas comunes para el control de la contaminación.

MED POL ha iniciado su tercera fase desplazando su atención desde la evaluación de la contaminación al control de la misma. Los objetivos de esta Fase III de MED POL son los siguientes:

- evaluación de todas las fuentes (puntuales y difusas) de contaminación, de la carga de contaminación que alcanza el mar Mediterráneo y de la magnitud de los problemas que causan los contaminantes en los recursos vivos e inertes, incluida la salud humana, así como en los usos recreativos y de otro tipo de las regiones marinas y litorales;
- asistencia a los países (incluida la mejora de sus capacidades) en el desarrollo y ejecución de planes de acción nacionales para la eliminación de la contaminación marina, en particular como consecuencia de actividades terrestres;
- evaluación del estado y las tendencias en la calidad del medio ambiente marino y litoral como sistema precoz de alerta de los posibles problemas ambientales causados por la contaminación;
- formulación e implantación de planes de acción, programas y medidas para prevenir y controlar la contaminación, reducir su impacto y recuperar los sistemas ya dañados por la misma; y
- vigilancia de la aplicación de los planes de acción, programas y medidas para el control de la contaminación y evaluación de su eficacia.

A través de un proyecto del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), se preparó un análisis diagnóstico transfronterizo de los problemas de la región y se identificaron "puntos de alarma" de contaminación que llevaron a la elaboración de un Programa de Acción Estratégico (PAE) para la Contaminación de Origen Terrestre, que fue adoptado por las Partes Signatarias en 1997. Este programa analiza los principales problemas de contaminación en la región, elabora medidas de control e intervenciones y establece un calendario para su implantación. El Consejo del FMAM aprobó un proyecto FMAM ampliado a tres años en 1998 para la adopción de una serie de medidas preliminares de cara a la implantación a largo plazo del PAE.

Pese a los esfuerzos del programa MED POL, no todos los países del Mediterráneo están todavía en situación de facilitar datos suficientes y de buena calidad como base para la toma de decisiones. Sigue habiendo lagunas temporales y geográficas en las bases de datos regionales. Tendrán que movilizarse recursos financieros para reponer los aparatos analíticos que ya se han quedado obsoletos y, a través del programa MED POL, reforzar muchas infraestructuras regionales y la transferencia de laboratorios, pero también proporcionar los equipos de formación necesarios para los nuevos tipos de vigilancia que se contemplan en la Fase III de

MED POL (tendencias, efectos biológicos, conformidad).

6.3. Proyectos internacionales de la UE

La información sobre los programas de medio ambiente, su financiación y los proyectos correspondientes dentro de la UE está fragmentada, siendo el medio ambiente un tema transversal que recibe una atención cada vez mayor de las Direcciones Generales de la Comisión, como resultado de la integración de los problemas ambientales en las políticas sectoriales y en la planificación que exige el tratado consolidado de la UE (Tratado de Amsterdam).

Por tanto, la información aquí presentada está lejos de ser completa y puede verse influida por su disponibilidad en las bases de datos de la UE, principalmente las contenidas en los servidores CORDIS y EUROPA, que son instrumentos muy útiles para la búsqueda de información, pero que facilitan información incompleta cuando se analizan temas "horizontales" como los programas de medio ambiente en el Mediterráneo.

No todos los instrumentos financieros, programas y proyectos aprobados se centran en la investigación, como tampoco todos ellos incluyen la recogida o producción de datos para suministrar una mejor información sobre el estado del medio ambiente. En todo caso, casi siempre facilitan información que es relevante para más de un país o que puede utilizarse para evaluar tendencias actuales en respuesta a las amenazas sobre el medio ambiente en la UE y otros países participantes, ayudando así a la construcción de una perspectiva medioambiental europea.

6.3.1. Breve resumen de los principales programas y proyectos relativos al Mediterráneo

Una parte de los programas ambientales financiados por la UE con relación al Mediterráneo tienen sólo importancia para los Estados miembros de la UE, pero otros tratan de adoptar una perspectiva regional.

El programa MEDA, para el cual es competente la DG de Relaciones Exteriores en el marco de la creación de una zona euromediterránea de libre comercio, se ocupa de realizar estudios y adoptar medidas adicionales y en la segunda Conferencia Ministerial Euromediterránea se ha insistido en la necesidad de proseguir la cooperación entre los sectores de política energética, medio ambiente, política hidrológica, transporte marítimo, agricultura, menor dependencia de los alimentos, el desarrollo de la infraestructura regional y la transferencia de tecnología.

Dentro de ese plan de trabajo, en 1996 se celebraron reuniones de expertos sobre la protección de humedales en la zona del Mediterráneo y sobre la gestión local del agua. Se celebraron también una reunión preliminar de expertos sobre la gestión de los recursos pesqueros en el Mediterráneo y una segunda Conferencia diplomática sobre la gestión de bancos de peces en el Mediterráneo.

