

MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELLA DIRETTIVA QUADRO 2000/60/CE E NELLA DIRETTIVA FIGLIA 2006/118/CE

Paola Bottoni

Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Roma

Le acque sotterranee rappresentano un patrimonio unico ed insostituibile che deve essere preservato accuratamente, dato che costituiscono la più grande riserva di acqua dolce a livello mondiale e che risultano indispensabili per garantire approvvigionamenti idropotabili di elevate caratteristiche qualitative. Non ultimo, le acque sotterranee alimentano e creano connessioni tra tutti i comparti idrici naturali, con notevoli impatti sugli organismi di acqua dolce e gli ecosistemi acquatici e terrestri.

In Europa, le acque sotterranee costituiscono il 65% degli approvvigionamenti idrici ad uso potabile (1), tuttavia sono minacciate da fenomeni di contaminazione e di sovrasfruttamento che hanno assunto una rilevanza crescente negli anni e che richiedono tuttora un grosso impegno per definirne l'estensione e le tipologie nelle varie realtà nazionali. Nel 2001, si stimava che il 20% circa delle risorse idriche sotterranee europee risultava compromesso (1).

In un rapporto sullo stato delle acque sotterranee, pubblicato nel 1999 dall'Agenzia europea dell'ambiente (2), sono riassunti dati su alcuni parametri indicatori forniti da alcuni paesi in risposta a questionari conoscitivi, da cui risulta che queste risorse sono messe a rischio da diverse categorie di contaminanti. In particolare, è stato dimostrato l'impatto dovuto ai *nitrati*, con concentrazioni >25 mg/L nel 25% dei siti di campionamento in 8 paesi su 17 coinvolti dall'indagine e >50 mg/L in circa 13 su 96 aree o acquiferi nazionali presi in esame. Altri problemi derivavano da elevati tenori di *cloruri*, risultati superiori a 250 mg/L in 9 paesi su 19 e dal fenomeno dell'*intrusione salina* dovuto principalmente a sovrasfruttamento delle risorse, che interessava 9 paesi su 11 coinvolti dall'indagine. È stato inoltre evidenziato il fenomeno dell'*acidificazione*, con livelli di pH >5,5 principalmente nel Nord Europa, così come bassi livelli di *alcalinità*, in particolare in Finlandia e Norvegia. È stata inoltre evidenziata la presenza di *fitofarmaci* nonostante la frammentarietà dei dati e la non omogeneità delle categorie ricercate. Nei 14 paesi che hanno fornito queste informazioni, 39 principi attivi sono risultati di rilevanza e tra essi, principalmente, atrazina, simazina, lindano e desetilatrastina tra i metaboliti. Situazioni molto critiche sono emerse per quanto riguarda la presenza di *metalli pesanti* (12 paesi), *idrocarburi* (9 paesi), *composti organici clorurati* (paesi dell'Est Europa).

In questo contesto, la Direttiva Quadro 2000/60/CE (WFD, *Water Framework Directive*) (3) rappresenta un articolato strumento di tutela per la protezione di tutte le acque, fiumi, laghi, acque costiere e di transizione e acque sotterranee, sia rispetto all'impatto antropico e ai susseguenti fenomeni di contaminazione, sia rispetto all'emungimento massivo che ne comportano il depauperamento spesso irreversibile, come nel caso delle acque sotterranee, con comparsa di fenomeni di subsidenza e di intrusione salina. La Direttiva Quadro prevede la definizione, il controllo, l'introduzione di misure di prevenzione, di contrasto e di risanamento qualitativo e quantitativo dei corpi idrici sotterranei (CI) attraverso la graduale adozione di provvedimenti intermedi al fine di raggiungere o di mantenere lo stato chimico e quantitativo "buono" dal 2015. In accordo alla Direttiva Quadro, il monitoraggio, variamente strutturato e articolato in diverse fasi temporali e secondo diversi criteri di attuazione e scopi, rappresenta il principale strumento conoscitivo di cui ciascun paese dovrà dotarsi per ottemperare alle

richieste imposte dalla Direttiva. Nella Tabella 1 sono riassunte le principali scadenze relative all'implementazione della Direttiva dalla quale si denota di quanto siano ravvicinate ed impellenti e di quanto sia necessaria una compartecipazione e una cooperazione dei vari soggetti interessati, dalla Commissione europea, agli Stati membri, ai paesi candidati, agli *stakeholders*, altresì previste dalla normativa.

Tabella 1. Elenco delle principali scadenze imposte dalla Direttiva Quadro (WFD - *Water Framework Directive*) riguardanti, in particolare, le acque sotterranee

