

## 9. Acque interne

### Conclusioni

A partire dal 1980 in molti paesi si è verificata una generale diminuzione del prelievo totale di acqua. Nella maggior parte di essi il prelievo per usi industriali è in via di lenta diminuzione dal 1980 per l'abbandono di lavorazioni industriali ad elevato impiego di acqua, per lo sviluppo dei servizi, per l'introduzione di tecnologie più efficienti e per la diffusione del riciclaggio. Tuttavia, il fabbisogno idrico nelle aree urbane continua in alcuni casi ad essere superiore alle risorse disponibili ed è prevedibile che si verifichino carenze nell'approvvigionamento. In futuro le riserve idriche potrebbero anche risentire delle conseguenze del cambiamento climatico.

Nei paesi mediterranei l'agricoltura è il settore in cui si registra il consumo idrico più elevato, principalmente per uso irriguo. La superficie irrigata e il prelievo di acqua destinata a questo uso risultano in costante aumento dal 1980. Nei paesi dell'Europa meridionale il 60% di tutta l'acqua prelevata è destinata ad uso irriguo. In alcune regioni l'eccessivo sfruttamento della falda freatica rispetto alle capacità di rigenerazione della stessa determina l'abbassamento della superficie freatica, il prosciugamento di zone umide e l'intrusione di acque salate nelle falde acquifere costiere. Fra gli strumenti per contenere il futuro fabbisogno idrico figurano misure per un impiego più efficiente delle risorse idriche, misure di controllo dei prezzi e piani di indirizzo dell'agricoltura.

Nonostante l'introduzione di obiettivi di qualità dell'acqua a livello comunitario e l'attenzione attribuita alla qualità dell'acqua all'interno del programma di azione ambientale per l'Europa centrale e orientale, non si segnalano miglioramenti complessivi della situazione dei fiumi rispetto ai dati del 1989/90. I dati relativi ai paesi europei indicano tendenze diverse senza nessun modello geografico prevalente. Si segnalano tuttavia alcuni progressi rispetto agli anni Settanta per quanto riguarda la situazione dei fiumi più inquinati.

Il fosforo e l'azoto continuano a provocare l'eutrofizzazione delle acque di superficie. L'utilizzo di tecniche più avanzate di trattamento delle acque reflue e la diminuzione delle emissioni provenienti dai grandi complessi industriali fra il 1980 e il 1995 hanno determinato un calo degli scarichi di fosforo nei fiumi, che in molti paesi è compreso fra il 40% e il 60%. Le concentrazioni di fosforo nelle acque superficiali sono diminuite in misura significativa, soprattutto nelle aree in precedenza più gravemente colpite dal fenomeno. Sono prevedibili ulteriori miglioramenti in quanto i tempi di recupero, soprattutto nei laghi, possono essere lunghi e richiedere molti anni.

Le concentrazioni in circa un quarto dei siti fluviali monitorati continuano tuttavia a essere dieci volte superiori rispetto a quelle riscontrate nelle acque di buona qualità. L'azoto, la cui principale fonte di emissione è l'agricoltura, non crea problemi particolari nei fiumi, ma può causare notevoli difficoltà una volta giunto nel mare; le emissioni devono pertanto essere ulteriormente contenute al fine di tutelare l'ambiente marino.

La qualità delle acque sotterranee risente dell'aumento dell'uso di nitrati e pesticidi in agricoltura. Le concentrazioni di nitrati, basse nell'Europa settentrionale, raggiungono invece livelli elevati in numerosi paesi dell'Europa occidentale e orientale, superando spesso i valori limite fissati dall'UE.

Fra il 1985 e il 1995 l'impiego di pesticidi nell'UE è diminuito. Ciò non indica tuttavia necessariamente una riduzione dell'impatto ambientale, dal momento che anche la gamma dei pesticidi in uso è cambiata. Le concentrazioni di determinati pesticidi nelle acque sotterranee superano spesso i valori massimi fissati dall'UE. In molti paesi si segnalano inoltre gravi contaminazioni dovute a metalli pesanti e a idrocarburi e composti organo-alogenati.

In numerose regioni europee, come ad esempio nelle regioni del Mare del Nord, del Mar Baltico, del Reno, dell'Elba e del Danubio, sono in atto politiche integrate di salvaguardia delle acque interne. Benché siano già stati ottenuti risultati importanti, occorre perseguire anche in futuro l'obiettivo di una più stretta integrazione delle politiche ambientali con le politiche economiche.

**La politica agricola, in particolare, rappresenta lo strumento chiave per ridurre le emissioni da fonti diffuse, ma ciò continua a porre difficoltà di natura tecnica e politica. Nonostante nel quadro della riforma della PAC siano già in via di adozione misure volte a contenere l'impiego di nutrienti, occorrerà adoperarsi ulteriormente al fine di assicurare che**

**provvedimenti come, ad esempio, la messa a riposo dei terreni agricoli siano finalizzati a ottimizzare i benefici dal punto di vista ambientale.**

**Le direttive UE relative ai nitrati e al trattamento delle acque reflue urbane dovrebbero indurre un considerevole miglioramento della qualità delle acque ma l'efficacia della loro attuazione dipenderà dalla misura in cui gli Stati membri individueranno le aree sensibili e le zone vulnerabili. La proposta di una direttiva quadro sulle acque richiederà inoltre la messa a punto di programmi integrati di gestione e miglioramento. Tale direttiva, se applicata uniformemente in tutta l'UE e associata all'adozione di un approccio basato sulla gestione della domanda, dovrebbe consentire un notevole miglioramento della qualità delle acque e una gestione sostenibile delle risorse idriche.**

### **9.1. Introduzione**

La maggior parte dei cittadini europei dispone oggi di adeguate quantità di acqua pulita e potabile. Le risorse idriche sono tuttavia minacciate dalle attività svolte dall'uomo e in diverse parti del continente la salute dei cittadini, il benessere e lo sviluppo economico sono compromessi dalla mancanza di quantità sufficienti di acqua di buona qualità.

Da secoli le popolazioni europee utilizzano le acque interne del continente per dissetarsi, per irrigare i campi, per smaltire le acque di scarico, per la pesca, per produrre elettricità e per il trasporto. Le acque interne di superficie rappresentano inoltre un aspetto importante del paesaggio europeo e gli ecosistemi che da esse dipendono svolgono un ruolo fondamentale per la biodiversità (cfr. capitolo 8). Negli ultimi anni, l'aumento della popolazione, l'industrializzazione, l'adozione di metodi intensivi in agricoltura, la canalizzazione, la creazione di bacini artificiali e la diffusione delle attività ricreative hanno aggravato le pressioni sulle acque interne di tutta Europa, determinando crescenti conflitti tra le diverse categorie di utenza e i diversi utilizzi. Tutti questi problemi, aggravati da siccità e inondazioni, diventate ormai tra le più comuni cause di disastri naturali (cfr. capitolo 13), rendono evidente la necessità di pervenire a un uso sostenibile delle risorse idriche.

Questo capitolo fornisce dati e informazioni sulla quantità e la qualità delle acque dei corpi idrici europei e sulle pressioni cui essi sono sottoposti. L'acidificazione, un fenomeno che sta compromettendo gravemente la qualità di fiumi e laghi in vaste zone d'Europa, è oggetto del capitolo 4.

Negli scorsi 25 anni sono state intraprese svariate iniziative politiche volte a combattere l'inquinamento delle acque di superficie a livello europeo. E dalla valutazione di *Dobris* sono stati effettivamente compiuti alcuni progressi sul fronte della riduzione dell'inquinamento delle acque di superficie prodotto dall'industria e dal settore domestico. Dalla metà degli anni Ottanta diversi paesi hanno ad esempio ridotto le emissioni di fosforo del 40-60%. L'agricoltura rimane tuttavia una fonte importante di inquinamento da fosforo in molti paesi e l'inquinamento da nitrati e da pesticidi rimane un problema in tutta Europa.

### **9.2. Le risorse idriche**

Il deflusso superficiale medio annuo di acqua dolce ammonta in Europa a circa 3 100 km<sup>3</sup>, pari a circa 4 500 m<sup>3</sup> pro capite per una popolazione di 680 milioni di persone (AEA, 1995). Su scala continentale le risorse idriche appaiono quindi abbondanti. Esse sono tuttavia distribuite in maniera scarsamente uniforme sia nello spazio che nel tempo (Gleick, 1993) e spesso la domanda locale è superiore alla disponibilità locale, cosicché nelle regioni ad alta densità demografica e con scarse precipitazioni si assiste di frequente a un eccessivo sfruttamento della risorsa.

#### **Riquadro 9.1. Definizione delle regioni europee**

Le analisi condotte a livello regionale cui si fa riferimento in questo capitolo sono state svolte in base ai seguenti raggruppamenti:

**Settentrionale:** Finlandia, Islanda, Norvegia, Svezia

**Orientale:** Bielorussia, Bulgaria, Repubblica ceca, Estonia, Ungheria,  
Lettonia, Lituania, Moldavia, Polonia, Romania, Federazione russa, Repubblica slovacca, Ucraina

**Meridionale:** Albania, Bosnia-Erzegovina, Croazia, Cipro, Grecia, Italia, Malta, Portogallo,  
Repubblica Federale di Jugoslavia, Slovenia, Spagna ed Ex Repubblica Iugoslava di Macedonia  
(ERIM)

**Occidentale:** Austria, Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Irlanda, Liechtenstein, Lussemburgo,  
Paesi Bassi, Svizzera, Regno Unito

L'Europa dispone di una rete relativamente fitta di stazioni idrometriche (per la misurazione della portata dei fiumi) e meteorologiche che forniscono dati affidabili sul lungo periodo (OMM, 1987; AEA-ETC/IW, 1996). Tuttavia i metodi usati per calcolare la disponibilità di acqua dolce variano considerevolmente da paese a paese rendendo difficile il confronto. La carta 9.1, compilata utilizzando un metodo di stima uniforme, illustra l'ampia variabilità delle risorse di acqua dolce rinnovabili in Europa, dove il deflusso medio annuo va dagli oltre 3.000 mm nella Norvegia occidentale a 100 mm in vaste zone dell'Europa orientale, a meno di 25 mm all'interno della Spagna.

L'Europa è solcata da alcuni grandi sistemi fluviali che attraversano diversi confini internazionali. Le risorse totali di acqua dolce di un paese sono rappresentate dall'acqua contenuta in forma dinamica in fiumi, laghi, serbatoi e acquiferi e comprendono le acque che a questi giungono dai paesi limitrofi. Come illustra la figura 9.1, i flussi transfrontalieri rappresentano una parte significativa delle risorse di acqua dolce totali (pro capite) in diversi paesi. In Ungheria, ad esempio, le acque dolci che hanno origine nei paesi confinanti rappresentano il 95% del totale. Anche nei Paesi Bassi e nella Repubblica slovacca questa cifra supera l'80%, e Germania, Grecia, Lussemburgo e Portogallo importano oltre il 40% delle risorse idriche. Sebbene il controllo della quantità e della qualità dell'acqua importata sia disciplinato da

**Carta 9.1 Deflusso superficiale medio annuo in Europa**

Deflusso superficiale medio annuo

Deflusso in mm  
oltre 2000

meno di 50

Note: Carta preparata con una risoluzione della maglia di 10 km x 10 km. Il deflusso medio è illustrato con una certa perdita dei dettagli locali. Dati forniti dalle reti idrometriche. Per le aree per le quali non erano disponibili dati di misurazione, il deflusso è stato calcolato in base alla relazione empirica esistente tra deflusso, precipitazioni e evaporazione (Budyko e Zubenok, 1961).

Fonte: Rees *et al.*, 1997 utilizzando dati sulla portata dei corpi idrici dell'Archivio europeo FRIEND delle acque (Gustard, 1993) e dati climatologici forniti dal Dipartimento di ricerca sul clima della University of West Anglia (Hulme *et al.*, 1995)

**Figura 9.1 Disponibilità di acqua dolce in Europa**

Classificazione della disponibilità idrica pro capite<sup>1</sup>

Categoria

Molto bassa

Bassa

Media

Superiore alla media

Elevata

Assai elevata

Disponibilità idrica (m<sup>3</sup> pro capite/anno)

meno di 2 000

oltre 50 000

<sup>1</sup>Shiklomanov, 1991

Ungheria

Paesi Bassi

Belgio

Germania

Polonia

Repubblica ceca

Cipro

Bulgaria

Repubblica slovacca

Grecia

Lussemburgo

Danimarca

Regno Unito

Italia

Spagna

Francia

Croazia

Portogallo

Turchia

Lituania

nazionali

Svizzera

Austria

Slovenia

Irlanda

Svezia

Finlandia

Norvegia

Islanda

corsi d'acqua provenienti da altri paesi  
acqua avente origine entro i confini

Fonte: Eurostat; OCSE, 1997.