El Programa de acción prioritaria del medio ambiente a corto y medio plazo (SMAP) es un programa marco de acción para la protección del medio ambiente mediterráneo, dentro del contexto de la Alianza Euromediterránea. Fue adoptado por unanimidad por la Conferencia Ministerial Euromediterránea sobre Medio Ambiente celebrada en Helsinki el 28 de noviembre de 1997. El SMAP pretende convertirse en la base común para los fines medioambientales (en lo que se refiere a orientación política y financiación) en la región mediterránea.

Los ministros de medio ambiente identificaron también la desertización y la gestión integrada de los litorales como cuestiones medioambientales prioritarias en el Mediterráneo, junto con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad como una cuestión ambiental «horizontal».

El programa PHARE ha conseguido logros parecidos en los países de Europa Central y Oriental (PECO). Su objetivo es ayudar a reunificar la corriente principal de desarrollo europeo y reforzar las relaciones políticas y económicas con la UE. Como parte de este proceso de integración, el trabajo de armonización medioambiental se realiza por medio de proyectos o centros específicos como el DISAE (Desarrollo de Estrategias Prácticas de Armonización en Medio Ambiente) dirigidas a armonizar la legislación en materia de medio ambiente.

La DG de Medio Ambiente ha establecido programas para la evaluación y protección del medio ambiente a escala regional y local, en estrecha cooperación con otras DG, como puede verse en el programa de demostración para la Gestión Integrada de las Zonas Litorales (ICZM). El principal instrumento financiero de la UE exclusivamente dedicado al medio ambiente es LIFE, que se centra en tres importantes esferas de acción: Medio Ambiente, Naturaleza y Terceros Países. LIFE ha financiado unos 50 proyectos en la cuenca mediterránea. Aunque estas tres esferas pretenden mejorar el medio ambiente, cada una de ellas tiene sus prioridades específicas.

En 1998, LIFE Terceros Países incluyó a 15 países mediterráneos y suministró fondos para asistencia técnica en la creación de estructuras administrativas medioambientales. LIFE Naturaleza realiza actividades de conservación y demostraciones para promover el desarrollo sostenible. Los objetivos de las actividades financiadas han de ajustarse también a la política y legislación de la Comunidad.

Los principales proyectos de la UE relativos al mar Mediterráneo a escala de toda la cuenca son los proyectos de investigación emprendidos por la DG de Investigación en el marco de sus propias iniciativas MAST. Los proyectos realizados en el pasado consistieron en la recogida de datos físicos, químicos y biológicos, el análisis de datos y la modelización de las corrientes marinas y los ecosistemas. Fueron aprobados por la

Comisión Europea en 1993 y coordinados como un Proyecto Especial Mediterráneo (MTP). El MTP supone un importante esfuerzo de mejora de los conocimientos actuales sobre el mar Mediterráneo (cuencas tanto occidentales como orientales). Los programas MAST han ampliado considerablemente los conocimientos que tenía la comunidad oceanográfica sobre los grandes fenómenos físicos y biológicos que ocurren en el mar. En la actualidad se desarrollan con un enfoque multidisciplinario y tratan de comprender la relación que existe entre el transporte vertical de nutrientes en la zona eufótica y la productividad primaria. Los programas MAST pueden aportar un elevado volumen de datos de calidad para la evaluación de la situación y las tendencias en muchas regiones del Mediterráneo. Dentro de esos programas, los objetivos del MTP 11-MATER (1995-1998) consisten en estudiar y cuantificar

Gestión de las costas: hacia un enfoque integrado

La necesidad de una mejora de la gestión de las zonas costeras ha llevado, en mayor o menor medida desde principios de 1970, a establecer una serie de compromisos políticos y a tomar numerosas medidas.

Consecuentemente, en algunos países se han adoptado disposiciones legales y estrategias nacionales, se han establecido sistemas regionales de gestión y se han llevado a cabo estudios, inventarios e investigación. Existe ya un volumen considerable de textos legales e instrumentos que, de aplicarse, ayudarían a proteger el medio ambiente del litoral. Sin embargo, nada de ello ha impedido el deterioro del medio ambiente, que sigue produciéndose en muchas zonas. Estudios recientes sobre esta cuestión suelen llegar a las mismas conclusiones: la legislación y los instrumentos existentes son relativamente completos, pero no tan eficaces como deberían serlo debido a la falta de coordinación entre las muchas partes que influyen en el desarrollo de los litorales.

