

9. Aguas continentales

Resultados principales

Desde 1980 se ha producido en muchos países una reducción general en la utilización del agua. En la mayoría de los países, su utilización industrial ha ido disminuyendo lentamente desde 1980, debido al abandono de industrias que hacían gran uso de ella, el crecimiento de los servicios, los progresos técnicos y el aumento del reciclado. Sin embargo, puede que la demanda en torno a las áreas urbanas aún sobrepase las disponibilidades y que, en un futuro próximo, se registren períodos de escasez hídrica. El suministro futuro de agua también puede verse afectado por el cambio climático.

La agricultura es el principal usuario de agua en los países mediterráneos, sobre todo con destino al riego. El área regada y la utilización de agua con ese fin han crecido constantemente desde 1980. En los países de Europa meridional, el 60 por ciento del agua utilizada se emplea para regar. En algunas regiones, la extracción de aguas subterráneas está sobrepasando la tasa de renovación, provocando descensos del nivel de la capa freática, pérdida de zonas húmedas y intrusión marina. Entre las medidas para limitar la futura demanda hídrica se incluyen las mejoras en la eficiencia del uso del agua, el control de precios y la política agraria.

Pese a la fijación de objetivos sobre calidad del agua en la UE y la atención prestada a este extremo en el Programa de acción medioambiental para Europa central y oriental, no se ha producido una mejora de conjunto de la calidad de los ríos desde 1989/90. Los países europeos informan sobre diferentes tendencias sin ninguna explicación geográfica consistente. No obstante, desde la década de 1970 se han producido algunas mejoras en los ríos más gravemente contaminados.

El fósforo y el nitrógeno continúan provocando la eutrofización de las aguas superficiales. Gracias a las mejoras en el tratamiento de las aguas residuales y a la reducción de las emisiones procedentes de grandes industrias entre 1980 y 1995, los vertidos totales de fósforo en los ríos han disminuido entre un 40 y un 60 por ciento en varios países. Las concentraciones de fósforo en las aguas de superficie han descendido de forma significativa, sobre todo en aquellas que antes estaban más seriamente afectadas. Se esperan nuevas mejoras, ya que el plazo de recuperación, en particular, de los lagos, puede ser de algunos años. Las concentraciones de fósforo en alrededor de una cuarta parte de los puntos de muestreo fluviales son todavía unas diez veces más altas que en el agua de buena calidad. El nitrógeno, cuya principal fuente es la agricultura, apenas constituye un problema para los ríos, pero puede causarlos cuando llega al mar; han de controlarse más las emisiones para proteger el medio ambiente marino.

La calidad de las aguas subterráneas se ve afectada por el aumento en las concentraciones de nitratos y de plaguicidas procedentes de la agricultura. Las concentraciones de nitratos son bajas en los países nórdicos europeos, pero elevadas en varios occidentales y orientales, donde superan con frecuencia la concentración máxima permitida en la UE.

La aplicación de plaguicidas disminuyó en la UE entre 1985 y 1995, aunque ello no indica forzosamente una disminución en el impacto medioambiental, ya que ha cambiado el espectro de los que se utilizan. Las concentraciones de determinados pesticidas en las aguas subterráneas sobrepasan con frecuencia los máximos admisibles en la UE. También se ha informado desde muchos países acerca de contaminaciones importantes por metales pesados, hidrocarburos e hidrocarburos clorados.

Se están aplicando políticas integradas para la protección de las aguas continentales en muchas áreas de Europa, por ejemplo, en torno al mar del Norte, el mar Báltico, el Rin, el Elba y el Danubio. Aunque se ha conseguido mucho, queda como un reto para el futuro una mejor integración de las políticas medioambientales con las económicas.

La política agraria, en particular, será la clave para abordar las aportaciones que proceden de fuentes difusas, pero continúa siendo difícil, tanto en el sentido técnico como en el político. Aunque

la reforma que define la política agraria común (PAC) de la UE se está utilizando para integrar medidas destinadas a reducir los aportes de nutrientes, debe hacerse más; por ejemplo,

asegurarse de que políticas como la retirada de cultivos estén concebidas para maximizar los beneficios medioambientales.

Las Directivas de la UE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas y sobre los nitratos podrían suponer mejoras sustanciales en la calidad, pero su eficacia depende del grado en que los Estados miembros designen las correspondientes áreas sensibles y zonas vulnerables. La propuesta de una directiva marco sobre el agua exigirá programas integrados de gestión y mejora. Si se aplica de forma homogénea en toda la UE, esta directiva, en combinación con las correspondientes modificaciones en la gestión de la demanda secundaria, conduciría a notables mejoras en la calidad del agua y a una ordenación sostenible de los recursos hídricos.

9.1. Introducción

En Europa, la mayoría de la población disfruta de un adecuado suministro de agua dulce limpia. Sin embargo, los recursos hídricos se hallan amenazados por muchas actividades humanas, y en varias partes del continente, la salud, el bienestar y el desarrollo económico se ven restringidos por la falta de suficiente agua de buena calidad.

Durante siglos, se han utilizado las aguas continentales europeas para beber, regar, evacuar las aguas residuales, pescar, generar energía y para el transporte. Las aguas superficiales continentales forman asimismo parte destacada del paisaje europeo, y los ecosistemas que dependen de ellas tienen la máxima importancia para la biodiversidad (véase el capítulo 8). En los últimos años, el aumento de la población y la industrialización, la intensificación de la agricultura, la canalización y la construcción de embalses, y el crecimiento del uso recreativo han incrementado en forma significativa las presiones ejercidas sobre las aguas continentales europeas, y cada vez se producen más conflictos entre usos y usuarios. A estos problemas se suman las sequías y las inundaciones, que se encuentran entre los desastres naturales más comunes (véase el capítulo 3-C). Resulta evidente la necesidad de una gestión sostenible de las aguas.

Este capítulo ofrece información y datos sobre la cantidad y la calidad de las aguas en Europa y las presiones que padecen. La acidificación, que está afectando significativamente la calidad de los ríos y los lagos en amplias zonas de Europa, se trata en el capítulo 4.

Durante los últimos 25 años ha habido varias iniciativas políticas dirigidas a combatir la contaminación hídrica a escala europea. Desde la evaluación *Dobris* se han realizado algunos progresos en la reducción de la contaminación industrial y doméstica de las aguas superficiales. Por ejemplo, varios países han reducido las emisiones de fósforo entre el 40 y el 60 por ciento desde mediados de la década de 1980. La agricultura, sin embargo, sigue constituyendo una notable fuente de contaminación por fósforo en muchos países, y la contaminación por nitratos y plaguicidas constituye aún un problema en toda Europa.

9.2. Los recursos hídricos

Las escorrentía media anual de agua dulce en Europa es de, aproximadamente, 3.100 km³, o unos 4.500 m³, per cápita al año, para una población de 680 millones (AEMA, 1995). A escala continental, pues, los recursos hídricos parecen ser abundantes. Sin embargo, están muy desigualmente distribuidos, tanto en el espacio como en el tiempo (Gleick, 1993), y las demandas locales exceden a menudo las disponibilidades locales, dándose a menudo problemas de sobreexplotación en

Recuadro 9.1. Definición de las regiones europeas

Los análisis regionales de este capítulo se han realizado de acuerdo con la siguiente clasificación :

Países nórdicos: Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia.

Países orientales: Bielorrusia, Bulgaria, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Moldavia, Polonia, Rumania, Federación Rusa, República Checa, República Eslovaca, Ucrania.

Países meridionales: Albania, Bosnia-Herzegovina, Chipre, Croacia, Eslovenia, España, Grecia, Italia, Malta, Portugal, República Federal de Yugoslavia y la Antigua República Yugoslava de Macedonia.

Países occidentales: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Francia, Irlanda, Liechtenstein, Luxemburgo, Países Bajos, Reino Unido, Suiza.

áreas de elevada densidad de población y precipitación escasa.

Europa se beneficia de una red de estaciones hidrométricas situadas cerca de los ríos) y meteorológicas que proporcionan información a largo plazo de gran calidad (OMM , 1987; AEMA-ETC/IW, 1996). No obstante, los métodos para calcular la disponibilidad de los recursos de agua dulce varían considerablemente de un país a otro, dificultando las comparaciones. El mapa 9.1, que utiliza un método coherente para calcular los recursos de agua dulce renovables, ilustra la gran variabilidad que se produce en Europa, con medias anuales de escorrentía que van desde más de 3.000 mm en el oeste de Noruega hasta 100 mm en amplias áreas de Europa oriental, y menos de 25 mm en el interior de la península.

Gran parte de Europa está drenada por extensos sistemas fluviales que cruzan varias fronteras internacionales. La totalidad de los recursos hídricos de un país es la contenida, en reserva dinámica, por sus ríos, lagos, embalses y acuíferos. Esto incluye el agua vertida en esas reservas desde los países vecinos. Como de muestra la figura 9.1, los cursos transfronterizos realizan una destacada contribución a los recursos totales de agua dulce (expresados per cápita) de algunos países. En Hungría, por ejemplo, la que proviene de países vecinos supone el 95 por ciento del recurso total. En los Países Bajos y la República Eslovaca, supera el 80 por ciento, mientras que más del 40 por ciento de los recursos de Alemania, Grecia, Luxemburgo y Portugal dependen por completo del agua proveniente de otros países. Pese a que existen acuerdos internacionales

Mapa 9.1 Escorrentía media anual en Europa

Escorrentía media anual

Escorrentía en mm

Más de 2.000

Menos de 50

Notas. Mapa con una resolución en cuadrícula de 10 x 10 km, que muestra la escorrentía media con cierta uniformización de los detalles locales. Basado en datos determinados a partir de (las) redes hidrométricas. Escorrentía en zonas sin medición, calculada a partir de una relación entre escorrentía y precipitación y evaporación potencial (Budyko y Zubenok, 1961). Fuente: Rees y cols., 1997, empleando información sobre caudales fluviales procedente de la base de datos sobre aguas europeas FRIEND (Gustard, 1993) y datos climatológicos de la Unidad de investigación sobre el clima, Universidad de East Anglia (Hulme y cols., 1995)

Figura 9.1 Disponibilidad de agua dulce en Europa

Hungría
Países Bajos
Bélgica
Alemania
República Checa
Chipre
Bulgaria
República Eslovaca
Grecia
Luxemburgo
Dinamarca
Reino Unido
Italia
España
Francia
Croacia
Portugal
Turquía
Lituania
Suiza
Austria
Eslovenia
Irlanda
Suecia
Finlandia
Noruega
Islandia

Clasificación de la disponibilidad de agua per cápita

Categoría

Disponibilidad de agua
(m³ anuales per cápita)

Muy baja menos de

Baja

Media

Por encima de la media

Alta

Muy alta más de

caudales fluviales originados fuera del país
agua generada en el país

m³ anuales per cápita

Fuente: Eurostat; OCDE, 1997.