**Figura 9.2 Prelievi di acqua dolce in Europa 1980-95**

indice 1980 = 0,0

Europa occidentale

Austria

Danimarca

Francia

Germania  
Irlanda  
Paesi Bassi  
Svizzera  
Regno Unito  
media (in Europa)  
indice 1980 = 0,0

Paesi nordici  
Finlandia  
Islanda  
Svezia  
media (in Europa)  
indice 1980 = 0,0

Europa meridionale  
Italia  
Spagna  
media (in Europa)

indice 1980 = 0,0  
Europa orientale  
Repubblica ceca  
Ungheria  
Polonia  
Repubblica slovacca  
media (in Europa)

Fonte: OCSE, 1997; Eurostat.

accordi internazionali (cfr. tabella 9.3), è inevitabile che sorgano tensioni, soprattutto dove le risorse sono limitate.

In base al sistema di classificazione con il quale è stato compilato il grafico della figura 9.1, in oltre la metà dei paesi europei la disponibilità idrica pro capite risulta scarsa. Tra questi vi sono alcuni paesi dell'Europa occidentale (Danimarca, Germania e Regno Unito) con discrete precipitazioni ma elevate densità di popolazione. La disponibilità di acqua dolce è molto scarsa nella Repubblica ceca, in Polonia e in Belgio. Solo nei paesi nordici (cfr. riquadro 9.1), dove la densità demografica è bassa e le precipitazioni elevate, la disponibilità di risorse idriche risulta elevata.

In Europa, la principale fonte di acqua dolce è rappresentata dalle acque di superficie. Due terzi dei paesi europei prelevano da questa fonte oltre l'80% del fabbisogno totale (OCSE, 1997, e dati Eurostat). Il restante fabbisogno viene coperto con acqua proveniente da fonti sotterranee e, in minima parte, con acqua di mare dissalata (ad esempio in Italia, in Spagna e nel Principato di Monaco). A Cipro e a Malta la dissalazione è di maggiore entità, coprendo rispettivamente il 5% e il 46% del fabbisogno totale. In Islanda, invece, dove esistono estese riserve di acque sotterranee, il 91% dell'acqua proviene dal sottosuolo.

Le acque sotterranee sono in genere di migliore qualità rispetto alle acque di superficie, richiedono un minor trattamento e da sempre rappresentano, a livello locale, la fonte di acqua potabile più economica. Nei paesi con sufficienti riserve di acque sotterranee (Austria, Danimarca, Portogallo, Islanda e Svizzera), oltre il 75% dell'acqua per il servizio pubblico viene prelevata dal sottosuolo. Le cifre scendono a valori compresi tra il 50% e il 75% in Belgio (Fiandre), Finlandia, Francia, Germania e Lussemburgo, e a valori inferiori al 50% in Norvegia, Spagna, Svezia, e Regno Unito (dati Eurostat). Le fonti idriche sotterranee sono sottoposte a crescenti pressioni, con casi evidenti di eccessivo sfruttamento in alcune zone (paragrafo 9.3, che segue).

#### **Figura 9.3 Utilizzo delle acque per settore**

Portogallo  
Grecia  
Spagna  
Italia  
Francia  
Germania  
Turchia  
Ungheria  
Paesi Bassi  
Finlandia  
Polonia  
Norvegia  
Austria  
Repubblica ceca  
Repubblica slovacca  
Svezia  
Irlanda  
Danimarca  
Lussemburgo  
Svizzera  
Regno Unito  
Islanda

erogazione idrica statale  
irrigazione  
industria (tranne raffreddamento)  
raffreddamento elettrico

Nota: Alcuni paesi includono le acque utilizzate per il raffreddamento nella produzione di elettricità in uso nelle industrie. Fonte: OCSE, 1997; Eurostat



### 9.3. Prelievo e utilizzo delle acque

#### *Prelievo delle acque dolci*

Dall'inizio del XX secolo il consumo globale di acqua è aumentato di sette volte (Kundzewicz, 1997). I prelievi sono aumentati costantemente per stare al passo con l'aumento della domanda.

Come illustra la figura 9.2, pur con ampie variazioni da paese a paese, dal 1980 il prelievo totale di acqua ha registrato nel complesso una flessione. Questa diminuzione, più marcata nell'Europa orientale che in altre regioni, è stata particolarmente pronunciata a partire dal 1990. Ciò può essere attribuito, nei paesi dell'Europa occidentale, al generale riorientamento delle strategie di gestione, con l'abbandono della prassi basata sul continuo aumento dell'offerta attraverso la costruzione di serbatoi e l'adozione di una nuova strategia orientata alla gestione della domanda, alla riduzione delle perdite dei sistemi di distribuzione, a un uso più efficiente della risorsa idrica e al riciclaggio. Nell'Europa orientale il fattore che ha maggiormente influito sulla riduzione della domanda è stata la crisi politica del 1989-90 con il successivo passaggio da un'economia centralizzata a un'economia di mercato.

I confronti effettuati tra i prelievi totali e il totale delle risorse disponibili (OCSE, 1997) indicano che, dati i tassi di rigenerazione delle loro risorse idriche, tutti i paesi europei dispongono potenzialmente di risorse sufficienti per soddisfare la domanda nazionale. Oltre il 60% dei paesi esaminati estrae meno di un decimo delle risorse idriche di cui dispone e i restanti paesi (ad eccezione del Belgio) ne prelevano meno di un terzo. In Belgio viene prelevato il 40% dell'acqua disponibile.

#### *Utilizzo delle acque dolci*

Come illustra la figura 9.3, in Europa i prelievi di acqua dolce sono destinati principalmente al servizio pubblico, all'industria, all'agricoltura e all'utilizzo come acqua di raffreddamento per i generatori di corrente (OCSE, 1997). Il confronto tra i paesi è tuttavia complicato dalle differenze di nomenclatura relativamente all'utilizzo delle acque.

Il servizio pubblico comprende la fornitura di acque destinate a svariati usi. L'uso domestico è in genere quello prevalente, assorbendo circa il 44% delle forniture nel Regno Unito, il 57% nei Paesi Bassi e il 41% in Ungheria (ICWS, 1996). Il servizio pubblico rappresenta il settore d'utenza principale in molti paesi dell'Europa occidentale e settentrionale, mentre nell'Europa orientale e meridionale è meno dominante. Nel periodo 1980-90 i prelievi per l'approvvigionamento idrico pubblico hanno registrato in tutti i paesi un costante aumento, dovuto all'incremento demografico e all'aumento del consumo pro capite indotto dal miglioramento degli standard di vita. Nel prossimo futuro si prevede una stabilizzazione o addirittura una diminuzione del consumo domestico in linea con l'andamento demografico e con l'introduzione di elettrodomestici più efficienti dal punto di vista del consumo idrico. In un secondo tempo questa tendenza potrebbe tuttavia nuovamente invertirsi in seguito al progressivo aumento dei nuclei familiari (cfr. capitolo 1).

Nel settore agricolo la domanda è rappresentata quasi ovunque essenzialmente dall'irrigazione. Nei paesi del Mediterraneo l'agricoltura è il maggior utilizzatore di risorse idriche, rappresentando circa l'80% della domanda totale in Grecia, il 50% in Italia, il 70% in Turchia, 65% in Spagna e il 52% in Portogallo (OCSE, 1997). Tali cifre sono nettamente superiori a quelle del resto d'Europa in cui per l'irrigazione viene utilizzato in media meno del 10% delle risorse.

Come illustra la figura 9.4, a partire dal 1980 vi è stato un costante aumento dei terreni irrigui, sia nei paesi del Mediterraneo e dell'Europa occidentale sia a livello complessivo europeo. Nell'Europa orientale vi è stato un rapido aumento fino al 1988, seguito poi da una costante diminuzione. Nel 1994 nei paesi dell'Europa orientale veniva irrigato poco meno del 5% dei terreni agricoli, rispetto a oltre l'8% nei paesi del Mediterraneo e poco più del 2% nei paesi europei del gruppo occidentale. Attualmente le pratiche agricole negli Stati membri dell'UE sono orientate esclusivamente all'offerta, secondo la Politica agricola comune

(PAC). Nell'Europa orientale la domanda di acqua per uso irriguo è diminuita a causa dei problemi economici e della riforma relativa alla proprietà dei terreni (ICWS, 1996).

La quota delle risorse idriche destinata a usi industriali varia enormemente da paese a paese e il confronto è ulteriormente complicato dal fatto che talvolta è compresa l'acqua di raffreddamento. La quantità di acqua prelevata per il raffreddamento

**Figura 9.4 Zone irrigue in Europa, 1980-94**

Percentuale di terreno agricolo

Europa meridionale (Albania, Grecia, Italia, Malta, Portogallo, Spagna)

Europa dell'Est (Bulgaria, Repubblica ceca, Ungheria, Polonia, Romania, Repubblica slovacca)

Europa (totale)

Europa occidentale (Austria, Belgio, Francia, Germania, Lussemburgo, Paesi Bassi, Regno Unito, Svizzera)

Paesi nordici (Finlandia, Norvegia, Svezia)

Fonte: FAO

**Carta 9.2 Domanda urbana espressa in percentuale sul deflusso medio anno**

Domanda urbana espressa in percentuale sul deflusso medio anno

Percentuale di deflusso

non specificato

non compreso nell'area di studio

Nota: Carta basata sul deflusso medio annuo misurato sul lungo periodo (carta 9.1) e su dati relativi al grado di urbanizzazione forniti da GISCO-Eurostat. Fonte: Rees *et al*, 1997

è generalmente di gran lunga superiore a quella utilizzata nei processi di lavorazione (in Ungheria, ad esempio, è destinato al raffreddamento il 95% di tutta l'acqua prelevata per usi industriali). L'acqua di raffreddamento viene rimessa in circolazione così come è stata prelevata, avendo subito solo un aumento della temperatura e l'evaporazione di una percentuale relativamente esigua. Questo viene pertanto considerato un utilizzo "conservativo" della risorsa idrica.

Dal 1980 in molti paesi europei il prelievo di acqua per uso industriale è lentamente diminuito, riflettendo sia la diminuzione della produzione industriale registrata in questo periodo, sia il generale passaggio da produzioni ad elevato impiego di acqua, come quella tessile e quella metallurgica, ad attività di servizi a basso consumo di acqua. Inoltre, è intervenuto un uso più efficiente delle risorse idriche e un aumento del riciclaggio (ICWS, 1996). Dal 1990, in seguito alla diminuzione della produzione industriale e ai problemi economici, il prelievo di acqua per uso industriale è diminuito anche in Bulgaria e in Ungheria (ICWS, 1996).

*Carenze nell'approvvigionamento idrico*

I dati illustrati nei paragrafi precedenti descrivono la situazione relativa alle risorse idriche e al loro utilizzo a livello dei singoli paesi, ma non consentono di evidenziare i problemi esistenti da un lato a livello regionale e, dall'altro, a livello locale. Il grosso della domanda di acqua, infatti, è normalmente concentrato nelle aree densamente popolate delle grandi conurbazioni. La carta 9.2 illustra dove

**Carta 9.3 Distribuzione della portata idrica del Q90**

**Q90**

(flusso al 90° percentile)

Flusso in mm

oltre 500

meno di 25

Nota: Carta preparata con una risoluzione della maglia di 10 km x 10 km. Q90 ricavato da dati misurati e calcolati in base ai modelli in uso. Fonte: Gustard *et al.* 1997

la domanda urbana di acqua dolce può, sul lungo periodo, superare la disponibilità locale, soprattutto nell'Europa meridionale e nei centri industriali. Attualmente in queste zone la domanda non può essere sostenuta se non incrementando le risorse locali mediante misure quali trasferimenti idrici tra bacini e lo stoccaggio in serbatoi artificiali.

Anche nei casi in cui in una zona vi siano sufficienti risorse idriche a lungo termine, le variazioni stagionali o annuali possono, di quando in quando, provocare problemi di approvvigionamento. Gli addetti alla pianificazione delle risorse idriche basano in genere le decisioni riguardanti l'approvvigionamento sulle quantità previste nei periodi di siccità e di scarsa portata dei corpi idrici. Un utile indicatore è costituito dal Q90, ossia dalla cosiddetta portata del 90esimo percentile, che rappresenta le risorse di acqua dolce sulle quali si può contare in media per il 90% del tempo. La carta 9.3 illustra la distribuzione del Q90 in Europa e può essere usata per identificare le regioni potenzialmente soggette a carenze idriche stagionali, un fenomeno che interessa in particolare la penisola iberica.