Esta falta de coordinación no sólo afecta a las relaciones horizontales entre sectores de actividad, sino también al entramado de las políticas y acciones adoptadas a diferentes niveles de competencia territorial (local, regional, nacional o europea). La aplicación demasiado estricta del principio de subsidiariedad ha ocasionado con demasiada frecuencia el reparto de responsabilidades, que simplemente se distribuyen entre los diferentes niveles de competencia, sin tenerse en cuenta las numerosas interacciones existentes. Las complejas relaciones entre las actividades humanas y el medio ambiente del litoral se pasan así por alto y las medidas aisladas suelen fracasar en el logro de su objetivo o llegan a ser mutuamente contradictorias.

Pese a que el intento de lanzar una directiva marco de la UE sobre ICZM no tuvo éxito, la creciente necesidad de disponer en el ámbito local de herramientas de gestión capaces de abordar simultáneamente los problemas ambientales locales y el crecimiento socioeconómico ha llevado a la Comisión de la UE a emprender un programa específico de demostración con la estrecha cooperación de tres Direcciones Generales (DG de Medio Ambiente; DG de Pesca y DG de Políticas Regionales) y con la participación de la DG de Investigación, el CCI (Centro Común de Investigación) y la AEMA.

Debe decirse que, a la vista de la orientación política de la UE en materia de medio ambiente, todos los programas seleccionados desde el principio han implicado al sector privado en un esfuerzo por superar, por medio de la participación, los límites del marco tradicional de "comando y control" que, por desgracia, se han puesto de manifiesto en la gestión de las costas.

A los efectos del programa de demostración, la zona litoral se define como "una franja de tierra y mar de anchura variable dependiendo de la naturaleza del medio ambiente y las necesidades de gestión". Rara vez se corresponde con las unidades de administración o planificación ya existentes, ni con los sistemas costeros naturales. Estos últimos pueden extenderse mucho más allá de la línea de demarcación de las aguas territoriales, y muchos kilómetros hacia el interior.

Para este programa de demostración, la Comisión ha seleccionado treinta y cinco proyectos de gestión, más de una docena de los cuales se desarrollan en la cuenca mediterránea. Cada uno de esos proyectos estudiará el funcionamiento de los procedimientos de gestión integrada y cooperación, así como su eficiencia, con el fin de evaluar la coherencia política y los modelos alternativos de gestión.

Los proyectos se seleccionaron principalmente en el contexto del instrumento financiero LIFE-Medio Ambiente y el programa TERRA. Los programas INTERREG IIC, por su parte, están aportando una dimensión europea transnacional. Muchos de ellos incluyen un tema sobre la gestión integrada de las zonas litorales, lo que les permitirá contribuir con una visión estratégica y un marco al programa de demostración ICZM.

La cobertura geográfica abarca desde el Mediterráneo y los Alpes franceses e italianos, incluyendo tres países, unas quince regiones y una población de 65 millones de habitantes, hasta el programa INTERREG IIC del Mediterráneo oriental, con dos países y diez regiones.

los mecanismos que desencadenan y controlan la transferencia de masa y energía entre los diferentes compartimentos (tierra – mar, mar – atmósfera, agua – sedimentos, seres vivos – materia inerte, pelagos – bentos), en contraste con los entornos tróficos (de eutróficos a oligotróficos) del mar Mediterráneo, e investigar la respuesta de los ecosistemas a esa transferencia. La principal aportación parece ser la ampliación del conocimiento sobre la variabilidad del sistema marino, considerando el mar Mediterráneo como un océano reducido. El programa se ha diseñado para evaluar procesos en diferentes escalas de tiempo y espacio, desde toda la cuenca hasta el ámbito local, y desde procesos diarios hasta las variaciones interanuales. El proyecto reúne 54 grupos de investigación de diez Estados miembros de la UE y tres Estados no pertenecientes a la UE, y cuenta con un presupuesto de más de 1,2 millones de euros.

Otras iniciativas importantes son algunos de los programas sobre clima y medio ambiente de la DG de Investigación, que realizan estudios cuyos resultados se utilizan para buscar soluciones a los problemas y la gestión del medio ambiente de las zonas costeras, con una especial atención a los Estudios Europeos de la Interacción Tierra-Océano (ELOISE). El plan del proyecto ELOISE fue elaborado por los representantes de los programas de la UE sobre Medio Ambiente y Ciencia y Tecnología Marina (MAST) en colaboración con el Comité Asesor Científico del Proyecto Básico IGBP sobre las Interacciones Tierra-Océano en las Zonas Litorales (LOICZ). El objetivo es elaborar una estrategia europea coherente para el problema de los ecosistemas costeros en el contexto de las LOICZ, con el fin de conocer mejor el papel que desempeñan las zonas litorales en el sistema climático global y la posible respuesta de los sistemas costeros al cambio global.