Figura 9.2 Extracciones de agua dulce en Europa, 1980-1995

año base 1980 = 0.0

Europa occidental

Austria

Dinamarca

Francia

Alemania
Irlanda
Países Bajos
Suiza
Reino Unido
media (Europa)

Indice 1980 Países nórdicos
Finlandia
Islandia
Suecia
media (Europa)

Indice 1980 Europa meridional
Italia
España
media (Europa)

Indice 1980 Europa oriental
República Checa
 Hungría
Polonia
República Eslovaca
media (Europa)

Fuente: OCDE 1997; Eurostat.

para controlar la cantidad y la calidad del agua proveniente de otros países (véase la tabla 9.3), inevitablemente surgen tensiones, en especial cuando los recursos son limitados.

Según el sistema de clasificación global de la figura 9.1, más de la mitad de los países tienen una disponibilidad hídrica per cápita baja. Esto incluye algunos de Europa occidental (Dinamarca, Alemania y el Reino Unido) con precipitaciones moderadas, pero elevadas densidades de población. La disponibilidad de agua dulce es muy baja en la República Checa, Polonia y Bélgica. Sólo se clasifica como alta el los países nórdicos, poco poblados y con elevadas precipitaciones (véase el recuadro 9.1).

Las aguas superficiales constituyen en Europa la principal fuente de agua dulce; las dos terceras partes de los países obtienen de esta fuente más del 80% de los recursos totales (OCDE 1997, y datos de Eurostat). La mayor parte del resto procede de aguas subterráneas, con contribuciones mínimas de la desalinización de agua marina (en Italia, España y Mónaco, por ejemplo). En Chipre y Malta, la desalinización tiene más relevancia: aporta el 5 y el 46 por ciento, respectivamente, de los recursos totales. En cambio, en Islandia, con sus amplias reservas de aguas subterráneas, el 91 por ciento de la utilizada proviene de ellas.

Las aguas subterráneas son por lo general de calidad superior que las aguas superficiales, requieren menos tratamiento y han proporcionado históricamente una fuente local y barata de agua potable. En los países con suficientes depósitos freáticos (Austria, Dinamarca, Portugal, Islandia y Suiza), se extrae de ellos más del 75 por ciento del suministro público de agua; en Bélgica (Flandes), Finlandia, Francia, Alemania y Luxemburgo, entre el 50 y el 75 por ciento, y menos del 50 por ciento en Noruega, España, Suecia, y el Reino Unido (datos de Eurostat). Las fuentes de aguas subterráneas padecen una presión creciente, con indicios de sobreexplotación en algunas áreas (véase, más adelante, el apartado 9.3).

Figura 9.3 Uso del agua en Europa, por sectores

Portugal
Grecia
España
Italia
Francia
Alemania
Turquía
Hungría
Países Bajos
Finlandia
Polonia
Noruega
Austria
República Checa
República Eslovaca
Suecia
Irlanda
Dinamarca
Luxemburgo
Suiza
Reino Unido
Islandia

Suministro público de agua
Riego
Industria (excepto refrigeración)
Refrigeración en plantas eléctricas.

9.3. Extracción y uso del agua

Extracción de agua dulce

El consumo total de agua se ha multiplicado por siete desde comienzos del siglo XX. (Kundzewicz, 1997). Tradicionalmente, la extracción ha aumentado para seguir el ritmo de la creciente demanda.

Tal como indica la figura 9.2, en muchos países europeos, aunque con grandes variaciones, se ha dado un descenso general de las extracciones hídricas totales desde 1980. Este descenso ha sido más acusado a partir de 1990, y mayor en Europa oriental que en otras regiones. En algunos países occidentales, el descenso puede atribuirse a un cambio general en la estrategia de gestión, abandonándose el crecimiento del suministro mediante la construcción de embalses por una gestión más eficiente de la demanda hídrica (gestión secundaria de la demanda), a través de la reducción de pérdidas, el uso más eficientemente del agua y el reciclado. En Europa oriental, las conmociones políticas de 1989-1990 y el cambio de una economía centralizada a una economía de mercado han influido notablemente en la reducción de las demandas.

Las comparaciones entre las extracciones totales de agua dulce y la totalidad del recurso disponible (OCDE, 1997) indican que, potencialmente, todos los países europeos tienen recursos suficientes para enfrentarse con la demanda nacional, dadas las tasas de renovación de los mismos. Más del 60 por ciento de los países analizados extraen menos de una décima parte de sus recursos totales, y los restantes (excepto Bélgica), menos de un tercio. En Bélgica se extrae el 40 por ciento.

Uso del agua dulce

La figura 9.3 muestra que en Europa se extrae agua dulce principalmente con destino al abastecimiento público, la industria y la refrigeración en la generación de energía (OCDE, 1997). Sin embargo, la comparación entre naciones suele complicarse, porque las definiciones del uso del agua varían de un país a otro.

El abastecimiento público incluye aguas para diversos usos. Tienden a dominar los domésticos, que se cifran en aproximadamente el 44 por ciento del suministro público de agua en el Reino Unido, el 57 por ciento en los Países Bajos y el 41 por ciento en Hungría (ICWS, 1996). El suministro público de agua constituye el principal destino predominante en muchos países nórdicos y de la Europa occidental, pero no lo es tanto en Europa oriental y meridional. La utilización para suministro público ascendió uniformemente en muchos países desde 1980-1990, impulsada por el aumento de la población y los incrementos en el consumo per cápita a medida que crecía el nivel de vida. Se espera que en el futuro el uso doméstico se estabilice o incluso disminuya, reflejando las tendencias demográficas y el empleo más eficiente del agua. Pero esta tendencia puede cambiar por el continuo incremento del número de hogares (véase el capítulo 1).

En la mayoría de los países, el uso para riego predomina en la demanda agraria. En los países mediterráneos, la agricultura es el principal usuario del agua que se utiliza; es responsable de en torno al 80 por ciento de la demanda en Grecia, el 50 por ciento en Italia, el 70 por ciento en Turquía, el 65 por ciento en España y el 52 por ciento en Portugal (OCDE, 1997), lo que contrasta acusadamente con el resto de Europa, donde, por término medio, se utiliza menos del 10 por ciento de los recursos para el riego.

La figura 9.4 muestra que la superficie regada ha venido aumentando de manera uniforme desde 1980, en el conjunto de Europa y en los países europeos occidentales y mediterráneos. En Europa oriental se produjo hasta 1988 un rápido incremento, seguido de una disminución uniforme. En 1994, apenas se irrigaba el 5 por ciento de su superficie, en contraste con cifras superiores al 8 por ciento en el grupo mediterráneo y algo por encima del 2 por ciento en Europa occidental. Las prácticas agrarias habituales en la UE, dirigidas por la Política Agraria Común (PAC), están orientadas simplemente por el

suministro. En Europa oriental la demanda agraria de agua ha ido cayendo, como consecuencia de problemas económicos y modificaciones en la propiedad de la tierra (ICWS, 1996).

El uso industrial del agua varía mucho de un país a otro; la inclusión o no en este apartado del agua de refrigeración dificulta las comparaciones. Por lo general, la cantidad que se utiliza en refrigeración es

Figura 9.4 Áreas regadas en Europa, 1980-1994

porcentaje de superficie

Europa meridional (Albania, Grecia, España, Italia, Malta, Portugal)

Europa oriental (Bulgaria, Hungría, Polonia, República Checa, República Eslovaca, Rumania)

Europa (total)

Europa occidental (Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Luxemburgo, Países Bajos, Reino Unido, Suiza)

Países Nórdicos (Finlandia, Noruega, Suecia)

Fuente: FAO

Mapa 9.2 Demanda urbana de agua en proporción con la escorrentía media anual

Demanda urbana de agua en proporción con la escorrentía media anual

Porcentaje de la escorrentía

indefinido

área no estudiada

Nota: Mapa basado en datos a largo plazo sobre escorrentía media anual (mapa 9.1) y los procedentes de Eurostat GISCO Degree of Urbanisation. Fuente: Rees y cols, 1997

muy superior a la empleada en procesos industriales (por ejemplo, el 95% del agua industrial empleada en Hungría se destina a la refrigeración). El agua refrigerante se restituye sin alteraciones, aparte de un aumento en la temperatura y la evaporación de fracciones relativamente pequeñas. Su uso se considera, por tanto, “no consuntivo”.

En muchos países europeos la utilización industrial ha disminuido lentamente desde 1980. Ello refleja el decrecimiento de la producción industrial durante este período, junto con un abandono generalizado de industrias con gran consumo hídrico, como las del textil, el hierro y el acero, por las de servicios, con un consumo menos intensivo, mejoras en la eficiencia del uso del agua e incremento del reciclado (ICWS, 1996). La utilización industrial en Bulgaria y en Hungría (ICWS, 1996) también ha disminuido desde 1990, como consecuencia de la caída de la producción industrial y los problemas económicos.

Escasez hídrica

Las estadísticas que hemos ofrecido describen la situación de los recursos y sus usos a escala nacional, pero este tipo de información tiende a ocultar los problemas de ámbito regional o local. La mayor demanda hídrica suele concentrarse en las zonas, densamente pobladas, de las principales áreas urbanas. El mapa 9.2 muestra en qué lugares la demanda urbana

Mapa 9.3 Distribución del Q90
Q90
(volumen del percentil 90)
Volumen en mm
más de 500
menos de 25

Nota: Mapa elaborado con una cuadrícula de resolución de 10 km x 10 km. El Q90 se deriva de datos calibrados tratados con modelos. Fuente: Gustard y cols. 1997

de agua dulce puede exceder la disponibilidad local a largo plazo, lo que resulta más notable en Europa meridional y en los centros industriales. En estas áreas no puede satisfacerse la demanda actual sin elevar los recursos, mediante medidas como trasvases entre cuencas y almacenamiento en embalses.

Incluso en áreas con suficientes recursos hídricos a largo plazo, las variaciones estacionales o interanuales en su disponibilidad pueden, a veces, producir escaseces. Los planificadores de recursos hídricos basan con frecuencia sus decisiones sobre suministro de agua en la disponibilidad que pueden esperar en los períodos secos y con los pequeños caudales bajos. Un indicador valioso del volumen es el percentil 90° (Q90), que representa el recurso de agua dulce con que se puede contar para un promedio del 90 por ciento del tiempo. El mapa 9.3 muestra la distribución del Q90 en toda Europa y puede emplearse para identificar las regiones potencialmente sometidas a escaseces hídricas estacionales, entre las que destaca la Península Ibérica.