La consapevolezza della necessità di salvaguardare le risorse idriche per il futuro si sta gradualmente affermando in tutta Europa. Sebbene l'analisi delle tendenze abbia carattere speculativo e la domanda sia trainata da molti fattori spesso in conflitto tra loro, è probabile che i prelievi continueranno a rimanere stabili, specialmente quelli di acque destinate all'uso domestico. I sistemi di distribuzione idrica di tutti i paesi europei sono soggetti a perdite, che vanno da circa il 10% ad esempio in Austria e Danimarca fino al 50% in Moldavia e in Ucraina (AEA-ETC/IW, 1998). In molti paesi, specialmente in quelli dell'Europa orientale, si prevede una crescita industriale (ICWS, 1996) e quindi un maggior fabbisogno idrico, per quanto l'aumento della domanda possa essere in parte soddisfatto attraverso il riciclaggio, lo sviluppo di tecnologie che consentono un più efficiente utilizzo delle risorse idriche e l'adozione di altre misure conservative quali la gestione della domanda. Nel settore agricolo la domanda sarà influenzata dall'introduzione di tecniche di irrigazione più efficienti, dalla politica agricola e dalle misure di controllo dei prezzi. Per aumentare l'efficienza con cui vengono utilizzate le risorse idriche verranno probabilmente introdotti in tutti i settori di utenza nuovi sistemi di tariffazione e altri incentivi economici. Dal 1990 circa, le dimensioni assunte in molti paesi europei dall'utilizzo delle acque sotterranee a fini potabili hanno portato sempre più in primo piano il problema della qualità dell'acqua.

#### **9.4. Qualità delle acque sotterranee**

La qualità delle acque sotterranee è compromessa da varie forme di inquinamento. I problemi maggiori sono creati dalla contaminazione da nitrati, pesticidi, metalli pesanti e idrocarburi, che provocano eutrofizzazione ed effetti tossici in altri ambienti acquatici e sono potenzialmente dannosi per la salute umana. Ma anche altre fonti di inquinamento e l'eccesso permanente dei prelievi possono avere gravi effetti sulle risorse idriche del sottosuolo. Nelle regioni costiere l'abbassamento della superficie freatica può, ad esempio, causare l'intrusione di acqua salmastra nelle acque sotterranee (capitolo 11, paragrafo 11.5).

##### **9.4.1. Nitrati**

La carta 9.4 illustra i risultati ottenuti dal monitoraggio delle concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee di 17 paesi. I risultati sono stati ordinati in quattro fasce di concentrazione. Fino a 2,3 mg N/l la concentrazione è considerata prossima a quella naturale. Le due fasce successive sono definite dal valore guida di 5,6 mg N/l (25 mg NO<sub>3</sub>/l) e dalla concentrazione massima ammissibile (CMA) di 11,3 mg N/l (50 mg NO<sub>3</sub>/l) sancita dalla direttiva 80/778/CEE del Consiglio relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano. Elevati livelli di nitrati sono dovuti esclusivamente alle attività svolte dall'uomo, in particolare all'uso in agricoltura di composti azotati e stallatico, sebbene anche l'inquinamento locale dovuto a fonti urbane o industriali svolga un ruolo di una certa importanza. Su tutti i paesi per i quali sono disponibili dati, le maggiori concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee si riscontrano in Slovenia, dove nel 50% dei siti di campionamento sono stati rilevati livelli superiori a 5,6 mg N/l. In otto paesi il valore guida di 5,6 mg N/l viene superato in circa il 25% dei siti; in un paese (la Romania), nel 35% dei siti viene superata la CMA di 11,3 mg N/l.

La carta 9.5 fornisce una panoramica delle regioni europee con forti concentrazioni di nitrati nelle acque sotterranee.

In alcuni paesi dell'Europa occidentale i dati dei monitoraggi evidenziano negli anni Novanta (tabella 9.1) tendenze variabili. In questo breve periodo di tempo in alcuni paesi non vi sono stati ulteriori aumenti delle concentrazioni di nitrati ma è probabilmente prematuro concludere che la situazione si stia stabilizzando.

#### ***9.4.2. Pesticidi***

I principi attivi notificati per l'immissione sul mercato europeo sono circa 800, sebbene in pratica quelli usati più frequentemente siano una minima parte. Un accurato monitoraggio dei residui di pesticidi presenti nell'ambiente rappresenta un compito complesso e costoso. Sebbene i produttori, in sede di notifica, siano tenuti a fornire per ogni sostanza anche i relativi metodi analitici, in molti paesi la produzione di informazioni quantitative dettagliate è limitata dalla carenza di capacità finanziarie e analitiche.

Molti pesticidi non vengono rilevati nelle acque sotterranee semplicemente perché non ne viene ricercata la presenza. Ciò è dimostrato dal fatto che quando la ricerca viene svolta, di solito ha anche esito positivo (cfr. riquadro 9.2), per quanto la concentrazione del pesticida possa essere al di sotto di quella massima ammissibile di 0,1 µg/l specificata nella direttiva 80/778/CEE del Consiglio, del 15 luglio 1980, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

I pesticidi che vengono più frequentemente rilevati nelle acque sotterranee sono l'atrazina e la simazina (tabella 9.2). L'atrazina è stata rilevata in concentrazioni superiori allo 0,1 µg/l in oltre il 25% dei siti di campionamento in Slovenia e nel 5% - 25% dei siti in Austria e in alcune regioni della Francia e del Regno Unito. Livelli di desetilatrazina superiori a 0,1 µg/l sono stati rilevati nel 5-25% dei siti in Austria e in Germania e in oltre il 25% dei siti in Slovenia.

Un quadro analogo viene tracciato anche da un studio condotto di recente in quattro paesi dell'UE (Isenbeck-Scröter *et al.* 1997) che ha accertato una presenza relativamente diffusa di atrazina nei campioni provenienti da tutti e quattro i paesi, in particolare nel 22% di quelli prelevati in Francia e nel 9% di quelli prelevati nel Regno Unito. In una percentuale relativamente elevata (15%) di campioni prelevati in questo ultimo paese è stata riscontrata anche la presenza di bentazone. L'atrazina, la simazina e il bentazone sono erbicidi ad ampio spettro largamente impiegati sia in agricoltura sia a livello industriale e domestico. In molti paesi il loro uso sta per essere assoggettato a severe restrizioni o a divieto.

**Carta 9.4 Concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee**

Concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee

Concentrazione in mg NO<sub>3</sub>/l

in Moldavia e Romania

Ungheria                      numero di siti di campionatura

dati non disponibili

Fonte: AEA-ETC/IW

**Carta 9.5 Regioni con elevate concentrazione di nitrati nelle acque sotterranee**

**Nitrati nelle acque sotterranee**

Regioni interessate in mg NO<sub>3</sub>/ l

Piccole aree interessate distribuite in modo omogeneo in mg NO<sub>3</sub>/ l

area di studio

dati non disponibili

Nota: Carta basata su carte fornite da Punti focali nazionali. Fonte: AEA-ETC/IW



**Tabella 9.1 Nitrati presenti nelle acque sotterranee. Variazioni intervenute tra l'inizio e la metà degli anni '90**

|             | Siti in cui sono<br>Numero di siti<br>% | Siti in cui sono<br>aumentati % | Siti in cui sono    |           |
|-------------|---|---------------------------------|---------------------|-----------|
|             |   |                                 | rimasti invariati % | diminuiti |
| Austria     | 979                                     | 13                              | 72                  | 15        |
| Danimarca   | 307                                     | 26                              | 61                  | 13        |
| Finlandia   | 40                                      | 27                              | 43                  | 30        |
| Germania    | 3741                                    | 15                              | 70                  | 15        |
| Regno Unito | 1 025                                   | 8                               | 80                  | 12        |

Fonte: AEA-ETC/IW

**Tabella 9.2 Risultati ottenuti nei siti di campionamento dei pesticidi in alcuni paesi europei**



| A  | DK                      | F              | D            | E               | L           | NO        | UK        |
|--|-------------------------|----------------|--------------|-----------------|-------------|-----------|-----------|
| Percentuale dei siti di campionamento con concentrazioni di pesticidi > 0,1 µg/l.<br>(tra parentesi: numero dei siti di campionamento) |                         |                |              |                 |             |           |           |
| Atrazina<br>7  | 16,3<br>(1 666)<br>(84) | 0,9<br>(1 006) | 8,2*<br>(85) | 4,3<br>(12 101) |             | 0<br>(28) |           |
| Simazina<br>4,8  | 6<br>(1 248)<br>(84)    | 0,2<br>(1006)  | 0,5<br>(81)  | 0*<br>(11 437)  | 0,9         | 0<br>(28) |           |
| Lindano<br>5   |                         |                | 0*<br>(72)   | 0,2*<br>(994)   | 0*<br>(116) |           |           |
| Desetilatrazina<br>3   | 24,5<br>(1 666)<br>(84) | 1,4<br>(292)   |              | 7,5<br>(10 972) |             |           |           |
| Eptacloro  | 3                       |                | 0*<br>(72)   |                 | 0*<br>(4)   |           |           |
| Metolacloro<br>4,8   | 3<br>(1 248)<br>(84)    | 1,1            |              |                 |             | 0<br>(28) |           |
| Bentazone  | 2                       |                |              |                 |             | 0<br>(28) | 80<br>(5) |

|                         |   |     |         |         |       |
|-------------------------|---|-----|---------|---------|-------|
| DDT                     | 2 |     |         |         | (215) |
| Dicloropropano          | 2 | 1.4 |         |         | 83.3  |
|                         |   |     | (1 006) |         | (6)   |
| Metossicloro            | 2 |     |         |         | (206) |
| MCPA                    | 2 | 0.2 |         |         | 100   |
|                         |   |     | (1 006) |         | (2)   |
| Desisopropilatrazina1,3 | 2 | 1.4 |         |         |       |
|                         |   |     | (1 666) | (292)   |       |
| Esazinon                | 2 | 0,4 |         | 2,6*    |       |
|                         |   |     | (277)   | (2 234) |       |

---

Nota: \* Dati raccolti solo in alcune zone del paese  
Fonte: AEA-ETC/W

Anche se la concentrazione massima ammissibile veniva superata solo in una piccola percentuale dei siti, è possibile che nella gran parte di essi fossero contenute concentrazioni più basse. La CMA rappresenta solo un parametro operativo stabilito sulla base dei limiti di rilevamento dei metodi analitici precedentemente in uso. Non fornisce alcuna informazione sui pericoli per la salute pubblica o per l'ambiente. Con l'adozione di metodi analitici sempre più perfezionati, diminuiscono anche le concentrazioni alle quali i pesticidi possono essere rilevati. I dati relativi alle sostanze presenti in basse concentrazioni possono contribuire a tracciare un quadro più dettagliato e affidabile delle tendenze in atto. Il perdurare delle infiltrazioni di pesticidi nelle acque sotterranee rende necessaria la continua osservazione al fine di garantire la salvaguardia di questa risorsa vitale.

**Riquadro 9.2. Pesticidi nelle acque sotterranee e di superficie in Danimarca**

Il programma danese di monitoraggio delle acque sotterranee prevede il campionamento a intervalli regolari di otto pesticidi. Nel 12% dei siti di osservazione sono stati rilevati uno o più pesticidi e la concentrazione massima ammissibile (CMA) è stata superata nel 4% di essi (GEUS, 1997). Le sostanze più frequentemente presenti erano l'atrazina, la simazina, il dicloropropano e il mecloropropano.

A causa dell'estesa distribuzione geografica dei pesticidi nelle acque sotterranee danesi, il programma di monitoraggio è stato recentemente ampliato e comprende ora 105 pesticidi. I risultati ottenuti in 517 siti di campionamento rappresentativi evidenziano la presenza di 35 di questi pesticidi o dei loro metaboliti e nel 13% dei siti monitorati 22 di essi erano presenti con valori superiori alla CMA

A differenza di quanto avviene per le acque sotterranee, per le acque di superficie sono disponibili pochi dati sull'inquinamento da pesticidi. Sull'isola danese di Funen, in cui viene praticata una forma di agricoltura molto intensiva, la valutazione annuale della qualità delle acque fluviali condotta sulla base dei risultati ottenuti in circa 900 siti ha dimostrato che tra il 1984 e il 1995 gli episodi di inquinamento grave della fauna del fiume erano aumentati significativamente.