ELOISE se desarrolla en el marco del Programa MAST III y el Programa sobre Medio Ambiente y Clima. En él participan dos grupos de 15 proyectos cada uno, que se están llevando a cabo en todos los mares europeos. El mar Mediterráneo alberga varios proyectos, entre ellos los siguientes:

1. METRO-MED (Dinámica de la transferencia de materia y ciclos biogeoquímicos: su modelización en los sistemas costeros del mar Mediterráneo), cuya finalidad es estudiar y modelar los procesos clave de transferencia de materia (intercambio y depósito) y los ciclos biogeoquímicos en el sistema de las zonas litorales. Estos procesos se estudiarán en dos puntos del mar Mediterráneo: el Golfo Termaico en el norte de Grecia y el Golfo de Lyon en el sur de Francia.
2. DUNES (Métodos de gestión integrada: vigilancia del cambio ambiental en los ecosistemas costeros de dunas), cuya finalidad es desarrollar métodos de gestión para la vigilancia del medio ambiente en los ecosistemas costeros de dunas. El desarrollo de esta herramienta de gestión se está preparando con un nuevo sistema de control por ordenador para los sistemas europeos de dunas e incluye dos parajes en el Mediterráneo en los que se examinará con detalle el efecto de la actividad humana en las estructuras y la vulnerabilidad de la vegetación.
3. ROBUST (Papel de la capacidad de amortiguación en la estabilización de los ecosistemas lacustres del litoral), cuyo objetivo es definir los componentes bióticos y abióticos de los procesos internos en los sistemas lacustres del litoral y estimar su capacidad de amortiguación frente a procesos agresivos externos. El proyecto incluye la laguna Sacca di Goro en la costa del Adriático.
4. NICE (Reciclaje del nitrógeno en los estuarios), cuyo objetivo general es conocer mejor el proceso de eliminación de nitrógeno en los estuarios europeos y comprender cómo ese proceso se ve afectado por el clima, la amplitud de las mareas y los productores bentónicos primarios.
5. MAMCS (Sistema mediterráneo del ciclo del mercurio atmosférico), cuyo objetivo es ampliar los conocimientos científicos sobre el ciclo biogeoquímico del mercurio en el mar Mediterráneo.
6. CHABADA (Cambios en la diversidad y actividad bacterianas en las aguas costeras del Mediterráneo como consecuencia de la eutrofización), cuya finalidad es determinar las variaciones espaciales y temporales en la diversidad genética y fenotípica de la comunidad microbiana, utilizando un modelo simulado *in situ* con una muestra del agua costera mediterránea a la que se aplican condiciones artificiales de eutrofización. La validez de las conclusiones derivadas de la comparación entre la diversidad y la actividad celular obtenidas en los experimentos *in situ* se pondrá a prueba en el mar Adriático. A continuación se vinculará el proyecto CHABADA a los resultados del proyecto multidisciplinario PALOMA de la CE, que facilitará datos taxonómicos sobre la microflora presente en condiciones naturales.
7. KEYCOP, que examina los procesos costeros básicos (flujo y circulación del carbono, nutrientes y elementos traza) en la columna de agua y los sedimentos entre sistemas pelágicos y bentónico. Se centra en el estudio comparativo entre Skagerrak en el mar del Norte y el norte del mar Egeo en el Mediterráneo.
8. FECTS (Retroinformación sobre las corrientes en estuarios y el transporte de sedimentos en el fitobentos), cuya finalidad es

investigar los ciclos de los ecosistemas de los estuarios que afectan a las comunidades fitobentónicas, la hidrodinámica, la circulación de nutrientes y el transporte de sedimentos.

En cuanto a la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología con el Magreb y los países de la cuenca mediterránea, el programa AVICENNE abarca áreas de acción como las siguientes: contaminantes orgánicos e inorgánicos, sus efectos en el medio ambiente y evaluación de los riesgos para la salud humana; tecnologías limpias y tratamiento o reciclaje de residuos; desertización de las zonas mediterráneas; mejora y conservación de los recursos hídricos; obtención y divulgación de información científica y técnica; y fomento de la cooperación entre universidades y empresas de los Estados miembros y terceros países mediterráneos implicados, en las áreas consideradas como prioritarias. Los terceros países mediterráneos implicados son Argelia, Chipre, Egipto, Israel, Jordania, Líbano, Marruecos, Malta, Siria, Turquía y Túnez.

El presupuesto asignado a la iniciativa en 1992 fue de 5 millones de ECU y, en 1993, de 5,3 millones de ECU. Como parte de esa iniciativa se han realizado dos convocatorias de propuestas y se han financiado 48 proyectos, que se describen en la base de datos de proyecto CORDIS.