En Europa crece la conciencia de que es necesario preservar los recursos hídricos para el futuro. Pese a que el análisis de las tendencias futuras es conjetural, y a menudo condicionan la demanda muchos factores contrapuestos, parece probable que los consumos, especialmente las destinadas al uso doméstico, continúen estabilizándose. En los sistemas de distribución de todos los países europeos se producen pérdidas de agua, que varían entre las pérdidas masivas del 50 por ciento en Moldavia y Ucrania, y las menores, en torno al 10 por ciento, en Austria y Dinamarca, por ejemplo (AEMA-ETC/IW, 1998). Muchos países, especialmente los de Europa oriental, prevén un crecimiento industrial (ICWS, 1996), aunque el crecimiento en la demanda hídrica se compensará en parte mediante el reciclado, el desarrollo de una tecnología hidroeeficiente y otras medidas de conservación, como la gestión secundaria de la demanda. Las mejoras de la eficiencia en el riego, la política agraria y el control de precios influirán en la demanda agraria. Parece posible adoptar nuevas estructuras de precios y otros incentivos económicos para lograr mayores eficiencias en todos los sectores que usan agua. Desde aproximadamente 1990, la extensión del uso de aguas subterráneas como agua potable en muchos países europeos está convirtiendo la calidad hídrica en un asunto cada vez más importante

9.4 La calidad de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas europeas se ponen en peligro y se contaminan por varias vías. Entre los problemas se incluyen la contaminación por nitratos, plaguicidas, metales pesados, e hidrocarburos, que provocan eutrofización e impactos tóxicos en otras partes del medio ambiente acuático, y pueden tener consecuencias en la salud humana. Otras fuentes de contaminación y la sobreextracción afectarían también, en gran medida, a los recursos hídricos subterráneos. En las áreas litorales, el descenso del nivel freático puede provocar la entrada de agua salada en las aguas subterráneas (véase el capítulo 11, apartado 11.5).

9.4.1. Nitratos

El mapa 9.4 muestra los resultados del control de las concentraciones de nitratos en aguas subterráneas de 17 países. Se han seleccionado cuatro franjas de concentración. Las concentraciones de hasta 2,3 mg/l de N se consideran próximas a las naturales. La Directiva de la CEE sobre agua potable (80/7789) establece el nivel de referencia en 5,6 mg/l de N (25 mg/l de NO₃), y la concentración máxima admisible, en 11,3 mg/l de N (50 mg/l de NO₃), para el agua destinada al consumo humano, lo que define otras dos franjas de concentración. Los altos niveles de nitratos están causados en su totalidad por actividades humanas, en particular por el uso de fertilizantes y abonos nitrogenados, aunque también puede tener relevancia la contaminación local debida a fuentes municipales o industriales. Entre los países que proporcionan datos, Eslovenia muestra los niveles más altos de nitratos en aguas subterráneas: en el 50 por ciento de los puntos de muestreo, aparecen concentraciones superiores a 5,6 mg/l de N. En ocho países se sobrepasa este nivel en aproximadamente el 25 por ciento de los puntos; en uno (Rumania) se supera en el 35 por ciento los 11,3 mg/l de N.

El mapa 9.5 ofrece una visión general de las regiones europeas occidentales en que las aguas subterráneas soportan elevadas concentraciones de nitratos.

Los datos controlados muestran tendencias diversas en varios países europeos durante la década de 1990 (véase la tabla 9.1). En algunos, parece no haberse producido un incremento en las concentraciones de nitratos en este corto período, pero probablemente resulte prematuro considerar estabilizada la situación.

9.4.2. Plaguicidas

En Europa hay registradas para su empleo unas 800 principios activos, aunque en la práctica el uso principal se limita a una pequeña parte de ellas. El control eficiente de los residuos de plaguicidas en el medio ambiente resulta complicado y caro. Aunque los fabricantes, al registrar las sustancias, proporcionan métodos para su análisis, la capacidad económica y analítica constituyen, en muchos países, factores limitadores para conseguir información cuantitativa detallada.

Muchos plaguicidas no se detectan en las aguas subterráneas, simplemente porque no se buscan. Cuando se busca uno, se le suele hallar (véase el recuadro 9.2), aunque su concentración puede ser inferior al máximo admisible de 0.1 µg/l especificado en la Directiva de la CE sobre agua potable (80/778/CE).

Los plaguicidas que con más frecuencia se encuentran en las aguas subterráneas son la atracina y la simacina (véase la tabla 9.2), la primera en concentraciones mayores de 0,1 µg/l en más del 25 por ciento de los puntos observados en Eslovenia, entre el 5 y el 25 por ciento en Austria, y en algunas regiones de Francia y el Reino Unido. Se ha encontrado desetilatracina en niveles superiores a 0,1 µg/l en entre el 5 y el 25 por ciento de los puntos en Austria y Alemania y en más del 25 por ciento en Eslovenia.

Dibuja un panorama similar un estudio reciente que abarca 4 países de la UE (Isenbeck- Scröter y cols., 1997). De nuevo se observa que la atracina aparece con relativa frecuencia en las muestras tomadas en los cuatro países, en un 22 por ciento de las obtenidas en Francia y en un 9 por ciento de las del Reino Unido. También se encontró bentazona en un porcentaje bastante elevado de las muestras tomadas en el Reino Unido (15%). La atracina, la simacina y la bentazona son herbicidas de amplio espectro que se utilizan mucho para usos agrarios, industriales y domésticos. Actualmente, su empleo está siendo severamente restringido o prohibido en muchos países.

Mapa 9.4 Concentraciones de nitratos en aguas subterráneas

Concentraciones de nitratos en aguas subterráneas

Concentraciones en mg de NO₃/l

En Moldavia y Rumania

Hungría

puntos de muestreo

sin datos disponibles

Fuente: AEMA-ETC/IW

Mapa 9.5 Regiones afectadas por concentraciones elevadas de nitratos en las aguas subterráneas

Nitratos en aguas subterráneas

Regiones afectadas, en mg de NO₃/l

Pequeñas áreas afectadas, con distribución uniforme, en mg de NO₃/l
área en estudio

sin datos disponibles

Nota: Mapa basado en los aportados por los Puntos Focales Nacionales. AEMA-ETC/IW

Tabla 9.1 Nitratos en las aguas subterráneas; cambios entre comienzos y mediados de la década de 1990.

	Puntos de observación	Incremento (%)	Sin cambios (%)	Disminución (%)
Alemania	3741	15	70	15
Austria	979	13	72	15
Dinamarca	307	26	61	13
Finlandia	40	27	43	30
Reino Unido	1.025	8	80	12

Fuente: AEMA-ETC/IW

Tabla 9.2 Resultados en puntos de muestreo para detectar plaguicidas, en algunos países europeos

A	NO	DK	UK	FR	CZ	SK	DE	SL	total	ES	LU
---	----	----	----	----	----	----	----	----	-------	----	----

Porcentaje de puntos con concentraciones de plaguicidas > 0,1 µg/l.
(Entre paréntesis: número de puntos de muestreo)

Atracina

Simacina

Lindano

Desetilatracina

Heptacloro

Metolacloro

Bentazona

DDT

Diclorprop

Metoxicloro

MCPA

Desisopropilatracina

Hexacinona

Nota: * Datos que sólo abarcan algunas regiones del país

Fuente: AEMA-ETC/W

Aunque sólo un pequeño porcentaje de los puntos sobrepase la concentración máxima admisible, una amplia proporción puede tener concentraciones menores. La concentración máxima admisible es un indicador operativo, establecido en función de los límites de detección de los antiguos métodos de análisis. No proporciona información sobre el peligro para la salud pública o el medio ambiente. Como los métodos de análisis mejoran, cada vez pueden detectarse concentraciones de plaguicidas menores. La información sobre concentraciones bajas puede contribuir a ofrecer un cuadro más detallado y un análisis más fiable de las tendencias. La continua lixiviación de plaguicidas a las aguas subterráneas justifica una atención continua para garantizar la protección de este recurso vital.

Recuadro 9.2. Plaguicidas en las aguas subterráneas y superficiales de Dinamarca

El programa danés de control de aguas subterráneas incluye control periódico de ocho plaguicidas. En el 12% de las muestras se han detectado uno o más, y se ha sobrepasado la concentración máxima admisible (CMA) en el 4% (GAUSS, 1997). Las sustancias que con más frecuencia se han hallado son la atracina, la simacina, el diclorprop y el meclorprop.

Debido a la extensa distribución geográfica de los plaguicidas en las aguas subterráneas danesas, el programa de control se ha ampliado recientemente hasta abarcar a 105 plaguicidas. Los resultados de 517 muestras representativas para Dinamarca muestran la presencia de 35 de esos plaguicidas o de sus metabolitos, de los que 22 sobrepasaban el CMA en el 13% de las cribas.

En contraste con las aguas subterráneas, sobre la contaminación por plaguicidas de las aguas de superficie sólo hay datos limitados. En la isla danesa de Funen, donde se desarrolla una agricultura muy intensiva, las evaluaciones anuales de calidad de los ríos en aproximadamente 900 lugares indican que los episodios de envenenamiento agudo de la fauna fluvial han aumentado de forma considerable entre 1984 y 1995.

Para profundizar en esta investigación, en 1994 y 1995 se recogieron 84 muestras en 6 cursos de agua, con usos de la tierra en las cuencas hidrográficas de 3 tipos diferentes (forestal, agrícola y mixto) (Pedersen, 1996). Se descubrieron 25 sustancias distintas en concentraciones superiores al límite de detección, que para la mayoría de las sustancias está entre 0.05 y 0.1 µg/l. Las mayores concentraciones se detectaron en primavera y en otoño, coincidiendo con la aplicación de plaguicidas en los campos. Los niveles de plaguicidas eran más elevados en las corrientes que procedían de cuencas agrícolas y mixtas que en las forestales. La concentración máxima de una sola sustancia fue de 7 µg/l, y se sobrepasó el CMA del 0,5 µg/l que especifica en la Directiva del Consejo (80/778/CEE) para la suma total los plaguicidas y sus residuos en aproximadamente el 35% de las muestras obtenidas en las corrientes de cuencas agrarias y mixtas.

9.4.3. Otros tipos de contaminación

La contaminación de las aguas subterráneas por metales pesados constituye un problema en 10 países (Bulgaria, Eslovenia, España, Estonia, Francia, Hungría, Moldavia, la República Eslovaca, Rumania y Suecia) de los 22 en que se ha obtenido información (AEMA, 1998a). Los metales pesados proceden en gran parte de fuentes puntuales, como los vertederos y las zonas con actividades mineras y vertidos industriales (para más detalles sobre suelos contaminados, véase el apartado 11.2).

Los hidrocarburos destacan como contaminantes en Alemania, Estonia, Francia, Hungría, Lituania, Moldavia, el Reino Unido, la República Eslovaca y Rumania, y los hidrocarburos clorados, en Alemania, Austria, Eslovenia, España, Francia, Hungría, el Reino Unido, la República Eslovaca y Rumania. Estos últimos se encuentran ampliamente distribuidos en las aguas subterráneas de Europa occidental, mientras que los demás hidrocarburos, y en particular los aceites minerales, provocan graves problemas en Europa oriental. La contaminación procede en gran medida del mismo tipo de fuentes puntuales que los metales pesados. Tanto las plantas petroquímicas, como las instalaciones militares son asimismo responsables de contaminación de las aguas subterráneas con hidrocarburos. Por lo general, las fuentes puntuales sólo ponen en peligro zonas freáticas limitadas.

9.5. La calidad de los ríos y los cursos de agua

9.5.1. Evaluación de la calidad de los ríos

Muchos países europeos llevan a cabo evaluaciones sobre la calidad fluvial y comunican los resultados en forma de clasificaciones. El número de categorías que se emplean, el de parámetros medidos, la forma de realizar los cálculos y las bases de la clasificación (características físicas, físico-químicas o

biológicas) pueden ser diferentes en distintos países. Como no hay un programa armonizado de control para toda Europa, los datos procedentes

Recuadro 9.3. Criterios de clasificación de la calidad de los ríos

Calidad buena: tramos fluviales con agua pobre en nutrientes y bajos niveles de materia orgánica; saturada de oxígeno disuelto; ricos en fauna invertebrada; zonas apropiadas para a reproducción de los salmónidos.