Per approfondire le indagini, nel 1994 e nel 1995 sono stati prelevati 84 campioni in sei corsi d'acqua nei cui bacini prevalevano terreni con tre diverse destinazioni d'uso (foresta, terreno agricolo e mista) (Pedersen, 1996). Venticinque delle sostanze presenti superavano il limite di rilevazione, che è in genere di 0,05-0,1 µg/l. Le concentrazioni più elevate sono state riscontrate in primavera e in autunno, in coincidenza con la somministrazione dei pesticidi. I livelli di pesticidi erano più elevati nei corsi d'acqua che attraversavano le zone agricole e miste che non nei corsi d'acqua delle foreste. La concentrazione massima rilevata è stata di 7 µg/l per una sola sostanza e la CMA di 0,5 µg/l per il totale dei pesticidi presenti e dei loro residui, specificata dalla direttiva 80/778/CEE del Consiglio, è stata superata in circa il 35% dei campioni prelevati nei corsi d'acqua nei cui bacini prevalevano terreni agricoli e misti.

**9.4.3. Altri tipi di inquinamento**

L'inquinamento delle acque sotterranee con metalli pesanti costituisce un problema in 10 paesi (Bulgaria, Estonia, Francia, Ungheria, Moldavia, Romania, Repubblica slovacca, Slovenia, Spagna e Svezia) su 22 per i quali erano disponibili dati (AEA, 1998a). I metalli pesanti derivano in massima parte da fonti localizzate come le discariche, le attività minerarie e gli scarichi industriali (cfr. paragrafo 11.2 per maggiori dettagli sui terreni contaminati).

Gli idrocarburi sono gli inquinanti più diffusi nelle acque sotterranee di Estonia, Francia, Germania, Ungheria, Lituania, Moldavia, Romania, Repubblica slovacca e Regno Unito; i composti organo-alogenati sono invece al primo posto in Austria, Francia, Germania, Ungheria, Romania, Repubblica slovacca, Slovenia, Spagna e Regno Unito. I composti organo-alogenati sono ampiamente diffusi nelle acque sotterranee dell'Europa occidentale, mentre gli idrocarburi e in particolare gli oli minerali sono causa di gravi problemi soprattutto nell'Europa orientale. Le fonti di contaminazione sono in gran parte le stesse fonti localizzate già elencate per i metalli pesanti. Ad esse si aggiungono, come responsabili dell'inquinamento delle acque sotterranee con idrocarburi, gli stabilimenti petrolchimici e le basi militari. In genere le fonti localizzate di contaminazione minacciano solo zone limitate delle falde.

**9.5. Situazione dei fiumi e dei corsi d'acqua****9.5.1. Valutazione della qualità delle acque fluviali**

Molti paesi europei svolgono valutazioni della qualità delle acque fluviali, di cui comunicano poi i risultati in base a un sistema di classificazione. Il numero delle categorie previste, il numero dei parametri misurati, il modo in cui vengono svolti i calcoli e i criteri di classificazione (caratteristiche

chimico-fisiche o biologiche o fisiche) possono variare da paese a paese. Poiché finora non è stato adottato alcun programma di monitoraggio a livello europeo, i dati

### **Riquadro 9.3. Criteri di classificazione della qualità delle acque fluviali**

**Buona:** l'acqua presenta scarse concentrazioni di nutrienti e di sostanza organica ed è satura di ossigeno disciolto e ricca di fauna invertebrata; adatta per la deposizione delle uova dei salmonidi.

**Discreta:** l'acqua presenta un certo inquinamento da sostanza organica e nutrienti ma conserva buone condizioni di ossigenazione ed è ricca di flora e di fauna; vi è abbondante popolazione di pesci.

**Scadente:** l'acqua presenta un grave inquinamento da sostanza organica; la concentrazione di ossigeno è bassa, il sedimento è localmente anaerobico; occasionalmente sono presenti masse di organismi insensibili alla carenza di ossigeno; la popolazione ittica è scarsa o assente; periodicamente si verificano morie di pesci.

**Cattiva:** l'acqua presenta un eccessivo inquinamento da sostanza organica con prolungati periodi di elevata ipossia o totale anossia; il sedimento è anaerobico, le immissioni sono altamente tossiche; non vi sono pesci.

Nota: Per Austria, Belgio (Fiandre), Danimarca, Germania e Irlanda la classificazione è basata su analisi biologiche, per i restanti paesi su analisi chimico-fisiche. In alcuni casi (ad esempio per la Repubblica slovacca e la Norvegia), sono stati utilizzati i risultati di analisi sia chimico-fisiche sia microbiologiche.

delle valutazioni nazionali sono stati armonizzati in base alle quattro classi definite nel riquadro 9.3.

In Austria, Irlanda, Norvegia e Regno Unito almeno il 70% dei siti o dei fiumi esaminati è classificato di buona qualità. In Francia e Romania rientra in questa classe oltre il 50% dei fiumi, mentre in Bosnia-Erzegovina, Germania, Lituania e Slovenia oltre il 50% dei fiumi è classificato di qualità solo discreta. In Belgio, Bulgaria e Bosnia-Erzegovina, nella Repubblica ceca, in Danimarca, nella ERIM, in Lituania, in Polonia e nella Repubblica slovacca oltre il 25% dei fiumi è di qualità scadente o cattiva. La situazione peggiore è stata rilevata in quest'ultimo paese, dove è classificato di cattiva qualità oltre il 90% dei fiumi. Le tendenze al miglioramento o al deterioramento rilevate non evidenziano alcun modello geografico prevalente e i notevoli divari esistenti tra i diversi paesi in fatto di qualità delle acque fluviali precludono la possibilità di delineare una tendenza precisa della situazione complessiva.

#### **9.5.2. Sostanza organica**

Il contenuto di sostanza organica dell'acqua viene in genere misurato in termini di domanda biochimica di ossigeno (BOD) e/o domanda chimica di ossigeno (COD). Questi valori non sono direttamente confrontabili; la domanda chimica d'ossigeno COD comprende le frazioni di sostanza organica che non sono immediatamente ossidate mediante i meccanismi biologici.

#### **Carta 9.6 Sostanza organica presente nei fiumi europei 1996**

Media annuale della concentrazione di sostanza organica nei fiumi

BOD5 in mg O<sub>2</sub>/l

Media delle medie annuali

BOD7 in mg O<sub>2</sub>/l

Media delle medie annuali

COD Cr in mg O<sub>2</sub>/l

Media delle medie annuali

COD Mn in mg O<sub>2</sub>/l

Media delle medie annuali

Media delle medie annuali per gli anni 1994, 1995, 1996. Se il BOD5 non è disponibile, sono stati presentati il BOD7, il COD Cr o il COD Mn.

Fonte: AEA-ETC/IW



Nei fiumi non inquinati i valori BOD e COD sono inferiori a 2 mg O<sub>2</sub>/l e a 20 mg O<sub>2</sub>/l, rispettivamente. Nel periodo 1992-96, nel 35% di tutte le stazioni di campionamento fluviale il valore medio annuo della BOD era inferiore a 2 mg O<sub>2</sub>/l e nell'11% di esse la BOD media risultava superiore a 5 mg O<sub>2</sub>/l, il che indica un significativo inquinamento organico. Nei paesi dell'Europa settentrionale la sostanza organica viene in genere misurata solo in termini di COD e di solito il valore rilevato è basso. Nel resto d'Europa si segnala una BOD superiore a 5 mg O<sub>2</sub>/l, soprattutto nei fiumi che scorrono in zone dove le attività umane e industriali sono molto intense.

La maggiore fonte di inquinamento organico dei corpi idrici è rappresentata dalle acque reflue. La sostanza organica contenuta nei reflui viene facilmente demolita ma questo processo richiede ossigeno e una condizione di marcata ipossia può compromettere la vita acquatica. Il processo di demolizione dà luogo anche al rilascio di ammonio, che, convertito in ammoniaca, diventa tossico per i pesci. Le concentrazioni di sostanza organica, di ossigeno e di ammonio sono pertanto buoni indicatori dell'inquinamento organico.

Dal 1975-81 la concentrazione di sostanza organica nei fiumi europei è diminuita, soprattutto nei fiumi più inquinati (carta 9.6). Un significativo calo è stato registrato anche nei paesi in cui erano stati raggiunti i valori più elevati, come il Belgio, la Bulgaria, la Repubblica ceca, l'Estonia, la Francia, la ERIM, l'Ungheria e la Lettonia. Ciò è stato favorito dall'introduzione di sistemi più efficienti per il trattamento dei fanghi di fognatura e degli scarichi industriali. I miglioramenti riscontrati in termini di concentrazione di ossigeno, in particolare nei corsi d'acqua in cui la situazione era particolarmente grave da questo punto di vista, riflettono nel complesso un abbassamento dei livelli di sostanze organiche nei fiumi europei.

I miglioramenti registrati a livello globale in termini sia di contenuto di sostanza organica sia di concentrazione di ossigeno disciolto nascondono tuttavia complessi modelli di distribuzione a livello locale, descritti in dettaglio dall'AEA (AEA, 1998b). Come illustra la figura 9.5, le diverse regioni europee (cfr. riquadro 9.1) evidenziano tendenze diverse, che derivano dalla situazione di partenza. Nei paesi dell'Europa occidentale il numero dei campioni di cattiva qualità è diminuito e il numero di quelli di buona qualità è aumentato. Nei paesi dell'Europa settentrionale i siti in cui si riscontra una cattiva qualità dell'acqua rimangono poco frequenti. Nell'Europa meridionale la situazione è piuttosto stabile e vi sono ancora molti fiumi di cattiva qualità. Nell'Europa orientale la situazione generale è simile, ma con una piccola riduzione nella percentuale dei siti classificati di cattiva qualità.

Il contenuto di ammonio dei fiumi non inquinati è inferiore a 0,05 mg N-NH<sub>4</sub>/l. Questo valore risulta superato nella grande maggioranza dei siti di campionamento dei fiumi europei: nel 92% dei siti viene superato dalla concentrazione media annua e nel 78% dei siti dalla concentrazione massima.

I valori della concentrazione di ammonio evidenziano tendenze molto simili a quelle della sostanza organica. Nei paesi dell'Europa occidentale e settentrionale (cfr. figura 9.6) i siti con elevate concentrazioni di ammonio registrano un miglioramento, mentre quelli in cui finora erano state rilevate basse concentrazioni stanno peggiorando. Nei paesi dell'Europa meridionale la situazione sta nel complesso subendo un lento peggioramento e nei paesi dell'Europa orientale stanno diminuendo le percentuali sia dei siti con acque di buona qualità, sia di quelli con acque di cattiva qualità.

### 9.5.3. Nutrienti

Nei fiumi, il fosforo e l'azoto possono causare eutrofizzazione, ossia l'eccessiva crescita di vegetali, fitoplancton o alghe sessili, e

#### **Figura 9.5 Sostanza organica nei fiumi europei, espressa in percentuale sui siti di campionamento in cui sono stati rilevati valori inferiori o superiori alle BOD di riferimento**

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Europa occidentale | Paesi nordici   |
| Europa meridionale | Europa dell'Est |

Numero delle stazioni per gruppo di paesi

| Periodo | EO | PN | EM | EE |
|---------|----|----|----|----|
|---------|----|----|----|----|

percentuale di stazioni di campionatura con BOD medio inferiore a 2 mg O<sub>2</sub>/l

percentuale di stazioni di campionatura con BOD medio superiore a 5 mg O<sub>2</sub>/l

Fonte: AEA-ETC/IW

di conseguenza, la riduzione del contenuto di ossigeno delle acque interne e marine. Anche i composti azotati possono avere effetti nocivi diretti: i nitrati perché compromettono la qualità dell'acqua potabile e l'ammoniaca sia perché consuma ossigeno sia a causa della sua tossicità per la fauna acquatica. Nelle zone non inquinate le concentrazioni di fosforo e di azoto sono basse e determinate principalmente dalle emissioni spontanee dal suolo, dal substrato roccioso e dalle precipitazioni.

### **Fosforo**

Il contenuto di fosforo nell'acqua viene misurato in termini di fosforo totale o di fosforo disciolto. Sebbene le piante utilizzino il fosforo in forma disciolta, il fosforo totale è un buon indicatore della disponibilità di fosforo a lungo termine. Nei fiumi non inquinati, la concentrazione di fosforo totale è in genere inferiore a 25 µg/l. I minerali presenti naturalmente possono in alcuni casi determinare un certo aumento dei livelli, ma concentrazioni superiori a 50 µg/l sono in genere imputabili alle attività umane. Tale livello viene superato in molto più della metà del totale delle stazioni di campionamento. Concentrazioni di fosforo disciolto superiori a 100 µg/l possono dare luogo a una saturazione dell'acqua da parte di alghe e piante acquatiche che causano una forma di inquinamento organico secondario. Dai dati provenienti da circa 1000 siti di campionamento fluviale di tutta Europa, risulta che solo nel 10% dei fiumi i livelli medi di fosforo totale sono inferiori a 50 µg P/l (AEA, 1998b).