El programa FAIR se lanzó también dentro del cuarto programa marco de investigación y desarrollo en lugar de otros programas anteriores, con el fin de promover y armonizar la investigación en los principales sectores primarios europeos relacionados o no con la alimentación, entre ellos la agricultura, silvicultura, pesca y acuicultura, y su relación con las industrias de producción y procesamiento, junto con las actividades rurales, el usuario final y el consumidor. Entre los temas investigados pueden citarse los siguientes: cadenas integradas de producción y procesamiento (incluidas las cadenas de biomasa y bioenergía); silvicultura y desarrollo rural; reforma de la PAC (Política Agraria Común); optimización de métodos, sistemas y cadenas de producción primaria; interacciones agricultura-medio ambiente; análisis económico de relevancia política y evaluación del impacto; impacto de factores ambientales en los recursos hídricos, e impacto ecológico de la pesca y la acuicultura.

Otros programas han sido lanzados por la DG de Transporte. Basándose en SIG y en información sobre el medio ambiente marino, esos proyectos tratan de mejorar la gestión de las zonas costeras y portuarias (p. ej., ECOPORT).

También en el marco de la DG de Telecomunicaciones e Información se han lanzado una serie de programas de investigación (p. ej., ESPRIT y Telemática para el Medio Ambiente) orientados al desarrollo de tecnología y proyectos para recabar información sobre los litorales, como parte de la implantación de SIG, así como la creación de redes de telemática/vigilancia para el control del medio ambiente.

Otros importantes proyectos relacionados con el medio ambiente corren a cargo de la DG de Asuntos Regionales como parte de los programas RECITE y ECOS OUVERTURE para fomentar la cooperación interregional entre los Estados miembros de la UE y terceros países de la cuenca mediterránea en cuestiones de relevancia regional.

TERRA e INTERREG son otros programas de la DG que financian proyectos en la región del Mediterráneo.

INTERREG financia acciones y estudios para estrategias transnacionales, en especial las siguientes: identificación de áreas sensibles desde un punto de vista medioambiental; medidas para mejorar la gestión territorial de las zonas marinas en la periferia de la Unión Europea, desde el punto de vista tanto del desarrollo económico como de la protección y mejora del medio ambiente (p. ej., desarrollo integrado de las costas, prevención y control de la contaminación marina y protección del medio ambiente); medidas de desarrollo económico con vistas a un desarrollo sostenible (p. ej., promoción de un turismo de alta calidad y de la transferencia de tecnología y redes de cooperación). El presupuesto de INTERREG II se ha estimado en 415 millones de ECU durante el período 1995-1999.

El programa TERRA es responsabilidad de la DG de Política Regional en el marco del artículo 10 del Reglamento del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

El programa se lleva a cabo por medio de convocatorias de propuestas para la creación de redes de cooperación con el fin de realizar proyectos piloto innovadores y/o proyectos de demostración sobre planificación espacial. Esas redes deben contar con la participación de un pequeño número de autoridades locales en la Comunidad Europea que compartan unas determinadas características geográficas y/o estructurales. A continuación se facilita una lista indicativa de ese tipo de características:

- zonas que sufren erosión o desertización;
- zonas con riesgo de incendios forestales;
- zonas de islas remotas;
- zonas de montaña;

- zonas sísmicas y volcánicas;
- cuencas fluviales;
- zonas litorales;
- zonas con activos naturales en peligro;
- zonas con activos culturales en peligro.

6.3.2. Uso de sensores remotos

Los sensores remotos de aeronaves y satélites ofrecen la oportunidad de detectar cambios a gran escala en las propiedades biológicas del Mediterráneo (p. ej., mediante el uso de datos cromáticos), detectar cambios en el uso del suelo de las zonas litorales, y detectar y vigilar la contaminación accidental (programas del Centro de Observación de la Tierra, COT, y programas OCEAN, LACOAST). En esos programas se tuvieron también en cuenta otros aspectos importantes, como la desertización y las aguas continentales en el Mediterráneo. Un proyecto específico es relevante al menos para las zonas costeras europeas: AWATER (Investigación de ecosistemas acuáticos y de humedales) proporciona un enfoque estratégico dentro del Programa de Medio Ambiente y Clima (DG de Medio Ambiente) con el objetivo específico de investigar los procesos fundamentales y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y de humedales.

Bibliografía y páginas web

ENRICH/START, 1997. Seminario de ENRICH/START, Toledo, España, septiembre de 1996. MEDIAS Newsletter, mayo de 1997, núm. 9.