Calidad aceptable: tramos con contaminación orgánica y contenidos en nutrientes moderados; buenas condiciones de oxígeno; ricos en flora y fauna, y con gran población de peces

Calidad deficiente: tramos con fuerte contaminación orgánica; concentraciones de oxígeno generalmente bajas; sedimentos localmente anaerobios; masiva aparición ocasional de organismos indiferentes a la desaparición del oxígeno; población de peces reducida o nula; mortandad periódica de peces.

Calidad mala: tramos con contaminación orgánica excesiva; períodos prolongados de concentración muy baja de oxígeno o desoxigenación total; sedimentos anaerobios; aportaciones tóxicas graves; desprovistos de peces.

Nota: En la información sobre Alemania, Austria, Bélgica (Flandes), Dinamarca e Irlanda, se han empleado clasificaciones biológicas, y para la mayor parte de los países restantes, físico-químicas. En algunos casos, como el de Noruega y la República Eslovaca, se ha utilizado una mezcla entre clasificaciones físico-químicas y microbiológicas.

de las evaluaciones nacionales se han unificado empleando las cuatro categorías, que se definen en el recuadro 9.3.

Se han considerado de buena calidad al menos el 70 por ciento de los puntos o tramos de ríos que se han analizado o clasificado en Austria, Irlanda, Noruega y el Reino Unido. En Francia y Rumania, se encuentran en esta categoría más del 50 por ciento, mientras que Alemania, Bosnia-Herzegovina, Eslovenia y Lituania tienen por encima del 50 por ciento de sus ríos clasificados como de calidad aceptable. Más del 25 por ciento presentan una calidad deficiente o mala en Bélgica, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Dinamarca, Lituania, Polonia, la República Checa, la República Eslovaca y la antigua República Yugoslava de Macedonia. La peor calidad fluvial parece darse en la República Eslovaca, con más del 90 por ciento de los ríos clasificados como malos. No hay una pauta geográfica coherente sobre mejora o deterioro de la calidad fluvial, y las notables diferencias entre las tendencias nacionales impiden detectar ninguna tendencia clara en la situación general.

9.5.2. Materia orgánica en los ríos

El contenido en materia orgánica del agua suele medirse como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y/o demanda química de oxígeno (DQO). Estas medidas, DBO y DQO, no son directamente comparables; la DQO incluye fracciones de materia orgánica que no se oxidan rápidamente por medio de mecanismos biológicos.

Mapa 9.6 Materia orgánica en los ríos europeos en 1994-1996

Promedio anual de concentraciones de materia orgánica en los ríos

DBO5 en mg de O₂/l

Promedio de medias anuales

DBO7 en mg de O₂/l

Promedio de medias anuales

DQO Cr en mg de O₂/l

Promedio de medias anuales

DQO Mn en mg de O₂/l

Promedio de medias anuales

Se ha obtenido el promedio de medias anuales de 1994, 1995 y 1996. Cuando no estaba disponible la DBO5 se ha utilizado la DBO7, la DQO Cr o la DQO Mn.

Fuente: AEMA-ETC/IW

En los ríos no alterados, los valores típicos de DBO y DQO son inferiores a 2 mg O₂/l y 20 mg O₂/l, respectivamente. Entre 1992 y 1996, el 35 por ciento de las estaciones fluviales obtuvieron una DBO media anual inferior a 2 mg O₂/l, mientras que el 11 por ciento fue superior a 5 mg O₂/l, lo que señala una contaminación orgánica notable. En los países nórdicos la materia orgánica suele medirse sólo como DQO, y generalmente es baja. En el resto de Europa se da una DBO superior a 5 mg O₂/l, especialmente en los ríos sometidos a una intensa utilización humana e industrial.

La principal fuente de la materia orgánica que aparece en los ríos son las aguas residuales. La materia orgánica de estas aguas se descompone con facilidad; el proceso requiere oxígeno, y una desoxigenación grave puede afectar a la vida acuática. La descomposición produce asimismo liberación de amonio, que resulta venenoso para los peces si se convierte en amoníaco. Las concentraciones de materia orgánica, oxígeno y amonio constituyen, por tanto, buenos indicadores de contaminación orgánica.

Desde 1975-1981, han descendido las concentraciones de materia orgánica en los ríos europeos, especialmente en los más contaminados (véase el mapa 9.6). Se han dado notables reducciones en países cuyos niveles previos eran los más elevados, como Bélgica, Bulgaria, Estonia, Francia, Hungría, Letonia, la República Checa y la antigua República Yugoslava de Macedonia, lo que refleja un avance en el tratamiento de las aguas residuales industriales y domésticas. Las mejoras en las concentraciones de oxígeno en los ríos europeos, en particular los que tenían peores condiciones de oxigenación, se corresponden con esta disminución en las concentraciones de materia orgánica.

La mejora global, tanto de los contenidos en materia orgánica como de las concentraciones de oxígeno disuelto, encubren complejas pautas locales, que han sido descritas con detalle por la AEMA (AEMA, 1998b). Las diferentes regiones de Europa (véase el recuadro 9.1) muestran tendencias distintas, dependiendo de su estado inicial, como se ve en la figura 9.5. En los países occidentales europeos, el número de resultados que señalan calidad mala descende, y el de los de buena, aumenta. En los países nórdicos, los puntos con calidades malas siguen siendo infrecuentes. En la Europa meridional, la situación es bastante estable, todavía con muchos ríos de calidad mala. La situación general de la Europa oriental resulta similar, pero en ella se ha producido cierta reducción en la proporción de puntos con calidad mala.

El contenido en amonio de los ríos no alterados está normalmente por debajo de 0,05 mg de N-NH₄/l. En la gran mayoría de los ríos europeos se sobrepasa este valor: la concentración media anual lo supera en el 92 por ciento de los puntos, y la concentración máxima, en el 78 por ciento.

Las tendencias de las concentraciones de amonio resultan muy similares a las ofrecidas respecto a la materia orgánica. En los países occidentales y nórdicos (véase la figura 9.6), los puntos con elevadas concentraciones de amonio están mejorando, y los de concentraciones bajas empeoran. En los meridionales, la situación general está agravándose, y en los orientales disminuye la proporción de puntos tanto de buena como de mala calidad.

9.5.3. Nutrientes en los ríos

El fósforo y el nitrógeno provocan eutrofización en los ríos, con crecimiento excesivo de la vegetación, el fitoplancton o la algas sésiles, y en consecuencia,

Figura 9.5 Materia orgánica en los ríos europeos, expresada como porcentaje de estaciones según su nivel de concentración

Europa occidental	Países nórdicos			
Europa meridional	Europa oriental			
Número de estaciones por grupos de países				
Período	EO	PN	EM	EOR

porcentaje de estaciones de toma de muestras con promedio de DBO inferior a 2 mg de O₂/l
porcentaje de estaciones de toma de muestras con promedio de DBO superior a 5 mg de O₂/l

Fuente: AEMA-ETC/IW

falta de oxígeno en las aguas continentales y marinas. Los componentes nitrogenados pueden también resultar perniciosos directamente: el nitrato, por afectar la calidad del agua potable, y el amoníaco, porque consume oxígeno y es tóxico para la fauna acuática. En zonas no alteradas las concentraciones de fósforo y nitrógeno son bajas, y las determinan principalmente el suelo, la roca madre y las precipitaciones.

Fósforo

El fósforo se mide en el agua como fósforo total y como fósforo disuelto. Aunque las plantas sólo lo utilizan en su forma disuelta, las concentraciones de fósforo total constituyen una buena expresión de la disponibilidad de fósforo a largo plazo. En los ríos no alterados, las concentraciones de fósforo total no suelen alcanzar los 25 µg P/l. Los minerales naturales pueden, en algunos casos, contribuir a elevar los niveles. Por lo general, las concentraciones superiores a 50 µg de P/l se atribuyen a actividades humanas; mucho más de la mitad de las estaciones fluviales sobrepasan este nivel. Las concentraciones de fósforo disuelto superiores a 100 µg de P/l pueden dar origen a la saturación del agua por algas y vegetación, lo que causa una contaminación orgánica secundaria. Las informaciones sobre unos 1 000 puntos fluviales europeos muestran que sólo el 10 por ciento de los ríos tienen concentraciones medias de fósforo total inferiores a 50 µg de P/l (AEMA, 1998b).

Las concentraciones de fósforo más bajas se han encontrado en los países nórdicos, donde el 91 por ciento de los puntos tienen promedios anuales por debajo de 30 µg de P/l, y el 50 por ciento, por debajo de 4 µg de P/l (véase el mapa 9.7), lo que indica suelos y rocas madre pobres en nutrientes, bajas densidades de población y alta pluviosidad. Se han detectado concentraciones de fósforo elevadas en una franja que se extiende desde la Inglaterra meridional, pasando por Europa central, hasta Rumania (y Ucrania). Los países occidentales y los orientales ofrecen similares modelos de distribución. Los meridionales muestran valores más bajos que los orientales, lo que puede deberse a la proporción bastante elevada de población que en aquellos vierten las aguas residuales directamente en el mar.

En general, las concentraciones de fósforo en los ríos europeos decrecieron notablemente entre los períodos 1987-1991 y 1992-1996 (véase la figura 9.7). Los promedios anual y máximo del fósforo total y el disuelto muestran las mismas pautas. Sin embargo, la tendencia de los valores máximos indica que incluso en los lugares que mejoran pueden registrarse concentraciones excesivas. En la década de 1990 se observaron mejoras notables en Europa occidental y en algunos países de Europa oriental. En los países nórdicos las concentraciones acostumbran a ser muy bajas. La mejora general en Europa meridional está motivada por una reducción de las emisiones de fósforo, debida en particular al avance en el tratamiento de las aguas residuales (véase la figura 9.17) y a la reducción del empleo de fósforo en los detergentes. Con todo, a la disminución de la contaminación procedente de fuentes puntuales ha de seguirle la de la contribución agraria, que está adquiriendo una mayor importancia relativa.

Nitratos

El nitrógeno inorgánico disuelto, en especial el nitrato y el amonio, compone el grueso del nitrógeno total presente en las aguas fluviales, al que el nitrato contribuye con alrededor del 80 por ciento (AEMA, 1995). El nivel medio de nitratos en los ríos no alterados

Figura 9.6 Amonio en los ríos europeos, expresado como porcentaje de estaciones según su nivel de concentración máxima anual

Europa occidental	Países nórdicos
Europa meridional	Europa oriental
Número de estaciones por grupos de países	
EO	PN EM EOR

porcentaje de estaciones de muestreo con promedio inferior a 0,4 mg de N-NH₄/l
 porcentaje de estaciones de muestreo con promedio superior a 3,1 mg de N-NH₄/l

Fuente: AEMA-ETC/IW

Aguas continentales 195

está en torno a 0,1 mg de N/l (Meybeck, 1982), pero los niveles de nitrógeno de los ríos europeos relativamente incontaminados varía de 0,1 a 0,5 mg N/l, por los elevados depósitos de nitrógeno atmosférico (AEMA, 1995).