Le concentrazioni di fosforo più basse si riscontrano nei paesi nordici, dove le medie annuali erano inferiori a 30 µg/l nel 91% dei siti e inferiori a 4 µg/l nel 50% di essi (carta 9.7). Tale situazione favorevole deriva dalla concomitanza di più fattori quali lo scarso contenuto di nutrienti dei terreni e del substrato roccioso, la scarsa densità di popolazione e l'abbondanza delle precipitazioni. Elevate concentrazioni di fosforo si riscontrano invece in tutta la fascia che si estende dall'Inghilterra meridionale fino alla Romania (e all'Ucraina) attraverso l'Europa centrale. I dati relativi a paesi dell'Europa occidentale e orientale evidenziano modelli di distribuzione analoghi. Nei fiumi dei paesi dell'Europa meridionale si riscontrano valori più bassi rispetto a quelli dell'Europa orientale, ma ciò può essere dovuto al fatto che nell'Europa meridionale è ancora relativamente diffusa la pratica di scaricare le acque reflue direttamente in mare.

Tra il periodo 1987-91 e il periodo 1992-96 le concentrazioni di fosforo nei fiumi europei sono nel complesso diminuite in maniera significativa (figura 9.7). Le medie annue e i valori massimi del fosforo totale e del fosforo disciolto evidenziano lo stesso modello. L'andamento dei valori massimi indica tuttavia che anche in siti complessivamente in via di miglioramento possono essere registrate concentrazioni eccessive. Negli anni Novanta sono stati osservati significativi miglioramenti nell'Europa occidentale e in alcuni paesi dell'Europa orientale. Nei paesi nordici le concentrazioni sono in genere molto basse. Il miglioramento complessivo registrato nell'Europa meridionale è stato favorito da una riduzione delle emissioni di fosforo dovuta in particolare all'adozione di tecniche di trattamento delle acque reflue più efficienti (figura 9.17) e alla restrizione dell'impiego del fosforo nei detersivi. Alla riduzione dell'inquinamento da fonti localizzate deve tuttavia seguire una riduzione dell'inquinamento originato dall'agricoltura, la cui importanza relativa è in aumento.

### **Composti azotati**

Il grosso dell'azoto totale contenuto nelle acque fluviali è rappresentato da azoto inorganico disciolto, in particolare da nitrati e ammoniaca. La quota dei nitrati è dell'80% circa (AEA, 1995). I valori medi dei nitrati nei fiumi incontaminati

**Figura 9.6 Ammonio contenuto nei fiumi europei, espresso in percentuale sui siti di campionamento in cui è stata rilevata la concentrazione annua massima**

|  | Paesi nordici | Europa orientale | Europa occidentale |    |
|--|---------------|------------------|--------------------|----|
|  | PN            | EM               | EO                 | EE |
| Numero delle stazioni per gruppo di paesi  |               |                  |                    |    |
| Periodo  |               |                  |                    |    |
| percentuale di stazioni di campionatura con un valore massimo di N-NH <sub>4</sub> /l inferiore a 0,4 mg |               |                  |                    |    |
| percentuale di stazioni di campionatura con un valore massimo di N-NH <sub>4</sub> /l superiore a 3,1 mg |               |                  |                    |    |

Fonte: AEA-ETC/IW

## 195 Acque interne

si aggirano intorno a 0,1 mg/l (Meybeck, 1982), ma in Europa, a causa delle elevate concentrazioni di azoto atmosferico, anche nei fiumi relativamente non inquinati i livelli di queste sostanze arrivano a 0,1-0,5 mg/l (AEA, 1995).

Nel periodo 1992-96, ad esclusione dei paesi nordici, dove il 70% dei siti evidenziava concentrazioni inferiori a 0,3 mg/l, nel 68% del totale dei siti europei le concentrazioni medie annue di azoto superavano il valore di 1 mg/l e in circa il 15% dei siti le concentrazioni massime superavano i 7,5 mg/l. Le maggiori concentrazioni sono state rilevate nell'Europa nordoccidentale, dove sono ampiamente in uso le tecniche dell'agricoltura intensiva. Elevate concentrazioni si riscontrano anche nell'Europa orientale, mentre l'Europa meridionale mostra nel complesso concentrazioni più basse.

La fonte principale di inquinamento da nitrati è l'agricoltura (figura 9.15). La percolazione delle sostanze usate come fertilizzanti dipende in larga misura dalle precipitazioni. Poiché, quindi, la concentrazione di nitrati può variare di anno in anno ad opera di fattori climatici, le variazioni osservate negli anni Novanta non riflettono necessariamente cambiamenti nelle pratiche agricole.

Nel periodo tra il 1970 circa e il 1985, nel 25% - 50% delle stazioni di campionamento le concentrazioni di nitrati sono aumentate a tassi dell'1 - 10% annuo. Dal 1987-91 il numero

### **Carta 9.7 Contenuto di fosforo nei fiumi europei, 1996**

Concentrazione media annua di fosforo nei fiumi

Fosforo totale in  $\mu\text{g P/l}$

Media delle medie annuali

Ortofossato in  $\mu\text{g P/l}$

Media delle medie annuali

Media delle medie annuali per gli anni 1994, 1995, 1996. Se il fosforo totale non è disponibile, è stato presentato l'ortofossato.

Fonte: AEA-ETC/IW

dei siti in cui la qualità dell'acqua va migliorando eguaglia il numero di quelli in cui va peggiorando.

Stando ai dati disponibili, dopo vent'anni di rapido aumento, le concentrazioni massime annue si stanno nel complesso stabilizzando o stanno addirittura diminuendo. Contemporaneamente, tuttavia, i valori minimi indicano una tendenza all'aumento in tutti i fiumi europei, compresi quelli dei paesi nordici (AEA, 1995), facendo supporre un generale degrado dei corpi idrici precedentemente di media qualità. Queste tendenze a lungo termine sono illustrate nella figura 9.8.

Nonostante la generale riduzione dell'inquinamento organico e il conseguente miglioramento della situazione dal punto di vista della disponibilità di ossigeno, le condizioni di molti fiumi europei rimangono insoddisfacenti. Eccessive concentrazioni di nutrienti, in particolare di fosforo, danno motivi di preoccupazione nei fiumi più grandi e più lenti. Ma anche nei fiumi più rapidi, elevate concentrazioni di fosforo possono dare luogo a problemi una volta giunte a valle, dove i tratti più lenti o i laghi sono più soggetti all'eutrofizzazione. I valori rilevati nel 25% circa dei siti indicano che per ripristinare la qualità dell'acqua naturale ( $P < 25 \mu\text{g/l}$ ) sarebbe necessario ridurre le concentrazioni di fosforo al 10% dei valori attuali. In un ridotto numero di fiumi l'elevato contenuto di azoto impedisce l'impiego dell'acqua per usi potabili. L'azoto non crea nel complesso gravi problemi dal punto di vista dell'eutrofizzazione nelle acque interne, ma elevate concentrazioni di questa sostanza possono causare problemi una volta giunte al mare. La tutela della qualità non solo delle acque interne ma anche dell'ambiente marino impone pertanto una riduzione delle emissioni di azoto (cfr. capitolo 10, paragrafo 10.2).

I dati ricavati da lunghi periodi di osservazione nei tratti inferiori di sei dei maggiori fiumi europei (figura 9.9) confermano il quadro generale di una diminuzione del fosforo totale e della sostanza organica, ma nessuna tendenza decisa per i nitrati.

### 9.6. Qualità delle acque dei laghi naturali e artificiali

I problemi principali che affliggono la qualità ecologica dei laghi e dei bacini artificiali europei sono l'acidificazione dovuta alla ricaduta atmosferica di sostanze tossiche (capitolo 4) e l'aumento dei livelli dei nutrienti, che causano eutrofizzazione.

Nelle regioni densamente popolate l'eutrofizzazione dei laghi è stata finora causata quasi esclusivamente dagli scarichi fognari, e in misura molto minore dall'agricoltura. Ora la situazione sta cambiando e, via via che si riduce l'impatto prodotto dalle acque reflue urbane, l'attenzione viene rivolta in misura sempre maggiore all'inquinamento prodotto dall'agricoltura (cfr. anche il sottoparagrafo 9.7.1 sull'inquinamento da fosforo prodotto dall'agricoltura).

I livelli di nutrienti, espressi in termini di concentrazione di fosforo, variano ampiamente all'interno dell'Europa (carta 9.9). I laghi a basso contenuto di nutrienti sono soprattutto quelli delle regioni scarsamente popolate come la Scandinavia settentrionale o le regioni montane, come le Alpi, dove molti laghi sono situati a grande distanza dai centri abitati o alimentati da fiumi non inquinati. Nelle

#### **Figura 9.7 Concentrazionemedie di fosforo disciolto, espressa in percentuale sui siti di campionamento in cui è stata rilevata la concentrazione annua media**

|  | Europa occidentale                        | Paesi nordici    |    |    |
|--|---|------------------|----|----|
|  | Europa meridionale                        | Europa orientale |    |    |
|  | Numero delle stazioni per gruppo di paesi |                  |    |    |
| Periodo  | EO  | PN               | EM | EE |
| percentuale di stazioni di campionatura con un valore medio di P/l inferiore a 0,03 mg |   |                  |    |    |
| percentuale di stazioni di campionatura con un valore medio di P/l superiore a 0,13 mg |   |                  |    |    |

Nota: Dati relativi a 25 paesi.

Fonte: AEA-ETC/IW

regioni densamente popolate, ossia principalmente l'Europa occidentale e centrale, un gran numero di laghi è esposto agli effetti delle attività umane ed è pertanto relativamente inquinato da fosforo.

Negli ultimi decenni vi è stato un generale miglioramento dello stato ecologico delle acque lacustri (figura 9.10). La percentuale di laghi con elevati livelli di fosforo è diminuita, mentre il numero di quelli con concentrazioni vicine a quelle naturali ( $< 25 \mu\text{g/l}$ ) è aumentata.

Sebbene nel complesso la qualità dei laghi europei stia gradualmente migliorando, la qualità delle acque lacustri in vaste regioni d'Europa è tuttora scadente e ben al di sotto di quella dei laghi incontaminati o in condizioni ecologicamente buone. Occorrerà pertanto predisporre ulteriori interventi per migliorare la situazione generale, compresa l'adozione di misure per la tutela delle acque lacustri ecologicamente sane dalle emissioni di fosforo dovute all'agricoltura, alla silvicoltura e a tecniche scadenti di gestione dei terreni.

### **9.7. Tendenze delle emissioni**

Gli inquinanti che contaminano le acque interne (sostanza organica che consuma l'ossigeno presente nell'acqua, nutrienti che causano eutrofizzazione, metalli pesanti, pesticidi e altre sostanze tossiche) provengono da una vasta gamma di attività umane. Le acque di scarico dei centri urbani, le inondazioni dovute a nubifragi, l'industria e l'agricoltura sono tutte importanti fonti di inquinamento. Una buona percentuale delle immissioni nelle acque di superficie

#### **Carta 9.8 Presenza di nitrati nei fiumi europei, 1994-96**

Concentrazione media annua di nitrati totali nei fiumi

Nitrati in mg N/l

Media delle medie annuali

Fonte: AEA-ETC/IW

proviene da fonti localizzate facilmente identificabili, come gli impianti di trattamento delle acque reflue e gli scarichi industriali. L'agricoltura è invece la maggiore fonte diffusa di inquinamento delle acque sotterranee. Alcuni inquinanti entrano infine nell'ambiente acquatico in seguito a ricaduta dall'atmosfera.

### 9.7.1. Fosforo

L'inquinamento da fosforo proviene in genere da fonti localizzate, responsabili in molte zone di oltre il 50% delle emissioni di questa sostanza (figura 9.11). Per fonti localizzate si intendono principalmente gli scarichi industriali e i reflui urbani. Le deiezioni umane presentano un elevato contenuto di fosforo e di azoto e molti detersivi per uso domestico sono ricchi di fosforo.