Base de datos CORDIS: <http://www.cordis.1u/>

Programa de demostración ICZM de la DG de Medio Ambiente: <http://europa.eu.int/comm/dg11/iczm/home.htm>: 7. Conclusiones y recomendaciones

UNEP/MAP: <http://www.unepmap.org/>

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Situación del mar Mediterráneo

El estado de las aguas del Mediterráneo en mar abierto, según la información disponible que se ha presentado y evaluado en el presente informe, se considera bueno en términos generales. En las zonas litorales, la presencia de “puntos de alarma” de contaminación, situados en su mayoría en golfos semicerrados y bahías cercanas a puertos importantes, grandes ciudades y zonas industriales, es probablemente el problema principal. Las aguas en mar abierto deben incluirse entre las que presentan el menor contenido de nutrientes de todos los océanos del mundo, los ecosistemas marinos siguen funcionando aparentemente bien y la región se caracteriza por una elevada diversidad de especies marinas. No obstante, en algunos casos las peculiaridades naturales (p. ej., movimiento del agua del mar y pautas de circulación) influyen en el estado del mar Mediterráneo y, junto con las presiones impuestas por las actividades antrópicas en la costa, crean “puntos de alarma” que ejercen un impacto negativo en el medio ambiente local y que pueden ser persistentes.

En contraste con las condiciones relativamente favorables del mar Mediterráneo, sólo un pequeño porcentaje de su litoral sigue intacto, y una proporción todavía menor recibe protección. En el presente informe se demuestra que las actuales amenazas (eutrofización localizada, metales pesados, contaminación orgánica y microbiana, vertidos de petróleo e introducción de especies foráneas) son consecuencia principalmente de presiones ejercidas por actividades antrópicas y, por tanto, se precisa una mayor atención a su gestión y control.

Las actividades terrestres (desarrollo urbano, industria y agricultura) representan la fuente principal de contaminación en el mar Mediterráneo, aunque sigue habiendo una gran incertidumbre sobre su contribución relativa, los diferentes flujos (ríos, atmósfera, fuentes no puntuales, etc.) y el destino de los contaminantes que generan. En el caso de la contaminación urbana e industrial, el principal problema es el rápido crecimiento de la población a lo largo de las costas meridionales del Mediterráneo, donde existen menos instrumentos legales y se realizan menos inversiones en infraestructura ambiental.

La presión del turismo es uno de los problemas que han de controlarse eficazmente para evitar que prosiga la degradación del medio ambiente marino y litoral.

7.2. Medidas recomendadas

En el informe se identifican también varias cuestiones importantes que han de abordarse para mejorar la calidad del medio ambiente y obtener información más integrada sobre la región:

1. **Cambio climático:** La investigación multidisciplinaria sigue siendo necesaria para evaluar los principales problemas ambientales y socioeconómicos que pueden derivarse de una elevación acelerada del nivel del mar, de la erosión y la desertización, de las inundaciones y de otras amenazas que impone el cambio climático, y para distinguir las fluctuaciones naturales de los efectos de las actividades antrópicas.
2. **Biodiversidad:** La creación de parques marinos y zonas protegidas para fines de conservación no siempre es suficiente como medida para restringir los impactos, puesto que muchos de éstos se derivan de presiones que no tienen un origen local. La naturaleza y los hábitats importantes del Mediterráneo necesitan protección, puesto que esta región es considerada uno de los biotopos más ricos del mundo, con casi un 6% de todas las especies superiores existentes. La protección de la naturaleza y los hábitats del mar Mediterráneo exigen una gestión integrada del medio ambiente. Puesto que las costas están densamente pobladas y en muchos lugares siguen sin existir planes de acción coordinados para la gestión del medio ambiente, se corre el peligro de que se destruyan algunos hábitats importantes y de que su impacto en la biodiversidad se haga más evidente.

Con el fin de proteger el equilibrio de los ecosistemas, deben considerarse las siguientes acciones:

- elaborar planes coordinados a escala nacional y mediterránea para la gestión del medio ambiente y la creación de infraestructuras, prestando una atención especial a las zonas de litoral;
- adoptar medidas eficaces para la protección del medio ambiente frente a las amenazas derivadas del transporte marítimo, las obras costeras y las actividades de explotación del mar;
- fomentar la aplicación de las disposiciones del Convenio para la conservación de la diversidad biológica (CCDB) y el Protocolo del Mediterráneo sobre las zonas especialmente protegidas y la biodiversidad en los