Dejando aparte los ríos de los países nórdicos, donde el 70 por ciento de los puntos observados tiene concentraciones inferiores a los 0,3 mg N/l, el 68 por ciento de los puntos de los ríos europeos tuvieron en el período 1992-1996 concentraciones medias anuales que sobrepasaban 1 mg N/l. Se observaron concentraciones máximas, de más de 7,5 mg N/l, en aproximadamente el 15 por ciento de los puntos. En la parte norte de la Europa occidental, se encontraron las mayores concentraciones, que reflejan la agricultura intensiva de esas regiones. También se dan concentraciones elevadas en Europa oriental, mientras que Europa meridional tiene, por lo común, las más bajas.

La principal fuente de nitratos es la contaminación, generalmente difusa, que proviene de la agricultura (véase la figura 9.15). La lixiviación agraria depende mucho de la precipitación. Las concentraciones de nitratos varían de año en año, debido a factores climáticos, y los cambios observados en la década de 1990 no reflejan necesariamente cambios en las actividades humanas.

En el período comprendido entre aproximadamente 1970 y 1985, las concentraciones de nitratos aumentaron en entre el 25 y el 50 por ciento de las estaciones en proporciones que iban desde el 1 al 10 por ciento anual. Desde 1987-1991, el número

Mapa 9.7 Fósforo en los ríos europeos, 1994-1996

Concentración media anual de fósforo en los ríos

Fósforo total en μg de P/l

Promedio de medias anuales

Ortofosfatos en μg de P/l

Promedio de las medias anuales

Se ha obtenido el promedio de medias anuales desde 1994 hasta y 1996. Cuando el fósforo total no estaba disponible, se han utilizado los ortofosfatos.

Fuente: AEMA-ETC/IW

de puntos en que la calidad ha acusado mejora se ha equilibrado con el de aquellos en que ha empeorado.

Los datos que se manejan indican que, tras dos décadas de rápido incremento, las concentraciones máximas anuales de los ríos de Europa occidental se van acercando a una situación estable o incluso están mejorando. Al mismo tiempo, los valores mínimos tienden a incrementarse en todos los ríos europeos, incluidos los nórdicos (AEMA, 1995), sugiriendo una posible degradación general de las masas hídricas que antes tenían una calidad aceptable. La figura 9.8 ilustra estas tendencias a largo plazo.

Pese a la reducción generalizada de la contaminación orgánica y la consiguiente mejora en las condiciones de oxígeno, el estado de muchos ríos europeos continúa siendo deficiente. Las concentraciones excesivas de nutrientes, en particular de fósforo, constituyen un problema potencial a largo plazo en los ríos grandes con corrientes lentas. Incluso en los de flujo rápido, las altas concentraciones de fósforo señalan problemas potenciales, porque la agua es transportada a tramos que se encuentran corriente abajo o lagos, que pueden ser más sensibles a la eutrofización. En aproximadamente el 25 por ciento de los puntos fluviales, habría que reducir las concentraciones de fósforo hasta en torno a un 10 por ciento de las actuales para acercarse a las condiciones del agua natural (< 25 µg de P/l). El nitrógeno constituye una molestia en una pequeña parte de los ríos, ya que impide utilizarlos para conseguir agua potable; habitualmente resulta menos perjudicial desde el punto de vista de la eutrofización de las aguas interiores, pero las concentraciones elevadas pueden causar problemas cuando se vierten en los mares. Por lo tanto, para salvaguardar la calidad de las aguas interiores y proteger el medio ambiente marino se necesitaría reducir las emisiones de nitrógeno (véase el capítulo 10, apartado 2).

Los datos obtenidos de largos períodos de observación en las estaciones de los tramos más pequeños de seis de los mayores ríos europeos (véase la figura 9.9) confirman el cuadro general de descenso en el fósforo y la materia orgánica totales, con una tendencia poco clara respecto a los nitratos.

9.6. La calidad del agua de los lagos naturales y artificiales

Los principales problemas que afectan la calidad ecológica de los lagos y embalses europeos son la acidificación debida a los depósitos atmosféricos (véase el capítulo 4) y el incremento en los niveles de nutrientes, que provocan eutrofización.

Durante muchos años, toda la eutrofización de los lagos en las regiones densamente pobladas se debía a las aguas residuales, con una mínima contribución de la agricultura. La situación está cambiando a medida que se reduce la contaminación procedente de las aguas residuales urbanas, y ahora se dirige más la atención a la contribución agraria (véase también, más adelante, el apartado sobre el fósforo procedente de la agricultura).

Existen en Europa grandes diferencias entre los niveles de nutrientes, como los que representan las concentraciones de fósforo (véase el mapa 9.9). Los lagos pobres en nutrientes se encuentran sobre todo en regiones escasamente pobladas, como el norte de Escandinavia, y montañosas, como los Alpes, donde hay muchos lagos lejos de las áreas habitadas o que se alimentan de ríos no afectados. En las regiones densamente pobladas,

Figura 9.7 Concentraciones medias de fósforo disuelto expresadas en porcentaje de estaciones según su nivel de concentración media anual

Europa occidental	Países nórdicos
Europa meridional	Europa oriental
Número de estaciones por grupos de países	
EO	PN EM EOR

porcentaje de estaciones de muestreo con promedio inferior a 0,03 mg de P/l
 porcentaje de estaciones de muestreo con promedio superior a 0,13 mg de P/l

Nota: datos de 25 países.
Fuente: AEMA-ETC/IW

sobre todo en la Europa occidental y central, existe una gran proporción de lagos afectados por las actividades humanas y, por tanto, relativamente ricos en fósforo.

Durante las últimas décadas se ha producido una mejora generalizada en la calidad medioambiental de los lagos (véase la figura 9.10). La proporción de lagos ricos en fósforo ha disminuido, mientras que el número de los de calidad casi natural (menos de 25 µg de P/l) se ha incrementado.

Pese a que la calidad de los lagos europeos parece mejorar gradualmente, la calidad del agua de muchos de ellos en amplias zonas de Europa sigue siendo deficiente y encontrándose muy por debajo de la de los lagos naturales o los que gozan de un buen estado ecológico. Se necesitan más actuaciones para mejorar la situación global, incluida la preservación de los lagos con alta calidad ecológica de las aportaciones de fósforo procedentes de las prácticas agrarias, la silvicultura y la mala gestión de las tierras.

9.7 Tendencias de las emisiones

Los contaminantes que afectan a las aguas interiores —la materia orgánica que consume el oxígeno del agua, los nutrientes que provocan eutrofización, los metales pesados, los plaguicidas y otras sustancias tóxicas—proceden, en gran medida, de actividades humanas. Contribuyen significativamente las aguas residuales municipales, las escorrentías de agua de tormentas, la industria y la agricultura. Una gran proporción de los vertidos a las aguas de superficie

Mapa 9.8 Nitratos en los ríos europeos, 1994-1996

Promedio anual de concentraciones totales de nitratos en los ríos

Nitrato en mg de N/l

Promedio de medias anuales

Fuente: AEMA-ETC/IW

proviene de fuentes puntuales fácilmente identificables, como las plantas de tratamiento de aguas residuales o los desagües industriales. La agricultura constituye principal fuente difusa de contaminación de las aguas subterráneas. Algunos contaminantes llegan a el medio ambiente acuático por depósitos atmosféricos.

9.7.1. Fósforo

Las fuentes que más contribuyen a la contaminación por fósforo son, por lo general, las puntuales, responsables con frecuencia de más del 50 por ciento de las emisiones (véase la figura 9.11). En ellas se incluyen las fuentes industriales y las aguas residuales urbanas. Los residuos humanos son ricos en fósforo y nitrógeno, y muchos detergentes que se utilizan en los hogares lo son en fósforo.

Las emisiones de fósforo están disminuyendo en muchas partes de Europa. Los resultados procedentes de las zonas de captación de los ríos o de los inventarios nacionales de emisiones muestran normalmente una reducción de entre el 30 y el 60 por ciento desde mediados de la década de 1980 (véase la figura 9.13). Las emisiones que proceden de los sectores industriales de Dinamarca y los Países Bajos han disminuido entre el 70 y el 90 por ciento. Sin embargo, en la mayor parte de Europa la contribución antropogénica a las emisiones de fósforo es, por lo general, mucho más elevada que la debida a fuentes naturales. Para combatir la eutrofización serían precisas mayores reducciones en la emisión de fósforo procedente de las fuentes puntuales y difusas.

Fósforo procedente de los detergentes

Los detergentes son una de las principales fuentes de fósforo en las aguas residuales municipales. Para reducir las emisiones, se ha reducido el fósforo que contienen, en parte sustituyéndolo por otras sustancias. En Italia y Suiza el fósforo en los detergentes está prohibido por la ley, y en otros países (como Alemania, Países Bajos y los países escandinavos), existen acuerdos voluntarios con la industria que los fabrica para eliminar de forma progresiva su contenido en fosfatos (AEMA, 1997). En la antigua Alemania Occidental, por ejemplo, el fósforo de los detergentes se ha reducido en un 94 por ciento desde 1975. El resultado de estas medidas ha sido una notable reducción de las entradas de fósforo con esta procedencia en el medio ambiente acuático.

Fósforo procedente de la industria

Con frecuencia, una sola de las grandes instalaciones industriales, en particular de las que producen fertilizantes fosforados, emite cantidades de fósforo equivalentes a las emisiones totales de países pequeños. Las emisiones de estas instalaciones han disminuido significativamente entre 1990 y 1996 (véase la figura 9.13), como resultado de la mejora tecnológica y el tratamiento de las aguas residuales.

Fósforo procedente de la agricultura

La agricultura constituye una notable fuente de contaminación fosfórica en muchos países. Pese a la reducción de un 42 por ciento en el consumo de fertilizantes fosforados que se ha producido en la UE desde 1972, la reserva de fósforo en el suelo sigue creciendo. El fósforo agrícola excedentario (la diferencia entre aportaciones y pérdidas) se ha calculado en la UE en unos 13 kg de P/ha/año (Sibbesen & Runge-Metzger, 1995). Los mayores excedentes se producen en los Países Bajos, Bélgica, Luxemburgo, Alemania y Dinamarca. El excedente en fósforo aumenta la posibilidad de que este elemento se traslade desde los suelos agrarios al medio ambiente acuático. Las pérdidas de fósforo desde los corrales y el lavado del estiércol animal disperso durante la estación húmeda o antes de ella constituyen también una destacada fuente de

Figura 9.8 Promedio de nitratos, expresado en porcentaje de estaciones según sus valores de concentración

Europa occidental	Países nórdicos
Europa meridional	Europa oriental
EO	PN EM EOR

Número de estaciones por grupos de países

porcentaje de estaciones de toma de muestras con promedio inferior a 0.3 mg de N-NO₃/l

porcentaje de estaciones de toma de muestras con promedio superior a 2.5 mg de N-NO₃/l

Nota: datos de 30 países.

Fuente: AEMA-ETC/IW

contaminación fosfórica. A ella puede asimismo contribuir de forma significativa, en algunas regiones, la erosión.