Le emissioni di fosforo sono in diminuzione in molte parti d'Europa. I valori rilevati nei bacini dei grandi fiumi e gli inventari delle emissioni compilati a livello nazionale indicano una riduzione del 30-60% rispetto ai valori della metà degli anni Ottanta (figura 9.13). In Danimarca e nei Paesi Bassi le emissioni industriali sono diminuite del 70-90%. Nella maggior parte dell'Europa le emissioni di fosforo di origine antropica rimangono tuttavia molto superiori a quelle di origine naturale. Per combattere l'eutrofizzazione occorre ridurre ulteriormente le emissioni di fosforo sia dalle fonti localizzate sia dalle fonti diffuse.

### Detersivi

I detersivi contribuiscono in maniera notevole al contenuto di fosforo degli scarichi fognari urbani. Per questo motivo, al fine di ridurre le emissioni sono state imposte restrizioni all'impiego del fosforo nei detersivi, che è stato sostituito in parte con altre sostanze. In Italia e in Svizzera il fosforo nei detersivi è stato vietato per legge e in altri paesi (come ad esempio in Germania, nei Paesi Bassi e nei paesi scandinavi) le industrie del settore si sono volontariamente impegnate a cessare gradualmente la produzione di detersivi contenenti fosforo (AEA, 1997). Nell'ex Germania occidentale, ad esempio, dal 1975 il contenuto di fosforo dei detersivi è stato ridotto del 94%. Le misure adottate hanno quindi consentito una significativa riduzione delle emissioni di fosforo nell'ambiente acquatico.

### Emissioni di fosforo di origine industriale

Alcune grandi industrie, soprattutto i produttori di fertilizzanti fosfatici, possono emettere quantità di fosforo pari al totale delle emissioni prodotte da uno stato di piccole dimensioni. A partire dal 1994-1996, (figura 9.13) le emissioni provenienti da questo tipo di impianti sono tuttavia molto diminuite in seguito all'introduzione di più efficienti tecnologie per il trattamento delle acque reflue.

### Agricoltura

L'agricoltura è una importante fonte di inquinamento da fosforo in molti paesi. Nonostante dal 1972 vi sia stata nell'UE una riduzione del 42% del consumo di fertilizzanti fosfatici, l'accumulo di fosforo nel suolo è tuttora in aumento. E' stato calcolato che l'eccedenza di fosforo (differenza tra apporto alle colture e loro fabbisogno) prodotta ogni anno nei paesi dell'UE è di circa 13 kg per ettaro (Sibbesen & Runge-Metzger, 1995). Le eccedenze maggiori si verificano nei Paesi Bassi, in Belgio, in Lussemburgo, in Germania e in Danimarca. L'eccedenza di fosforo aumenta le probabilità di un trasferimento di questa sostanza dal suolo agricolo all'ambiente acquatico. Anche le perdite di fosforo dalle aziende agricole e l'azione di dilavamento svolta dall'acqua sullo stallatico distribuito sui terreni prima o durante la stagione piovosa contribuiscono notevolmente

### Figura 9.8 Contenuto medio di nitrati espresso in percentuale sulle stazioni di campionamento in cui sono stati rilevati i valori di concentrazione di riferimento

|  |                  |    |    |    |
|--|------------------|----|----|----|
| Europa occidentale   | Paesi nordici    |    |    |    |
| Europa meridionale   | Europa orientale |    |    |    |
| Numero delle stazioni per gruppo di paesi  |                  |    |    |    |
| Periodo  | EO               | PN | EM | EE |
| percentuale di stazioni di campionatura con un valore medio di N-NO <sub>3</sub> /l inferiore a 0,3 mg |                  |    |    |    |
| percentuale di stazioni di campionatura con un valore medio di N-NO <sub>3</sub> /l superiore a 2,5 mg |                  |    |    |    |

Nota: Dati relativi a 30 paesi

Fonte: AEA-ETC/IW





all'inquinamento da fosforo. In alcune regioni un'altra importante causa è rappresentata dall'erosione.

#### **9.7.2. Azoto**

L'inquinamento da azoto proviene prevalentemente da fonti diffuse, in particolare dall'agricoltura (figura 9.14). I nitrati hanno un'elevata mobilità all'interno del terreno e percolano facilmente raggiungendo sia le acque sotterranee sia quelle di superficie.

I nitrati percolati dai terreni agricoli sono una delle maggiori cause dell'eutrofizzazione marina (cfr. paragrafo 10.2). Con la diffusione dell'agricoltura intensiva, la quantità totale di azoto somministrata al terreno tramite fertilizzanti chimici e stallatico è aumentata (cfr. figura 8.6). Una buona percentuale dell'azoto somministrato non viene assorbito dalle colture; parte di questa eccedenza viene rilasciata nell'atmosfera sotto forma di innocuo N<sub>2</sub> ma una parte penetra, sotto forma di nitrato, nelle acque sotterranee o di superficie e può causare problemi nell'ambiente acquatico.

Uno dei principali fattori che determinano il rischio di percolazione è il bilancio dell'azoto, ossia la differenza tra apporto totale (fertilizzanti commerciali, stallatico, ricadute atmosferiche, fissazione) e fabbisogno totale (raccolto).

#### **Sostanza organica, nitrati e fosforo totale nei grandi fiumi europei Figura 9.9**

indice (inizio =0,0)

Vistola (Kiezmark)

Oder (Krajnik Dolny)

Reno (Kleve/Bimmen)

Danubio (Reni)

Po (Pontelagoscuro)

Duero (Ponte Pino)

Fonte: AEA-ETC/IW e Phare Topic Link

## 200 L'ambiente in Europa

Gli studi sul bilancio dell'azoto compiuti a livello comunitario sui terreni agricoli hanno mostrato che l'eccedenza (la differenza tra apporto e fabbisogno) varia da oltre 200 kg all'anno per ettaro nei Paesi Bassi a meno di 10 kg per ettaro in Portogallo (figura 9.15). In generale, l'aumento dell'apporto aumenta anche l'eccedenza e, potenzialmente, l'infiltrazione. Molti altri fattori, comprese le caratteristiche del suolo, il clima e le pratiche agricole (tipo di coltura, quantità e trattamento dello stallatico, messa a riposo, etc.) possono incidere sulla percolazione dell'azoto.

In molte regioni l'inquinamento da azoto proviene anche da fonti localizzate. Se adottate su scala sufficientemente vasta, le moderne tecnologie di trattamento delle acque reflue (figura 9.17) offrono un'elevata efficienza nella rimozione dell'azoto dagli effluenti, cosicché via via che aumenta il loro impiego l'agricoltura avanza sempre più in primo piano come maggiore fonte di inquinamento da azoto. Per ottenere una significativa riduzione dell'inquinamento da azoto occorre quindi ridurre notevolmente il contributo dato dall'agricoltura.

### **Trattamento dei reflui urbani**

Gli impianti tradizionali di trattamento delle acque reflue erano progettati essenzialmente per la demolizione della sostanza organica mentre il contenuto di nutrienti rimaneva pressoché invariato. I sistemi moderni migliorano invece enormemente la rimozione

### **Carta 9.9 Concentrazioni di fosforo nei laghi e nei bacini artificiali europei**

Concentrazione di fosforo nei laghi e nei bacini artificiali

Concentrazione in  $\mu\text{g/l}$

Lettonia

numero di laghi e di bacini artificiali in cui è stata misurata la concentrazione di fosforo

Nota: Numero di laghi per paese: A(26), BG(4), CH(22), D(~300), DK(28), EE(156), E(96), FIN(70), F(27), HU(4), IRL(18), I(7), LT(10), ERIM(3), NL(112), NO(401), PO(290), P(18), RO(33), S(2992), SI(4), UK(66).

Fonte: AEA-ETC/IW

## 201 Acque interne

dei nutrienti. Oggi, la percentuale della popolazione servita da impianti di trattamento delle acque reflue varia da circa il 50% nell'Europa meridionale e orientale a circa l'80% nell'Europa settentrionale e occidentale (figura 9.16).

Negli ultimi 10-15 anni la situazione in fatto di trattamento dei reflui urbani è notevolmente migliorata, specialmente nell'Europa meridionale. La percentuale della popolazione collegata agli impianti di depurazione è aumentata e il livello di trattamento si è elevato. Nell'Europa orientale e meridionale è stato ampiamente abbandonato il trattamento primario (meccanico) a favore del trattamento secondario (biologico). Nell'Europa occidentale e settentrionale si è diffuso nell'ultimo decennio il trattamento terziario che opera in genere la rimozione del fosforo.

### 9.7.3. *Metalli pesanti e altre sostanze tossiche*

Il problema dell'inquinamento da metalli pesanti e da altre sostanze tossiche è noto da molti anni (cfr. capitolo 6).

Le misure adottate nei paesi nordici e nell'Europa occidentale hanno notevolmente ridotto le emissioni di metalli pesanti nelle acque interne e nei mari (figura 9.17).

I pesticidi immessi nell'ambiente acquatico possono avere gravi effetti sulle comunità biologiche e rendere l'acqua inutilizzabile ai fini potabili.

In Europa la quantità di pesticidi distribuita per ogni ettaro di terreno agricolo varia ampiamente da paese a paese. Nel periodo 1985-91 i paesi che ne hanno fatto minor uso sono stati quelli nordici. I paesi dell'Europa orientale ne hanno fatto un uso discreto, mentre quelli dell'Europa occidentale e meridionale ne hanno consumate le maggiori quantità (AEA, 1995). I maggiori consumatori in assoluto sono stati i Paesi Bassi. Il tipo di pesticidi usati dipende dalle condizioni climatiche e dalle varietà di prodotti coltivati. Nei paesi dell'Europa settentrionale e centrale predominano gli erbicidi (misurati in base alla quantità di principio attivo), nei paesi meridionali e occidentali gli insetticidi e i fungicidi.

Negli ultimi dieci anni la vendita di pesticidi è nel complesso diminuita (figura 9.18). Nello stesso periodo sono stati tuttavia sviluppati nuovi e più potenti pesticidi che consentono di ottenere lo stesso effetto biologico con una dose inferiore. La diminuzione osservata nelle vendite di questi prodotti non indica pertanto necessariamente una minore efficienza nella protezione delle colture e la riduzione dell'impatto ambientale non è probabilmente così significativa come potrebbero far pensare i cali delle vendite. Alcune sostanze sviluppate di recente

### **Figura 9.10 Variazione nel tempo della distribuzione delle classi di concentrazione del fosforo in alcuni laghi europei**

Classi di concentrazione di fosforo ( $\mu\text{g P/l}$ )

Note: per evitare la predominanza sproporzionatamente elevata dei fiumi danesi e finlandesi, i valori che li riguardano sono stati ponderati rispettivamente con un fattore di 0,25 e di 0,1.

Numero di laghi per paese: A(3), CH(2), CZ(1), D(4), DK(20), FIN(70), F(1), HU(3), IRL(3), LT(1), LV(2), NL(2), NO(3), PL(1), S(9), SI(1).

Fonte: AEA - ETC/IW

### **Figura 9.11 Emissioni di fosforo in base alla fonte**

Svezia (acque interne)

Danimarca (acque interne)

Germania

Fiume Po, Italia

Bacino idrografico norvegese nel Mar del Nord

Parte austriaca del bacino idrografico del Danubio

Parte tedesca del bacino idrografico del Reno

Fonti localizzate

Agricoltura

Atmosfera

Natura

Nota: La ricaduta atmosferica è considerata solo per alcuni bacini di raccolta. Nella parte inferiore del grafico sono rappresentate le zone in cui predominano le fonti di inquinamento localizzate.

Fonte: elaborato da AEA-ETC/IW in base ai rapporti sullo stato dell'ambiente: Windolf, 1996; EPA svedese, 1994; Umweltbundesamt, 1994; BMLF, 1996; Ibrekk *et al.*, 1991; ministero italiano dell'Ambiente, 1992.

sono più selettive nei confronti degli organismi dannosi e hanno pertanto un impatto minore sull'ambiente in generale.

In molti paesi è in aumento, per il controllo dei parassiti, l'uso di componenti microbiologici come batteri, funghi o virus, che, soprattutto nelle serre, vengono preferiti alle sostanze chimiche. Questi metodi tuttavia non hanno ancora trovato ampia diffusione (in Danimarca, ad esempio, i composti microbiologici rappresentano meno dell'1% del totale delle vendite di agenti per la protezione delle colture), ma il loro uso è destinato ad aumentare in futuro.

La diffusione dell'agricoltura biologica, che evita l'uso di tutte le sostanze chimiche sintetiche per la lotta ai parassiti, contribuirà alla riduzione dell'immissione di pesticidi nell'ambiente.