- países mediterráneos, incluida la formulación de estrategias nacionales para la conservación de la biodiversidad y la adopción del enfoque biogeográfico regional sugerido por los órganos técnicos del CDB;
- fomentar la ejecución de los planes de acción existentes para la protección de especies amenazadas en el Mediterráneo;
 - aumentar la protección de las zonas inalteradas existentes.
- 3. Vertido de aguas residuales:** En las zonas urbanas situadas a lo largo de las costas siguen faltando plantas de tratamiento de aguas residuales y aproximadamente el 60% de las aguas residuales urbanas se vierten al mar Mediterráneo sin tratamiento previo. Según la información existente, estas aguas deberían someterse previamente a un tratamiento avanzado en plantas debidamente diseñadas. Se dispone de la tecnología necesaria y es razonablemente asequible. Como han demostrado claramente varios estudios, los costes sanitarios y otras pérdidas económicas, especialmente en las zonas turísticas, causadas por la contaminación de las aguas litorales, superan con mucho la inversión necesaria para conseguir una calidad aceptable del efluente de aguas residuales.
- 4. Prácticas agrarias:** En la mayoría de los países mediterráneos, todos los tipos de prácticas agrarias y usos del suelo se consideran fuentes difusas de contaminación del agua. Resulta muy difícil estimar cuantitativamente el aporte de esas fuentes difusas al mar Mediterráneo. Los países deberían adoptar un enfoque global de la gestión de los recursos hídricos basándose en la evaluación integrada de la calidad de las aguas y la salud de los ecosistemas, desde las aguas costeras hasta la totalidad de la cuenca hidrológica.
- 5. Pesca:** Una prioridad urgente identificada por el Consejo General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) es la referente al control de la pesca, si bien no debe olvidarse que las actividades pesqueras en barcos a pequeña escala desempeñan una importante función social y económica en el litoral mediterráneo.
- 6. Acuicultura marina:** Tiene que regularse y realizarse una cuidadosa selección de las zonas, con la definición exacta de su capacidad de carga. Para evitar impactos nocivos en las costas, han de seguir desarrollándose prácticas en mar abierto.
- 7. Contaminación por petróleo:** Es recomendable que todos los grandes puertos situados en la cuenca dispongan de equipos para la recogida de petróleo. Las zonas de estrechos y puertos parecen ser ya prioritarias para los fines de planificación y protección.
- 8. Zonas litorales:** Sigue faltando un enfoque integrado de la gestión y ordenación territorial de las costas. Las decisiones y la gestión de las zonas litorales deben desarrollarse a escala regional, nacional y local, teniendo en cuenta las fuerzas motrices y las presiones de las actividades humanas, entre ellas el turismo, para integrar la protección del medio ambiente con el desarrollo económico. La gestión integrada de los litorales únicamente tendrá éxito si se aprovechan al máximo la experiencia y los conocimientos técnicos y se financian proyectos que tengan en cuenta la dimensión global del medio ambiente. Deberían crearse instrumentos organizativos y jurídicos – entre ellos instrumentos basados en el mercado – para controlar y gestionar el desarrollo de las costas, los terrenos ganados al mar y la explotación de las aguas subterráneas.

7.3. Mejora de la disponibilidad de datos

Uno de los principales problemas identificados en el informe, puesto de manifiesto en las diferentes cuestiones tratadas en cada uno de los capítulos, es el relativo a la escasez y ausencia de datos comparables, y en algunos casos fiables, sobre la cuenca mediterránea en su conjunto. Para la evaluación del estado y las presiones del medio ambiente marino y litoral del Mediterráneo, se han identificado las siguientes lagunas en la información:

- 1. Erosión del litoral:** No se dispone de información – ni de acceso a la información existente para su compilación a nivel regional – sobre la totalidad de la cuenca. La dispersión de los datos entre diferentes entidades administrativas, las lagunas existentes en los inventarios actuales y el carácter confidencial de algunos de los informes que contienen esos datos (o a los que sólo puede accederse por medio de largos y difíciles procedimientos administrativos) agravan el problema. En los atlas cartográficos siguen existiendo incertidumbres sobre la evolución de numerosos tramos de la costa. Por lo tanto, a falta de estudios y mediciones previas, las tendencias evolutivas de la costa suelen considerarse sobre la base del juicio de los expertos.
- 2. Contaminantes:** Si bien es cierto que se ha hecho un gran esfuerzo por medio del programa MED POL, siguen faltando datos sobre algunas regiones y todavía tiene que mejorarse la capacidad de vigilancia de determinados países mediterráneos.
- 3. Contaminación por petróleo:** Debe prestarse atención a la etapa de planificación para identificar las zonas que necesitan protección, su orden de prioridad y las técnicas que deben utilizarse.

4. **Contaminación microbiana:** Persisten los problemas de los efectos de la contaminación microbiana en el litoral mediterráneo y siguen estando relacionados principalmente con el vertido de aguas residuales urbanas. Se necesita aumentar las investigaciones y los datos sobre la contaminación por virus a escala de toda la cuenca. Existe un agudo desequilibrio geográfico de los datos a este respecto. No se ha hecho todavía una evaluación de la exposición a microorganismos patógenos causantes de daños en la salud a escala de todo el Mediterráneo. Además, sigue habiendo grandes zonas en el litoral, sobre todo en el sur y el este, sobre las que apenas existe información.
5. **Vertidos de aguas residuales:** Se necesitan más datos e información sobre la calidad del agua y el funcionamiento de las plantas de tratamiento de agua residuales.
6. **Radionucleidos:** No se dispone de información sobre la distribución de radionucleidos en algunas zonas, especialmente en las cuencas del este y el sur; deben recopilarse datos básicos en esas áreas.
7. **Pesca:** Ha de mejorarse la información sobre la pesca en el Mediterráneo. El resultado dependerá en gran medida de la calidad de las estadísticas, que es uno de los principales problemas para estimar la cantidad real de capturas de diferentes especies, así como la estructura y la capacidad de diferentes tipos de flotas pesqueras.
8. **Biodiversidad:** No existe un enfoque intermediterráneo específico para la vigilancia de la biodiversidad marina y la identificación de riesgos importantes que amenazan su situación actual. Es fundamental prestar una atención especial a la introducción de especies foráneas y a la pérdida de hábitats, para evitar la reducción de la biodiversidad. Deben investigarse asimismo los procesos relacionados con los cambios en los ecosistemas y la rehabilitación de ecosistemas litorales degradados.