9.7.2. Nitrógeno

En la contaminación por nitrógeno suelen predominar las fuentes difusas, particularmente la agricultura (véase la figura 9.14). El nitrato es muy móvil en el suelo, y se lixivia con facilidad a las aguas subterráneas o superficiales.

El nitrato lixiviado de los suelos agrarios constituye una importante causa de la contaminación marina (véase el apartado 10. 2). Con la intensificación de la agricultura, se ha incrementado la utilización total de nitrógeno en fertilizantes y abonos (véase la figura 8.6). Gran parte del nitrógeno aplicado no se retira con la recolección de los cultivos; una fracción escapa a la atmósfera, en forma de inofensivo N_2 , pero otra se lixivia a las aguas subterráneas o superficiales, sobre todo como nitrato, y puede provocar problemas en el medio ambiente acuático.

La forma más fácil de determinar la carga de los lixiviados, es por medio de un balance de Nitrógeno, la diferencia entre las aportaciones totales (fertilizantes comerciales, abono, depósitos atmosféricos, fijación del nitrógeno) y las pérdidas totales (cosecha de los cultivos).

Materia orgánica, nitratos y fósforo totales en los grandes ríos europeos Figura 9.9

Vístula Oder

Rin Danubio

Po Duero

Índice (comienzo = 0,0)

DBO

Fuente: AEMA-ETC/IW y Phare Topic Link

Los estudios sobre el balance de nitrógeno en las tierras agrarias de la UE muestran que el excedente (la diferencia entre aportaciones y pérdidas) varía desde más de 200 kg de N/ha/año en los Países Bajos hasta menos de 10 kg de N/ha/año en Portugal (véase la figura 9.15). Por lo general, el incremento de las aportaciones eleva también los excedentes y potencia la mayor carga de los lixiviados. Muchos otros factores, entre los que se cuentan las características del suelo, el clima y las prácticas agrarias (tipo de cultivo, cantidad y manejo del abono, retirada, etc.) resultan también importantes en la lixiviación del nitrógeno.

En muchas regiones, las fuentes puntuales contribuyen asimismo de forma significativa en la contaminación por nitrógeno. La mayor utilización de las modernas técnicas de tratamiento de aguas residuales (véase la figura 9.17) puede mejorar la eliminación del nitrógeno si se dispone de instalaciones para ello, con lo que la agricultura se convierte en una fuente aún más predominante de contaminación por nitrógeno. Reducir este tipo de contaminación requeriría una notable disminución de la contribución agraria.

Tratamiento de las aguas residuales municipales

La plantas tradicionales de tratamiento de aguas residuales se diseñaron originalmente para reducir la materia orgánica; durante mucho tiempo no se tocó el contenido en nutrientes. El tratamiento moderno de estas aguas ha mejorado mucho la eliminación de

Mapa 9.9 Concentraciones de fósforo en lagos y embalses europeos

Concentración de fósforo en lagos y embalses
Concentración en $\mu\text{g/l}$

Letonia

número de lagos y embalses en los que se ha medido la concentración de fósforo

Nota: número de lagos por países: AT(26), BG(4), CH(22), DE(~300), DK(28), EE(156), ES(96), FI(70), FR(27), HU(4), IE(18), IT(7), IV(10), MK(3), NL(112), NO(401), PL(290), PT(18), RO(33), SE(2992), SL(4), UK(66).

Fuente: AEMA-ETC/IW

Aguas continentales 201

nutrientes. Hoy en día, el porcentaje de población que disfruta de este tratamiento varía, aproximadamente, entre el 50 por ciento en Europa meridional y oriental y el 80 por ciento en Europa septentrional y occidental (véase la figura 9.16).

El tratamiento de las aguas residuales municipales ha mejorado significativamente durante los últimos 10 o 15 años en Europa, especialmente en la meridional. Se ha conectado a las plantas a una proporción mayor de la población y el nivel de tratamiento ha cambiado. En Europa oriental y meridional se ha verificado un gran cambio desde los tratamientos primarios (mecánicos) a los secundarios (biológicos). En la occidental y la septentrional, ha aumentado durante la pasada década la introducción del tratamiento terciario, por lo común con eliminación del fósforo.

9.7.3. Metales pesados y otras sustancias tóxicas

Hace muchos años que se reconoce el problema de la contaminación por metales pesados y otras sustancias tóxicas (véase el capítulo 6).

Las medidas adoptadas en los países nórdicos y en Europa occidental han reducido notablemente las emisiones de metales pesados a las aguas interiores y las áreas marinas (véase la figura 9.17).

Los plaguicidas que llegan al medio ambiente acuático pueden afectar a las comunidades biológicas y limitar el uso del agua como agua potable.

La aplicación de plaguicidas por hectárea de tierra agraria varía mucho entre los países europeos. Desde 1985 a 1991, fue más baja en los países nórdicos, intermedia en Europa oriental y más elevada en Europa meridional y occidental (AEMA, 1995). La mayor aplicación, con mucho, tuvo lugar en los Países Bajos. El tipo de plaguicida utilizado depende de las condiciones climáticas y de los cultivos. En los países nórdicos y de Europa central, predominan los herbicidas (calculando por la cantidad de los principios activos), mientras que en los meridionales y occidentales lo hacen los insecticidas y los fungicidas.

La venta de plaguicidas ha experimentado un descenso general en los últimos 10 años (véase la figura 9.18). Durante este período se han desarrollado plaguicidas nuevos y más eficientes, con el mismo efecto biológico a partir de una dosis menor. El descenso en las ventas no supone forzosamente una disminución en la eficiencia de la protección a los cultivos, y el impacto medioambiental puede haberse reducido menos que lo que las cifras de bajada de las ventas sugieren. Con todo, algunas de las sustancias desarrolladas recientemente

Figura 9.10 Cambio cronológico en la distribución de las categorías de concentración de fósforo en una selección de lagos europeos

Concentración de fósforo en lagos y embalses (μg de P/l)

Notas: para evitar la gran desproporción de la influencia de los lagos daneses y finlandeses, se los ha valorado con factores de 0,25 y 0,1, respectivamente.

Número de lagos por países: AT(3), CH(2), CZ(1), DE(4), DK(20), FI(70), FR(1), HU(3), IE(3), IT(1), LV(2), NL(2), NO(3), PO(1), SE(9), SL(1).

Fuente: AEMA-ETC/IW

Figura 9.11 Desglose de fuentes emisoras de fósforo

Suecia (aguas interiores)
Dinamarca (aguas interiores)
Alemania

Río Po, Italia
Zona noruega de captación del mar del Norte
Zona austríaca de captación del Danubio
Zona alemana de captación del Rin

fuentes puntuales
agricultura
atmósfera
naturaleza

Nota: sólo se consideran los depósitos atmosféricos en algunas cuencas hidrográficas. Las barras inferiores

tienen la mayor proporción de contaminación de fuente puntual.

Fuente: compilado por AEMA-ETC/IW a partir de los informes sobre el estado del medio ambiente:

Windolf, 1996; EPA sueca, 1994; Umweltbundesamt, 1994;

BMLF, 1996; Ibrekk y cols., 1991; Ministerio de

Medio Ambiente italiano, 1992.

son más selectivas con los organismos y causan un impacto menor en el medio ambiente en general. En muchos países, se usan cada vez más, con preferencia a las sustancias químicas, componentes microbiológicos, como las bacterias, los hongos o los virus, para el control de plagas, sobre todo en invernaderos. Aunque el empleo de estos métodos aún no está muy extendido (por ejemplo, en Dinamarca, menos del 1% de las ventas totales de agentes protectores del cultivo son de microbiológicos), es probable que se incremente en el futuro.

Se espera que nuevos avances en la agricultura ecológica contribuyan a reducir la aportación de pesticidas al medio ambiente.

9.8. Políticas y medidas para proteger y gestionar los recursos hídricos

Durante los últimos 25 años se han desarrollado diversas iniciativas políticas generales para proteger y gestionar los recursos hídricos en toda Europa. Entre ellas se incluyen el Quinto programa de acción sobre el medio ambiente, el Plan de acción sobre el Danubio, el Plan de acción sobre el Rin y el Convenio sobre la protección y el uso de cursos de agua transfronterizos y lagos internacionales.

En la tabla 9.3 se exponen los principales objetivos de estos programas y se indican cómo se han relacionado las medidas con los objetivos (donde se han aplicado) y qué progresos se han conseguido desde la evaluación *Dobris*. Diversos acuerdos, planes de acción y convenios internacionales, referidos a los mares Báltico, del Norte, Negro y Mediterráneo (véase el capítulo 10), tienen implicaciones importantes en la gestión de los ríos que alimentan estos mares.

Como en las otras áreas que se tratan en el presente informe, el éxito de las políticas sobre aguas interiores depende de que se apliquen con efectividad. La Directiva marco sobre el agua que se ha propuesto (véase más adelante), si se aplicara consecuentemente, conduciría a mejoras notables en la calidad de las aguas y la gestión sostenible de los recursos hídricos. El resto de este apartado final trata diversas iniciativas específicas de la UE, de los países de Europa central y oriental, y de los Nuevos Estados Independientes.

Figura 9.12 Cambios en los vertidos de fósforo desde mediados de la década de 1980

Cuenca hidrográfica del Rin
Países Bajos - emisiones totales
Países bajos - emisiones industriales totales
Dinamarca - emisiones industriales a través de los ríos
Dinamarca - emisiones fluviales totales
Noruega - emisiones totales al Skagerrak
Reino Unido - emisiones totales a los mares

Fuentes: RIVM, 1995; Miljøstyrelsen, 1996; Windolf, 1996; SFT, 1996; datos sobre el Reino unido proporcionados por WRc.

Figura 9.13 Emisiones de fósforo de algunas grandes industrias

toneladas

Note: Carga total de Dinamarca, añadida a la figura para comparación
Fuentes: páginas WWW de las compañías; Windolf, 1996.

Figura 9.14 Desglose de fuentes emisoras de nitrógeno

Cuenca hidrográfica sueca hacia la bahía de Botnia
Götaälav, Suecia
Zona de captación noruega hacia el mar del Norte

Suecia (aguas interiores)
Zona austríaca de captación del Danubio
Alemania
Río Po, Italia
Zona alemana de captación del Rin
Zona alemana de captación del Mosela
Dinamarca (aguas interiores)

fuentes puntuales
agricultura
atmósfera
naturaleza

Note: El depósito atmosférico sólo se considera en algunas zonas de captación. Cargas naturales incluidas las cargas por agricultura en los ríos alemanes. Las barras inferiores tienen la proporción mayor de contaminación agraria

Fuentes: Windolf, 1996; EPA sueca, 1994; Umweltbundesamt, 1994; BMLF, 1996; Ibrenk y cols., 1991; Ministerio de Medio Ambiente italiano, 1992; RIVM, 1992; Löfgren & Olsson, 1990.

Políticas de la Unión Europea

a) Uso del agua

Pocas políticas de la UE se refieren específicamente al consumo hídrico. Sin embargo, el Reglamento (880/92) sobre concesión de etiquetas ecológicas en la Comunidad, una de cuyas metas es minimizar el consumo de recursos naturales, y el Programa de acción para la protección y la gestión integradas de las aguas subterráneas podrían contribuir a lograr un mejor equilibrio entre el uso y la disponibilidad de las aguas freáticas.