### 9.8. Politiche e misure per la tutela e la gestione delle risorse idriche europee

Negli ultimi 25 anni sono state elaborate, per la tutela e la gestione delle risorse idriche europee, varie iniziative e misure politiche di ampio respiro. Tra queste il Quinto programma comunitario di politica e azione a favore dell'ambiente, il piano d'azione per la protezione del Danubio, il piano d'azione per la protezione del Reno e la convenzione sulla protezione e l'uso dei corsi d'acqua transfrontalieri e dei laghi internazionali.

La tabella 9.3 elenca gli obiettivi principali di questi programmi, indica le misure varate ai fini del raggiungimento degli obiettivi (dove fissati) e illustra i progressi compiuti dall'epoca della valutazione di *Dobris*. I diversi accordi, piani d'azione e convenzioni internazionali riguardanti il Mar Baltico, il Mare del Nord, il Mar Nero e il Mediterraneo (cfr. capitolo 10), hanno importanti risvolti per la gestione dei fiumi che li alimentano.

Il successo delle politiche in materia di acque interne dipende, come per altri ambiti discussi in questa relazione, dall'efficacia della loro applicazione. La proposta direttiva quadro per la politica comunitaria in materia di acque (cfr. sotto) condurrà, se applicata uniformemente in tutta l'UE, a significativi miglioramenti nella qualità delle acque e nella gestione sostenibile delle risorse idriche. Nel seguito di questo paragrafo finale vengono illustrati alcuni interventi specifici varati nell'UE, nei PECO e negli NSI.

#### **Figura 9.12 Modifiche intervenute negli scarichi di fosforo dalla metà degli anni Ottanta**

Bacino idrografico del Reno  
Paesi Bassi - emissioni totali  
Paesi Bassi - emissioni industriali totali  
Danimarca - emissioni industriali riversate nei fiumi  
Danimarca - emissioni totali riversate nei fiumi  
Norvegia - emissioni totali nello Skagerrak  
Regno Unito - emissioni totali riversate in mare

Fonti: RIVM, 1995; Miljøstyrelsen, 1996; Windolf, 1996; SFT, 1996;  
i dati relativi al Regno Unito sono stati forniti da WRc.

#### **Figura 9.13 Emissioni di fosforo da alcune grandi industrie**

Tonnellate  
Kemira  
Bayera  
Norsk Hydro  
Danimarca

Nota: Carico totale della Danimarca aggiunto ai fini del confronto

Fonti: homepage WWW delle rispettive aziende; Windolf, 1996.

**Figura 9.14 Emissioni di azoto per fonte**

Bacino idrografico svedese nel Golfo di Bothnia  
Götaälv, Svezia  
Bacino idrografico norvegese nel Mard del Nord  
Svezia (acque interne)  
Parte austriaca del bacino idrografico del Danubio  
Germania  
Fiume Po, Italia  
Parte olandese del bacino idrografico del Reno  
Parte olandese del bacino idrografico della Mosa  
Danimarca (acque interne)

Fonti localizzate  
Agricoltura  
Atmosfera  
Natura

Nota: Le ricadute atmosferiche sono state considerate solo per alcuni bacini di raccolta.

Per i fiumi dei Paesi Bassi il carico naturale è incluso nell'agricoltura. Le ultime barre in basso rappresentano le zone in cui predomina l'inquinamento dovuto all'agricoltura

Fonti: Windolf, 1996; EPA svedese, 1994; Umweltbundesamt, 1994;  
BMLF, 1996; Ibrekk *et al.*, 1991; Ministero italiano dell'Ambiente, 1992; RIVM, 1992; Löfgren e Olsson, 1990.

### **Politiche dell'Unione Europea**

#### *a) Utilizzo delle acque*

Poche politiche dell'UE affrontano in maniera specifica il consumo della risorsa idrica. Il *Sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica* (Regolamento (CEE), n° 880/92), uno dei cui obiettivi è ridurre al minimo il consumo di risorse naturali, e il Programma d'azione per la protezione e la gestione integrate delle acque sotterranee contribuiranno a realizzare un migliore equilibrio tra disponibilità di questa risorsa e suo utilizzo.

Uno degli obiettivi della *proposta di direttiva quadro per la politica comunitaria in materia di acque* (COM(97) 49 def.) è quello di assicurare che le tariffe per l'utilizzo delle acque riflettano in maniera più precisa i costi economici, compresi, oltre ai costi della fornitura dei servizi, i costi ambientali e di depauperamento delle risorse.

#### *b) Qualità delle acque*

- *La direttiva 80/778/CEE, del Consiglio, del 15 luglio 1980, concernente alla qualità delle acque destinate al consumo umano* definisce i valori guida di cui al paragrafo 9.4. Le politiche miranti al miglioramento della qualità dell'acqua sono incentrate non solo sul controllo degli scarichi domestici, agricoli e industriali, ma anche sulla tutela di specifici utilizzi delle acque. Le politiche e le proposte (adottate nel periodo 1992-95) che affrontano in maniera specifica i settori maggiormente responsabili dell'inquinamento idrico sono:
  - *La direttiva 91/271/CEE, del Consiglio, del 21 maggio 1991, concernente il trattamento delle acque reflue urbane*, che fissa i requisiti minimi per la raccolta, il trattamento e lo scarico dei reflui urbani (effluenti fognari e industriali). Le disposizioni della direttiva andranno applicate in forma graduale nel periodo tra il 1998 e il 2005.
  - *La direttiva 91/676/CEE, del Consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati* che mira a ridurre o a prevenire l'inquinamento idrico dovuto all'utilizzo e allo stoccaggio di fertilizzanti inorganici e stallatico sui terreni agricoli. Entro il 1995 gli Stati membri erano tenuti a identificare le zone esposte a questa forma di inquinamento e a definire e adottare programmi d'azione per la loro protezione. La CE ha recentemente emanato un rapporto in cui sottolinea gli scarsi progressi compiuti dagli Stati membri nell'applicazione della direttiva.
  - La proposta di un *Programma d'azione per la protezione e la gestione integrate delle acque sotterranee* (COM(96) 315 def.), adottata dalla Commissione nell'agosto 1996, e la proposta di una *direttiva quadro in materia di acque* (COM(97) 49 def.), del febbraio 1997, intesa a proteggere le acque sotterranee, le acque interne di superficie,

#### **Figura 9.15 Bilancio dell'azoto nel suolo dei terreni agricoli nell'UE, 1993**

|             |
|-------------|
| Paesi Bassi |
| Belgio      |
| Lussemburgo |
| Danimarca   |
| Italia      |
| Germania    |
| Francia     |
| Grecia      |
| Irlanda     |
| Regno Unito |
| Spagna      |
| Portogallo  |
| Apporto     |



Fabbisogno  
kg/ha/anno

Nota: L'apporto comprende fertilizzanti e stallatico. Il fabbisogno è rappresentato dall'azoto assorbito dal raccolto. I paesi nella parte alta del grafico sono quelli con la maggiore eccedenza annua per ettaro.  
Fonte: Eurostat, 1997

**Figura 9.16 Trattamento delle acque di scarico nelle diverse regioni europee tra i periodi 1980/85 e 1990/95**

percentuale di popolazione

paesi nordici

occidentali

orientali

meridionali

terziario

secondario

primario

Nota: Nell'analisi sono compresi solo i paesi che hanno fornito dati per entrambi i periodi. Il numero dei paesi è indicato tra parentesi.

Fonte: AEA-ETC/IW

le acque di estuario e le acque costiere, formerà il quadro per l'intera politica comunitaria di tutela delle acque. La direttiva quadro in materia di acque imporrà agli Stati membri la preparazione di un programma di misure volte a ripristinare una "buona" qualità delle acque di superficie e sotterranee entro la fine del 2010.

- Le riforme recentemente apportate alla PAC si ripercuoteranno anche sull'uso di fertilizzanti e pertanto sulla qualità delle acque. E' tuttavia improbabile che ciò consenta di ottenere una riduzione proporzionale della quantità complessiva di nutrienti dispersi, anzi, potrebbero esservi addirittura degli aumenti, dovuti ad esempio al percolamento dei nitrati da terreni non coltivati e da terreni coltivati con metodi più intensivi.
- Il sistema comunitario di assegnazione di un marchio di qualità ecologica (cfr. sopra) incoraggerà una riduzione del contenuto di fosfati nei detersivi.

### ***I PECO e gli NSI***

Il Programma d'azione ambientale per l'Europa centrale e orientale (1993) ha identificato i problemi più urgenti e fissato le priorità per i prossimi 10 anni nei termini consentiti dalle limitate risorse disponibili. L'aspetto cui è stata data la massima priorità sono i danni alla salute umana causati dalla cattiva qualità dell'acqua, inclusi quelli dovuti alla presenza di nitrati nelle acque provenienti da grandi depositi di foraggio e da aziende agricole progettate e esercite in maniera inadeguata, da un utilizzo improprio dei fertilizzanti e dall'uso di cisterne rurali settiche.

I cambiamenti intervenuti nel settore agricolo discussi nel paragrafo 8.3 hanno prodotto una notevole diminuzione dell'impiego di prodotti chimici in agricoltura. In Polonia, tra il 1989 e il 1992 l'uso di fertilizzanti è diminuito di circa il 70%. In Romania, dal 1989 gli apporti di nutrienti sono diminuiti di oltre il 50%.

### **Figura 9.17 Variazioni intervenute nelle emissioni di metalli pesanti da varie fonti tra il 1980 e il 1990 circa**

Somma di diversi metalli  
Mercurio  
Cadmio

KEMIRA  
SOLVAY  
CIBA  
Paesi Bassi – industria  
Norvegia – industria  
Regno Unito  
Norvegia  
Svezia  
Paesi Bassi  
Bacino idrografico del Reno

Fonti: homepage WWW delle aziende;  
IKSR, 1994; RIVM, 1995;  
EPA svedese, 1993; SFT,  
1996; DoE, 1997.

### **Figura 9.18 Vendite totali di pesticidi nell'UE, 1985-95**

Indice 1991=0,0

Nota: L'indice è basato sulla quantità di principio attivo contenuto nel pesticida. Sono esclusi Belgio e Lussemburgo

Fonte: ECPA, 1996

**Tabella 9.3 Stato degli interventi in materia di tutela qualitativa e quantitativa delle acque nel periodo 1992-97**

| Obiettivi  | Azioni intraprese  |
|--|--|
| <p><b>a) Unione Europea</b><br/> <b>Quinto programma di azione a favore dell'ambiente</b></p>  |  |
| <p><i>Aspetti quantitativi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acque sotterranee e di superficie: integrazione per un dei criteri di conservazione e utilizzo sostenibile gestione integrate delle risorse idriche in altre politiche come ad affronta aspetti sia esempio quella agricola, quella di pianificazione delle risorse del territorio e quella industriale temi del programma è</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Commissione ha adottato una proposta programma d'azione per la tutela e la delle acque sotterranee. Il programma qualitativi sia quantitativi della gestione idriche. Uno dei principali</li> </ul>  |
| <p><i>Aspetti qualitativi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acque dolci di superficie: ricerca di una migliore disposizioni sulla qualità ecologica e tutela della buona delle acque di superficie (COM(93)680) qualità dove esistente. nella direttiva quadro in materia di acque</li> <li>• Valutazione della necessità di adottare una concernente la qualità delle direttiva concernente la riduzione dei fosfati</li> <li>• Elaborazione di specifiche norme per la punto alcuna direttiva; gli sforzi regolamentazione delle emissioni che favoriscano lo ridurre il contenuto di fosforo nei sviluppo di processi e norme per la prevenzione sono considerati adeguati. di effetti negativi sulle acque (mediante la MTD 96/61/CE, del Consiglio, sulla prevenzione e la definizione di obiettivi di valori ). integrate dell'inquinamento (IPPC). E' allo</li> <li>• Proposte per la progressiva limitazione e la Commissione una revisione della sostituzione dei pesticidi dannosi concernente le sostanze pericolose che consenta</li> </ul> | <p>l'integrazione delle disposizioni a tutela delle acque sotterranee in altri ambiti politici, con particolare riferimento alla PAC e alle politiche regionali.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposte per una direttiva sulle acque (COM(97) 49 def.) per la tutela delle acque dolci, estuarine,</li> <li>• Proposte per l'integrazione delle qualità ecologica</li> <li>• Revisione della direttiva acque di balneazione</li> <li>• Non è stata messa a compiuti al fine di reflui urbani</li> <li>• E' stata adottata la direttiva e la riduzione studio da parte della direttiva</li> </ul> |
|  | <p>un adeguato contenimento degli scarichi provenienti dagli impianti non soggetti alle disposizioni della direttiva IPPC.</p>   |