El acceso a la información recogida por los países de la cuenca no es fácil, puesto que esa información se halla dispersa en diferentes organismos e instituciones, y en muchos casos no está disponible en formato electrónico. Es fundamental que se centralice en formato electrónico mediante la creación de bases de datos nacionales, como se ha hecho, por ejemplo, con los Centros de Datos Nacionales Oceanográficos (CDNO), a fin de que pueda ser utilizada fácilmente por los responsables de la toma de decisiones en la administración pública y por otras partes interesadas.

La AEMA, su Centro Temático Europeo de Medio Ambiente Marino y Litoral (CTE/MC) y el PAM podrían ayudar a crear bases de datos mediante el asesoramiento oportuno de los técnicos competentes en los países mediterráneos, siguiendo los procedimientos normalizados que se adoptaron a escala de toda la cuenca en el programa MED POL y haciendo uso de la experiencia y la participación en ese campo de la Red Europea de Información y Observación (EIONET), coordinada por la AEMA.

7.4. Vigilancia del Mediterráneo

Sigue sin existir un sistema eficaz y común de vigilancia del Mediterráneo para medir los contaminantes y sus efectos, aunque desde hace mucho tiempo se aplique una cierta vigilancia (pueden citarse, como ejemplo, las actividades de este tipo iniciadas por el programa MED POL en 1975). Por desgracia, esa vigilancia no ha sido muy eficaz y en muchos casos no se dispone de datos al respecto. El plan de recogida de datos de los países mediterráneos no ha sido uniforme y existen grandes lagunas, tanto temporales como espaciales. Para que la vigilancia sea eficaz, ha de incluir los siguientes elementos:

- información útil para la protección de la salud humana; por ejemplo, niveles de contaminantes en pescados y mariscos; calidad microbiológica de las aguas de baño y cría de crustáceos; toxinas producidas por algas;
- información útil para evaluar la eficacia del control de la contaminación y las medidas de reducción adoptadas (tendencias);
- apoyo para la aplicación del Protocolo del Convenio de Barcelona con el fin de contribuir a la reducción de la contaminación de fuentes terrestres, especialmente los "puntos de alarma";
- información útil para la gestión del litoral;
- un sistema de advertencia precoz (biomarcadores). Probablemente se necesitará investigación para identificar las fuentes de contaminación (p. ej., fuentes no puntuales en la agricultura) y los efectos biológicos de los contaminantes de largo alcance.

Para garantizar la calidad y fiabilidad de los datos, han de seguir desarrollándose e implantándose procedimientos de control y verificación de la calidad. Asimismo, deberían aumentarse los recursos dedicados a ese fin para permitir un flujo continuo de datos de alta calidad. Por otra parte, debería desarrollarse un componente que incluyera la formación y el establecimiento de contactos con laboratorios más avanzados ("hermanamientos"). Este componente podría desarrollarse por medio de la

formación y los ejercicios de calibrado recíproco entre laboratorios.

Las futuras acciones podrían incluir la facilitación y coordinación de respuestas a cuestiones y problemas transfronterizos. Debe seguir intensificándose la cooperación internacional entre la UE y los países no pertenecientes a la UE, las instituciones de la Comunidad Europea (CCE, AEMA), el PAM y otras instituciones mediterráneas (CIESM, CFCM). Ha de fomentarse la plena aplicación del Convenio de Barcelona y de sus seis protocolos a escala nacional. Deben seguir desarrollándose los acuerdos, programas y esfuerzos de cooperación actuales para conseguir los máximos resultados y evitar la duplicación, así como para reforzar a escala regional las medidas que favorezcan el desarrollo sostenible.

Se requiere la actuación de todos los estamentos políticos. Por tanto, la cooperación internacional, con la participación de las instituciones de la Comunidad Europea, debe desempeñar un papel fundamental en el campo de la política, la investigación y la recogida de información por medio de la asignación de recursos apropiados para financiar las actividades en la región.