Uno de los objetivos de la propuesta Directiva marco de la CE (97/49 final) sobre el agua consiste en asegurar que el precio del ésta refleje con más fidelidad sus costes económicos, incluidos los costes medioambientales y de agotamiento de recursos, tanto como los ocasionados para suministrar los servicios necesarios.

b) Calidad del agua

La Directiva de la CEE (80/778) sobre agua potable establece los niveles que se describen en el apartado 9.4. Las políticas para mejorar la calidad del agua no se centran sólo en controlar los vertidos procedentes de los sectores doméstico, agrario e industrial, sino también en proteger usos específicos del agua. Las políticas, y propuestas específicas (en el período 1992-1995), dirigidas a los principales sectores responsables de la contaminación hídrica son las siguientes:

La Directiva de la CEE (91/271) sobre tratamiento de aguas residuales urbanas, que establece las normas mínimas para la recogida, tratamiento y vertido de las mismas (aguas residuales domésticas e industriales). Sus requisitos se aplicarán progresivamente durante el período comprendido entre el año 1998 y el 2005.

La Directiva de la CEE (91/676) relativa a los nitratos, que pretende reducir o evitar la contaminación hídrica procedente de la aplicación o el almacenamiento de los fertilizantes inorgánicos y abonos en las tierras de labranza. Se pide a los Estados miembros que identifiquen las zonas vulnerables a los nitratos, y diseñen y apliquen programas de acción para protegerlas antes de 1995. La CE ha publicado recientemente un informe que destaca el insignificante progreso realizado por los Estados miembros en la aplicación de la directiva.

La propuesta para un Programa de acción de la UE (96/315 final) sobre protección y control integrados de las aguas subterráneas, adoptada por la Comisión en agosto de 1996, y la propuesta para una Directiva marco de la CE (97/49 final) sobre el agua, publicada en febrero de 1997, y dirigida a proteger las aguas subterráneas, las aguas interiores de superficie,

Figura 9.15 Balances de nitrógeno en las tierras agrarias de la UE, 1993

Países Bajos
Bélgica
Luxemburgo
Dinamarca
Italia
Alemania
Francia
Grecia
Irlanda
Reino unido
España
Portugal
aportaciones
pérdidas
kg/ha/año

Nota: en las aportaciones se incluyen fertilizantes y abonos. En las pérdidas se incluyen las cosechas.
Los países de la parte superior del gráfico tienen los mayores excedentes anuales por hectárea.
Fuente: Eurostat, 1997

Figura 9.16 Tratamiento de aguas residuales en las regiones de Europa desde 1980/85 hasta 1990/95

porcentaje de población

Países nórdicos

Países occidentales

Países orientales

Países meridionales

terciario

secundario

primario

Nota: Sólo se han incluido en el análisis los países con datos sobre ambos períodos; entre paréntesis, el número de países.

Fuente: AEMA-ETC/IW

los estuarios y las aguas superficiales y subterráneas litorales, que conformarán el marco de la política hídrica en su conjunto. La Directiva marco sobre el agua requeriría que los Estados miembros preparasen un programa de medidas para conseguir una “buena” situación de las aguas superficiales y subterráneas a finales del año 2010.

- Se espera que las recientes reformas de la PAC influyan en el uso de fertilizantes y, con ello, en la calidad del agua. Sin embargo, no puede esperarse que se consigan reducciones proporcionales en todas las pérdidas de nutrientes; podrían, incluso, darse aumentos; por ejemplo, en el caso de los nitratos lixiviados de los suelos no cultivados y de los cultivados más intensivamente.
- El Plan para la concesión de etiquetas ecológicas (véase anteriormente) podría alentar una disminución del uso de fosfatos en los detergentes.

Los países de Europa central y oriental y los NEI

El Programa de acción medioambiental para Europa central y oriental (1993) determinó los problemas más importantes y estableció prioridades para los 10 años siguientes, que reflejan la limitación de los recursos disponibles. Principal interés reviste el daño a la salud humana motivado por la deficiente calidad del agua, incluidos los efectos sanitarios que producen los nitratos procedentes de las piscifactorias y empresas agrarias inadecuadamente mantenidas y proyectadas, la aplicación inapropiada de fertilizantes y la fosas sépticas rurales.

Las modificaciones en la agricultura que se han tratado en el apartado 8.3 han tenido como resultado un descenso en el uso de productos químicos agrarios. La utilización de fertilizantes en Polonia se ha reducido en cerca del 70 por ciento entre 1989 y 1992. En Rumania, la aportación de nutrientes ha disminuido en más del 50 por ciento desde 1989.

Figura 9.17 Cambios en las emisiones de metales pesados procedentes de diversas fuentes entre c. 1980 y c. 1990

suma de varios metales
 mercurio
 cadmio
 Países Bajos - industria
 Noruega - industria
 Reino Unido
 Noruega
 Suecia
 Países Bajos
 Zona de captación del Rin

Fuentes: páginas WWW de compañías industriales; IKS, 1994; RIVM, 1995; EPA sueca, 1993; SFT, 1996; DoE, 1997.

Figura 9.18 Ventas totales de plaguicidas en la UE, 1985-95

Índice 1991=0,0

Note: Índice basado en la cantidad de principio activo contenido en el plaguicida. Países de la UE, excepto Bélgica y Luxemburgo

Fuente: ECPA, 1996

Tabla 9.3 Estado de las actuaciones en el ámbito de la cantidad y la calidad de las aguas, 1992-1997

Objetivos

Actuaciones llevadas a cabo

Unión Europea

Quinto programa de acción sobre el medio ambiente

Aspectos cuantitativos

- Aguas subterráneas y aguas dulces superficiales - integración de los criterios de conservación y uso sostenible de recursos en otras políticas que incluyan la agricultura, el uso de la tierra, la planificación y la industria.
- La Comisión adoptó una propuesta para un Programa de acción sobre protección y control integrados de las aguas subterráneas. El plan se dirige a los aspectos tanto cualitativos como cuantitativos de la gestión del agua. Uno de los principales temas del programa es la integración de las exigencias de protección de las aguas subterráneas en otras áreas políticas, centrándose particularmente en la PAC y en la política regional.
- Propuestas para una Directiva de la CE (97/49 final) sobre el agua, para proteger el agua dulce, los estuarios y las aguas superficiales, litorales y subterráneas..

Aspectos cualitativos

- Agua dulce superficial: conseguir mejor calidad ecológica y salvaguardar la alta calidad existente.
- Examinar la necesidad de una directiva para reducir los fosfatos.
- Elaboración de normas específicas sobre emisión para alentar el desarrollo de procesos y normas para evitar efectos negativos en el agua (utilizando MTD y niveles meta).
- Propuestas para la limitación y sustitución progresivas de plaguicidas nocivos.
- Propuestas de la CE (93/680) relativas a la calidad ecológica del agua superficial, incorporadas a la Directiva marco sobre el agua.
- Revisión de la Directiva sobre aguas de baño.
- No se han desarrollado Directivas; los esfuerzos para reducir el fósforo en las aguas residuales urbanas se han considerado adecuados.
- Se adoptó la Directiva de la CEE (96/61) sobre prevención y control integrados de la contaminación (IPPC) La Comisión estudia en la actualidad la mejor forma de revisar la Directiva sobre sustancias peligrosas para controlar los vertidos procedentes de instalaciones que no cumplan los requisitos de prevención y control integrados.

b) Acuerdos internacionales Plan de acción sobre el Danubio

Para el año 1997:

- Elaboración de planes de acción nacionales para la aplicación del Plan de acción sobre el Danubio.
- Adopción de límites de emisión para plantas de fertilizantes, nuevas empresas industriales y unidades ganaderas.
- Fijación de objetivos nacionales de reducción de vertidos dirigidos a ríos con alta prioridad.
- Evaluación de los vertidos de nutrientes procedentes del Danubio al mar Negro.
- No se ha emprendido la evaluación del vertido de nutrientes.
- No se ha concluido ningún plan de gestión integrada.
- Hasta la fecha sólo se ha redactado un plan de acción nacional.

Para el año 2005:

- Normas sobre almacenamiento, manejo y aplicación de fertilizantes.
- Reformas profundas de la política agraria en materia de medio ambiente.
- Mejores prácticas medioambientales en el uso de fertilizantes y plaguicidas.
- Conclusión y aplicación del modelo y los proyectos de demostración para el manejo, almacenamiento y aplicación del abono.
- Prohibición de los detergentes fosfatados.
- Inversión en plantas de tratamiento de aguas residuales con prioridad.

Plan de acción sobre el Rin

- Reducción del 50 por ciento del fósforo y el nitrógeno totales, y de otros contaminantes con prioridad, antes del año 1995.
- Conectar el 90 por ciento de las comunidades a los sistemas de alcantarillado con posterior tratamiento biológico, antes del año 2000.
- Regreso de las principales especies acuáticas presentes en otros tiempos, como el salmón, antes del año 2000 (proyecto “salmón 2000”).
- Se consiguió la reducción del 50 por ciento, en el caso del fósforo, con tres años de antelación.
- Sólo se espera para el año 2000 una reducción del nitrógeno del 20 o el 30 por ciento.
- La gran dificultad de controlar las aportaciones difusas, en particular las de nitrógeno, ha frustrado la reducción del 50 por ciento proyectada.
- Las emisiones de fuentes puntuales de la mitad de las sustancias se redujeron entre el 80 y el 100 por ciento antes de 1992.
- Se prevé un coste > 25 mil millones de DM, y se reducirán los vertidos al mar del Norte.
- Se están realizando progresos, pero aún queda mucho por hacer.

Objetivos

Actuaciones llevadas a cabo

Programas de acción sobre el Elba

- El primer programa de acción, de 1992 a 1995, pretendía una reducción substancial de las cargas que llegaban al mar del Norte procedentes del área de captación del Elba que lograrse un ecosistema acuático casi natural e hiciese al río adecuado para la pesca, las actividades recreativas, etcétera.
 - Programa de acción a largo plazo para 1996 y años sucesivos, orientado a una mayor reducción de la contaminación del Elba.
- Notables mejoras en la calidad hídrica del Elba y disminución de las cargas que llegan al mar del Norte

Convenio sobre la protección y el uso de cursos de agua transfronterizos y lagos internacionales

- Prevenir, controlar y reducir la contaminación de las aguas que cause o pueda causar un impacto transfronterizo.
 - Garantizar que las aguas transfronterizas se usen con la perspectiva de una ordenación, una conservación de los recursos hídricos y una protección medioambiental ecológicamente adecuadas y racionales.
 - Garantizar que las aguas transfronterizas se usen de forma razonable y equitativa, teniendo en cuenta su particular carácter, en el caso de actividades que causen o puedan causar impactos transfronterizos.
 - Asegurar la conservación y, si fuese necesario, la restauración de ecosistemas.
- Se requieren medidas de prevención, control y reducción de la contaminación de las aguas.
 - Firmado por 15 países de Europa occidental (todos, excepto Islandia, Irlanda y Liechtenstein) y 10 de Europa central y oriental. Además, lo ratificaron Croacia y Moldavia, aunque no lo firmaron.
 - El convenio entró en vigor el 6 de octubre de 1996.
 - No se dispone de información sobre progresos.