## *b) Accordi internazionali*

### **Piano d'azione per la protezione del Danubio**

---

Entro il 1997:

- Elaborazione di piani d'azione nazionali per l'applicazione del piano d'azione per la protezione del Danubio
- Adozione di valori limite per le emissioni delle fabbriche di fertilizzanti, nuove installazioni industriali e allevamenti
- Definizione a livello nazionale di obiettivi di riduzione scarichi degli scarichi nei fiumi individuati come prioritari
- Valutazione degli scarichi di nutrienti trasportati dal Danubio al Mar Nero

- Ad oggi è stato predisposto un solo piano d'azione nazionale
- Non sono stati messi a punto piani di gestione integrata
  - Non è stata effettuata la valutazione degli di nutrienti

Entro il 2005:

- Regolamentazione dello stoccaggio, della movimentazione e dell'impiego di fertilizzanti
- Riforme della politica agricola che tengano conto dell'ambiente
- Definizione delle migliori prassi ambientali per l'uso di fertilizzanti e pesticidi
- Messa a punto e realizzazione di progetti pilota e dimostrativi per la movimentazione, lo stoccaggio e lo smaltimento dello stallatico
- Divieto dell'uso dei detersivi contenenti fosfati
- Investimenti negli impianti di trattamento delle acque reflue individuati come prioritari

### **Piano d'azione per la protezione del Reno**

---

- Entro il 1995, riduzione del 50% del fosforo e dell'azoto totali e di altri inquinanti individuati come prioritari.
- Entro il 2000, collegamento del 90% dei centri abitati prevede a sistemi fognari con trattamento secondario biologico
- Entro il 2000, ritorno delle specie acquatiche superiori, come ad esempio il salmone, nei luoghi che popolavano in precedenza (progetto "Salmon 2000" )  
l'obiettivo di una

- Riduzione del 50% del fosforo, ottenuta con 3 anni di anticipo
  - Per le emissioni d'azoto, entro il 2000 si una riduzione solo del 20-30%
- Soprattutto per quanto riguarda l'azoto, le fonti sono diffuse e molto difficili da raggiungere. Ciò ha impedito di realizzare

riduzione del 50%

- Per metà delle sostanze individuate come prioritarie gli scarichi da fonti localizzate sono stati ridotti dell'80-100% già prima della fine del 1992
- Il piano d'azione avrà un costo superiore a 25 miliardi di marchi e produrrà una riduzione degli scarichi nel Mare del Nord

- Nonostante i progressi compiuti resta ancora molto da fare

**Obiettivi**

**Interventi attuati**

---

**Programmi d'azione per la protezione dell'Elba**

---

- Il primo programma d'azione, varato per il periodo 1992 – 1995, mirava a ridurre in maniera sostanziale i carichi trasportati dall'Elba al Mare del Nord, ripristinando condizioni seminaturali negli ecosistemi acquatici e rendendo il fiume adatto alla pesca, alla ricreazione, etc.
- Il programma d'azione a lungo termine varato per il periodo dal 1996 in poi mirava a un'ulteriore riduzione dell'inquinamento dell'Elba.

- Marcati miglioramenti della qualità delle acque dell'Elba e diminuzione dei carichi trasportati al Mare del Nord

---

**Convenzione sulla protezione e sull'utilizzazione dei corsi d'acqua transfrontalieri e dei laghi internazionali**

---

- Prevenzione, controllo e riduzione dell'inquinamento delle acque che ha o potrebbe avere effetti oltre i confini nazionali  
Firmata da 15 paesi dell'Europa occidentale
- Assicurare che le acque transfrontaliere vengano utilizzate all'insegna di una gestione razionale hanno e ecologicamente oculata, della conservazione delle risorse idriche e della tutela dell'ambiente
- Assicurare che le acque transfrontaliere vengano utilizzate in maniera ragionevole e equa, tenendo progressi conto del loro carattere transfrontaliero, nel caso di attività che causano o possono causare effetti oltre i confini nazionali
- Garantire la conservazione e, dove necessario, il ripristino degli ecosistemi

- Misure per la prevenzione, il controllo e la riduzione dell'inquinamento idrico

(ad eccezione di Islanda, Irlanda e Liechtenstein) e da 10 PECO. La Croazia e la Moldavia

ratificato la convenzione ma non sono tra i firmatari

- La convenzione è entrata in vigore il 6 ottobre 1996
- Non sono disponibili informazioni sui

compiuti finora

---

**Piano d'azione strategico per il risanamento e la protezione del Mar Nero (ottobre 1996 )**

---

- Riduzione degli scarichi di nutrienti nei fiumi (in particolare nel Danubio) fino al raggiungimento d'azione per la degli obiettivi di qualità fissati per il Mar Nero
- Entro il 2006 riduzione dell'inquinamento da fonti localizzate con presentazione della prima relazione sull'attuazione del piano d'azione entro il 2001
- Sviluppo, da parte di ogni Stato sul Mar Nero, di un piano strategico nazionale per la riduzione delle emissioni da fonti localizzate
- Entro il 2006, significativa riduzione degli scarichi fognari insufficientemente trattati dei grandi centri urbani

- Non noti. E' stata proposta la strategia per il bacino del Mar nero (collegata con il piano

protezione del Danubio)

- E' stato preparato un elenco di siti ad elevata priorità (zone "calde")

- Non sono noti i progressi compiuti

- Non sono noti i progressi compiuti nella messa a punto studi nazionali completi

**Convenzione di Helsinki- Programma congiunto globale per la promozione di un piano d'azione congiunto per il risanamento della regione del Mar Baltico e il ripristino dell'equilibrio biologico (1993 - 2012)**

---

- Identificazione di tutte le maggiori fonti di inquinamento localizzate (zone "calde") d'azione;
  - Svolgimento di azioni (preventive e di risanamento) nelle zone "calde"
- L'attuazione del piano sta procedendo in maniera

non uniforme; è ben avviata nei paesi scandinavi, in Finlandia e in Germania ed è anche attivamente sostenuta nei paesi baltici e in Polonia

- Si prevede che nel periodo 1991 – 2000 le azioni

**Dichiarazione dei ministri dei paesi aderenti alla convenzione di Helsinki 1988**

---

- Entro il 1995, riduzione del 50% degli scarichi totali di nutrienti, metalli pesanti e composti organici tossici, persistenti e bioaccumulabili nel Mar Baltico  
2020.

- Sebbene alcuni paesi abbiano raggiunto l'obiettivo, una riduzione del 50% a livello complessivo non sarà realizzata fino all'anno

• In alcuni PECO vi è stata una diminuzione degli scarichi di nutrienti, dovuta principalmente alla diminuzione dell'uso di fertilizzanti e della produzione agricola intervenuta per effetto dei cambiamenti strutturali e delle difficoltà economiche. La ripresa economica potrebbe produrre un nuovo aumento dell'inquinamento dovuto al dilavamento delle sostanze utilizzate in agricoltura.

**Commissione di Oslo e Parigi (OSPAR)- Conferenze ministeriali dei paesi del Mare del Nord. Conferenza dell'Aia 1990**

---

- Entro il 1995, ridurre del 70% le immissioni delle sostanze più pericolose (diossina, cadmio, mercurio e piombo)

passi avanti nel raggiungimento degli obiettivi

- Nel 1995, anno della conferenza ministeriale di Esbjerg, erano già stati compiuti significativi

fissati per le sostanze più pericolose.

## Obiettivi

## Interventi attuati

- 
- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Ridurre del 50% le immissioni di 36 sostanze prioritarie entro il 1995</li><li>• Cessare gradualmente l'uso di determinate categorie di pesticidi</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Si prevedeva che molti Stati membri avrebbero raggiunto l'obiettivo nel 1995</li><li>• Nel 1995, 3 dei 16 gruppi di pesticidi identificati erano stati gradualmente eliminati negli Stati membri</li><li>• Entro il 1995, ridurre di circa il 50% le immissioni di azoto e fosforo nelle zone in cui possono causare inquinamento</li><li>• La maggior parte dei paesi dovrebbe aver raggiunto entro il 1995 una riduzione del 50% delle immissioni di fosforo e del 20-30% di quelle di azoto</li><li>• L'obiettivo di riduzione delle immissioni di azoto non è stato raggiunto a livello complessivo, principalmente perché la riduzione dell'inquinamento dovuto all'agricoltura si è dimostrata più difficile del previsto e perché le misure adottate si sono dimostrate inadeguate o sono state applicate in maniera inadeguata</li></ul> |
|---|--|

## Piano d'azione per la protezione del Mediterraneo

- 
- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Varo di tutte le misure più appropriate per prevenire, ridurre e combattere l'inquinamento della zona del Mar Mediterraneo</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Non sono disponibili informazioni sui progressi compiuti, che sono di difficile valutazione</li></ul> |
|--|---|

## Programma di monitoraggio e valutazione dell'Artico

- 
- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Riduzione e infine eliminazione delle sostanze inquinanti trasportate dall'aria e dall'acqua quali i metalli pesanti, i gas a effetto serra, i PCB, il cui compimento è</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Una relazione sullo stato dell'ambiente nell'Artico è stata pubblicata nel 1997</li><li>• Una valutazione dei progressi</li></ul> |
|---|---|



---

**Bibliografia**

- BMLF (1996). *Gewässerschutzbericht 1996*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Budyko, M.I. and Zubenok, L.I. (1961). The determination of evaporation from the land surface. *Izv. Akad. Nauk SSSR. In Ser. Geogr.*, No 6, p. 3-17.
- DoE (1997). *The Environment in your Pocket 1997*. Department of the Environment, Transport and the Regions, London.
- ECPA (1996). *European Crop Protection: Trends in Volumes Sold, 1985-95*. Report from the European Crop Protection Association to the European Environment Agency. ECPA, Brussels.
- EEA (1995). *Europe's Environment: The Dobbris Assessment*. Eds: D. Stanners & P. Bourdeau. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (1997). *Environmental Agreements - Environmental Effectiveness*. Environmental Issues series No 3, Vol. 1. 93 pages, ISBN 92-9167-052-9.
- EEA (1998a). *Groundwater Quality and Quantity*. To be published in the EEA Environmental Monograph series. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (1998b). *Effects of Excessive Anthropogenic Nutrients in European Ecosystems*. To be published in the EEA Environmental Monograph series. European Environmental Agency, Copenhagen.
- EEA-ETC/IW (1996). *Surface Water Quantity Monitoring in Europe*. EEA Topic Report N. 3/1996, 72 pages, EEA, Copenhagen, ISBN 92-9167-002-2.
- EEA-ETC/IW (1998). *Sustainable Water Use in Europe: Part I: Sectoral Use of Water*. To be published in the EEA Topic Report series. European Environment Agency, Copenhagen.
- Eurostat (1997). *Meetings of the Sub-group on Nitrogen Balances of the Working Group "Statistics on the Environment"*. Luxembourg 13-14 February 1997.
- GEUS (1997). *Grundvandsovervågning 1997*. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse, Miljø- og Energiministeriet, 101 pages. Copenhagen.
- 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, UK.
- Gustard, A., Rees, H.G., Croker, K.M., and Dixon, J.M. (1997). Using regional hydrological

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, Slovenia.

Hulme, M., Conway, D., Jones, P.D., Jiang, T., Barrow, E. and Turney, C. (1995). Construction of a 1961-90 European climatology for climate change modelling and impact implications. In *Int. Jnl. Clim.*, Vol. 15, p. 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. In *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 24, p. 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. and 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.

Ministero italiano dell'Ambiente (1992). *Relazione sullo stato dell'ambiente*. Roma.

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

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

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

Miljøstyrelsen (1996). *Punktkilder 1995*. Orientering fra Miljøstyrelsen No 16/1996. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen.

Morris, D.G. and 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.

OECD (1997). *OECD Environmental Data Compendium 1997*. OCSE, Paris.

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

Rees, H.G., Croker, K.M., Reynard, N.S. and Gustard, A. (1997). Estimating the renewable water resource. In *Estimation of renewable water resources in the European Union*. Eds: H.G. Rees, and 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 Netherlands.

RIVM (1995). *Milieubalans 95*. National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, the Netherlands.

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

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

Sibbesen, E. and Runge-Metzger (1995). Phosphorus balance in European agriculture - Status and policy options. In *SCOPE*, Vol. 54, p. 43-60.

Swedish EPA (1993). *Metals and the environment*. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

Swedish EPA (1994). *Eutrophication of soil, fresh water and the sea*. Swedish Environmental Protection Agency, Stockholm.

WMO (1987). *Hydrological Referral Service INFOHYDRO Manual*. WMO Operational Report No.28, WMO-No.683.

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

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