Plan de acción estratégica sobre la rehabilitación y protección del mar Negro (octubre de 1996)

- Reducción de vertidos de nutrientes a los ríos (en particular, al Danubio) hasta que se alcancen los objetivos de calidad de las aguas del mar Negro.
 - Reducción de la contaminación procedente de fuentes puntuales antes del año 2001; se ha exigido el primer informe sobre progresos para el año 2001.
 - Cada Estado del mar Negro ha de desarrollar un plan estratégico nacional sobre la reducción de fuentes puntuales.
 - Antes del año 2006, reducción significativa de aportaciones de aguas residuales insuficientemente tratadas procedentes de grandes áreas urbanas.
 -
- No se conocen estudios nacionales globales sobre los progresos que se van haciendo.
 - Actuaciones desconocidas; se ha propuesto una estrategia para toda la cuenca (relacionada con el Plan de acción sobre el Danubio).
 - Elaborada una lista de lugares con gran prioridad (“puntos de alarma”).
 - Progresos desconocidos.

**Convenio de Helsinki - Junta del mar Báltico
Programa de acción global medioambiental
(de 1993 a 2012)**

- Identificación de las principales fuentes puntuales de contaminación (“puntos de alarma”).
- Empezar actuaciones correctoras (preventivas y curativas) en los “puntos de alarma”.
- Se han identificado 132 “puntos de alarma”; a 47 de ellos se les ha asignado la categoría de prioridad para la actuación; el 66 por ciento está en países en transición.
- Los progresos se han distribuido desigualmente; se avanza mucho en los países escandinavos, Finlandia y Alemania y también hay un fuerte respaldo en los Estados bálticos y Polonia.
- Se han previsto actuaciones en los “puntos de alarma” para reducir durante el período 1991-2000 las emisiones de fósforo, aproximadamente en el 40 por ciento, y de nitrógeno, en el 30 por ciento.

Declaración ministerial del Convenio de Helsinki 1988

- Reducción del 50 por ciento de los vertidos totales de nutrientes, metales pesados y tóxicos y componentes persistentes y bioacumulativos al mar Báltico antes del año 1995.
- Aunque algunos países han alcanzado el objetivo, la reducción global del 50 por ciento no se hará realidad hasta el año 2020.
- En algunos PECO se ha conseguido la reducción en el vertido de nutrientes, sobre todo debido al descenso en el uso de fertilizantes y en la producción agraria, provocado por cambios estructurales y dificultades económicas. Una recuperación económica podría conducir a un nuevo incremento de la escorrentía agraria.

**Comisiones de Oslo y París (OSPAR) -
Conferencias ministeriales sobre el mar del Norte.
Conferencia de la Haya de 1990**

- Reducir las aportaciones de las sustancias más peligrosas (dioxinas, cadmio, mercurio y plomo) en un 70 por ciento para 1995.
- Reducir las aportaciones de 36 sustancias prioritarias en un 50 por ciento para 1995.
- Eliminar progresivamente el uso de ciertos grupos de plaguicidas.
- Reducir los aportes de nitrógeno y fósforo, en un 50 por ciento para 1995, áreas que causen contaminación.
- Se realizó un avance notable en la consecución de los objetivos en el caso de las sustancias más peligrosas hacia 1995, fecha de la conferencia de ministros de Esbjerg.
- Se espera que muchos Estados miembros alcancen los objetivos en 1995.
- Se prueba que antes de 1995 se han eliminado en los Estados miembros 3 de los 16 grupos identificados
- Se espera que la mayor parte de los países alcancen una reducción del 50 por ciento en las emisiones de fósforo, y entre el 20 y el 30 por ciento en las de nitrógeno, para 1995.

- Los objetivos de reducción total en emisiones de N no se han alcanzado, debido sobre todo a que influir sobre las pérdidas agrarias ha demostrado ser más difícil que prevenirlas, y porque lo inadecuado de las medidas adoptadas o de su aplicación.

Plan de acción sobre el Mediterráneo

- Tomar las medidas apropiadas para prevenir, reducir y combatir la contaminación del área del mar Mediterráneo.
- Información sobre los progresos, no disponible o difícil de evaluar.

Programa de Control y Evaluación del Ártico

- Reducir y, finalmente, eliminar la contaminación en el aire y en el mar, como la provocada por metales pesados, gases de invernadero, PCB, DDT e hidrocarburos clorados.
- En 1997 se publicó un informe sobre el estado del medio ambiente ártico.
- Es demasiado pronto para evaluar los progresos.

Referencias bibliográficas

- BMLF (1996). Gewässerschutzbericht 1996. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Viena.
- Budyko, M.I. y Zubenok, L.I. (1961). The determination of evaporation from the land surface. Izv. Akad. Nauk SSSR. In Ser. Geogr., No 6, págs. 3-17.
- DoE (1997). The Environment in your Pocket 1997. Department of the Environment, Transport and the Regions, Londres.
- ECPA (1996). European Crop Protection: Trends in Volumes Sold, 1985-95. Report from the European Crop Protection Association to the European Environment Agency. ECPA, Bruselas.
- AEMA (1995). *El medio ambiente europeo: la evaluación Dobris*. Eds: D. Stanners & P. Bourdeau. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.
- AEMA (1997). Environmental Agreements _ Environmental Effectiveness. Environmental Issues series No 3, Vol. 1. 93 páginas, ISBN 92-9167-052-9.
- AEMAEEA (1998a). Groundwater Quality and Quantity. To be published in the EEA Environmental Monograph series. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.
- AEMA (1998b). Effects of Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems. To be published in the EEA Environmental Monograph series. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.
- AEMA-ETC/IW (1996). Surface Water Quantity Monitoring in Europe. EEA Topic Report No 3/1996, 72 páginas, AEMA, Copenhague, ISBN 92-9167-002-2.
- AEMA-ETC/IW (1998). Sustainable Water Use in Europe: Part 1: Sectoral Use of Water. Publicación prevista dentro de la serie de informe temáticos de la AEMA. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague.
- EPA sueca (1993). *Metals and the environment*. Swedish EPA, Estocolmo.
- EPA sueca (1994). Eutrophication of soil, fresh water and the sea. Swedish EPA, Estocolmo.
- Eurostat (1997). Meetings of the Sub-group on Nitrogen Balances of the Working Group "Statistics on the Environment". Luxemburgo, 13-14 de february de 1997.
- GEUS (1997). Grundvandsovervågning 1997. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet, 101 páginas. Copenhague.
- Gleick, P.H. (1993). An introduction to global freshwater issues. In *Water in Crisis - A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Ed: P. H. Gleick, 1993. Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security, Stockholm Environment Institute.
- Gustard, A. (ed.) (1993). Flow Regimes from International Experimental and Network Data (FRIEND). In *Hydrological Studies*, Vol. 1. Institute of Hydrology, Wallingford, Reino Unido.
- Gustard, A., Rees, H.G., Croker, K.M., y Dixon, J.M. (1997). Using regional hydrology

ogy for assessing European water resources. In FRIEND 97: Regional Hydrology _ Concepts and Models for Sustainable Water Resource Management. IAHS proceedings of the 3rd International FRIEND Conference, Postojna, Eslovenia.

Hulme, M., Conway, D., Jones, P.D., Jiang, T., Barrow, E. y Turney, C. (1995). Construction of a 1961-90 European climatology for climate change modelling and impact implications. En: *Int. Jnl. Clim.*, Vol. 15, págs. 1333-1363.

Ibrekk, H.O., Molvær, J. & Faafeng, B. (1991). Nutrient loading to Norwegian coastal waters and its contribution to the pollution of the North Sea. En: *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 24, págs. 239-249.

IKSR (1994). Aktionsprogramm Rhein _ Bestandsaufnahme der punktuellen Einleitungen prioritärer Stoffe 1992. Internationale Kommission zum Schutze des Rheins, Koblenz.

ICWS (1996). Long-range study on water supply and demand in Europe - Integrated Report. International Centre of Water Studies, Amsterdam, the Netherlands. Report 96.05 to the CEC-Forward Studies Unit.

Isenbeck-Scröter, M., Bedbur, E., Kofod, M., König, B., Schramm, T. y Mattheß (1997). Occurrence of pesticide residues in water: assessment of the current situation in selected EU countries. *Berichte aus dem Fachbereich Geowissenschaften der Universität Bremen*, No 91.

Ministerio Italiano de Medio Ambiente (1992). *Report on the state of the Environment*. Roma.

Kundzewicz, Z.W. (1997). Water resources for sustainable development. En: *Hydrological Sciences _ Journal -des Sciences Hydrologiques*, Vol. 42(4), págs. 467-497.

Löfgren, S. y Olsson, H. (1990). Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Report No 3692 from Naturvårdsverket, Estocolmo.

Meybeck, M. (1982). Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. En: *American Journal of Science*, Vol. 282, págs. 402-450.

Miljøstyrelsen (1996). Punktkilder 1995. Orientering fra Miljøstyrelsen No 16/1996. Agencia Danesa de Protección del Medio Ambiente, Copenhague.

Morris, D.G. y Kronvang, B. (1994). Report of a study into the state of river and catchment boundary mapping in the EC and the feasibility of producing an EC-wide river and catchment boundary database. Report to the EEA-TF, January 1994.

OCDE (1997). *OECD Environmental Data Compendium 1997*. OCDE, París.

Pedersen, S.E. (1996). Pesticidundersøgelser i fynske vandløb 1994-1995. *Tidsskrift for Landøkonomi*, Vol. 183, págs.122-128.

Rees, H.G., Croker, K.M., Reynard, N.S. y Gustard, A. (1997). Estimating the renewable water resource. In *Estimation of renewable water resources in the European Union*. Eds: H.G: Rees, y G.A. Cole, 1997. Institute of Hydrology, Wallingford, UK. Final Report to Eurostat (SUP-COM95, 95/5-441931EN).

RIVM (1992). *National Environmental Outlook 1, 1990-2010*. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, the Países Bajos.

RIVM (1995). Milieubalans 95. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Países Bajos.

SFT (1996). Pollution in Norway. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo.

Shiklomanov, I.A. (1991). The World's Water Resources. En: International Symposium to commemorate the 25 years of IHD/IHP. UNESCO, Paris, 1991, págs. 93-126.

Sibbesen, E. y Runge-Metzger (1995). Phosphorus balance in European agriculture - Status and policy options. En: SCOPE, Vol. 54, págs. 43-60.

OMM (1987). Servicio de información y referencias hidrológicas, Manual INFOHYDRO. Informe operativo N°.28, OMM-N°.683.

Windolf, J. (ed.) (1996). Ferske vandområder - Vandløb og kilder. Vandmiljøplanens overvågningsprogram 1995. Danmarks Miljøundersøgelser. 228 páginas. Faglig rapport fra DMU nr 177, Copenhagen.

Umweltbundesamt (1994). Daten zur Umwelt 1992/93. Erich Schmidt Verlag, Berlín.