Scadenze	Descrizione
Dicembre 2003	Recepimento della Direttiva Quadro nelle normative nazionali relative al comparto acquatico - Identificazione dei bacini idrografici e collocazione in distretti idrografici - Attivazione della co-operazione a livello dei Bacini Fluviali
Dicembre 2004	Conclusione delle Analisi delle Pressioni, degli Usi e degli Impatti sui corpi idrici, inclusa una Analisi Economica
Dicembre 2006	Attivazione dei Programmi di Monitoraggio come base per la gestione delle acque - Inizio consultazione pubblica in relazione ai Piani di Gestione dei Bacini Idrografici
Dicembre 2009	Pubblicazione dei primi Piani di Gestione dei Bacini Idrografici
Dicembre 2015	Conformità agli obiettivi ambientali per le acque superficiali e sotterranee
Altre scadenze	
2004	Caratterizzazione dei CI nell'ambito dei distretti idrografici e susseguente definizione del registro delle aree protette
2007 e 2013	(Integrazione e) Abrogazione di 6 normative di carattere ambientale, tra cui la Direttiva 80/68/CEE sulla protezione delle acque sotterranee da certe sostanze pericolose (4)
2009	In base agli esiti delle fasi di caratterizzazione e del monitoraggio dei CI, inizia la fase di identificazione di programmi di misure per il raggiungimento degli obiettivi ambientali Produzione dei Piani di gestione dei Bacini idrografici, identificazione dei corpi idrici fortemente modificati
2010	Introduzione delle Politiche sul giusto prezzo dell'acqua
2021 e 2027	Prima e Seconda Revisione dei Piani di Gestione dei Bacini Idrografici

Monitoraggio e Direttiva Quadro

La Direttiva Quadro, nell'Articolo 4 relativo agli obiettivi ambientali, stabilisce che gli Stati membri devono implementare le misure necessarie a *prevenire il deterioramento* dello stato chimico e quantitativo di tutti i corpi idrici sotterranei, a *prevenire e/o a limitare* le immissioni dirette e indirette di contaminanti, a *proteggere, incrementare e ricostituire* tutti i corpi idrici sotterranei, ad *assicurare un equilibrio* tra emungimenti e ricariche, misure che sono finalizzate al raggiungimento dello stato quantitativo buono (Allegato V 2.1.2) e dello stato chimico buono (Allegato V 2.3.2) entro il 2015. La Direttiva inoltre obbliga a intraprendere le opportune misure necessarie a invertire *le tendenze significative e durature di crescita* delle concentrazioni dei contaminanti che derivano da attività antropiche (Allegato VIII, categorie 1-12) per prevenire e limitare la loro presenza, fino alla completa eliminazione delle sostanze pericolose prioritarie (Allegato X). L'Articolo 17 prevede l'adozione di specifiche strategie per la protezione delle acque sotterranee che sono state di recente concretizzate nella nuova, e da lungo tempo attesa, Direttiva figlia per la protezione delle acque sotterranee 2006/118/CE che viene illustrata di seguito (5).

Nella Tabella 2 sono riportate le definizioni degli obiettivi ambientali secondo la Direttiva Quadro.

Tabella 2. Definizioni dello stato quantitativo BUONO e dello stato chimico BUONO delle acque sotterranee secondo la WFD, Allegato V, punto 2.3.2 (3)

Elemento	Stato buono
Livello delle acque sotterranee	Il <i>livello di acque sotterranee</i> nel corpo idrico sotterraneo è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili. Di conseguenza, il livello delle acque sotterranee non subisce alterazioni antropiche tali da: – impedire il conseguimento degli obiettivi ecologici specificati all'articolo 4 per le acque superficiali connesse, – comportare un deterioramento significativo della qualità di tali acque, – recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo. Inoltre, alterazioni della direzione di flusso risultanti da variazioni del livello possono verificarsi, su base temporanea o permanente, in un'area delimitata nello spazio; tali inversioni non causano tuttavia l'intrusione di acqua salata o di altro tipo né imprimono alla direzione di flusso alcuna tendenza antropica duratura e chiaramente identificabile che possa determinare siffatte intrusioni
Elementi generali	La <i>composizione chimica</i> del corpo idrico sotterraneo è tale che le concentrazioni di inquinanti: – sottoindicate non presentano effetti di intrusione salina o di altro tipo – non sono tali da impedire il conseguimento degli obiettivi ambientali di cui all'articolo 4 per le acque superficiali connesse né da comportare un deterioramento significativo della qualità ecologica o chimica di tali corpi né da recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo, ai sensi dell'articolo 17
Conduttività	Le <i>variazioni della conduttività</i> non indicano intrusioni saline o di altro tipo nel corpo idrico sotterraneo.

In sintesi, un CI si troverà in uno stato chimico buono se le concentrazioni di eventuali contaminanti non superano gli standard di qualità applicabili in conformità alle normative ambientali comunitarie pertinenti, se tali concentrazioni non sono in contrasto con gli obiettivi relativi ai corpi idrici superficiali, se non ne implicano uno scadimento significativo di qualità ecologica o chimica, e se non provocano danni significativi in ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal CI.

Nell'ambito del raggiungimento degli obiettivi ambientali dell'Articolo 4, ricadono anche le aree protette, incluse le aree designate all'estrazione di acqua potabile, fatti salvi gli obiettivi specificati nella legislazione comunitaria pertinente (Tabella 3), per le quali deve essere compilato un apposito registro al fine di proteggere i corpi idrici in esse presenti. In particolare, l'Articolo 7 impone di identificare, in ciascun distretto idrografico, tutti i corpi idrici destinati alla produzione di acqua potabile che producono una quantità $\geq 10 \text{ m}^3/\text{giorno}$ o riforniscono una popolazione di ≥ 50 persone. Tali risorse devono essere protette dal decadimento del loro stato qualitativo ed è prevista per esse l'istituzione di zone di salvaguardia. Inoltre, i CI destinati alla produzione di acqua potabile e che abbiano portate medie $> 100 \text{ m}^3/\text{giorno}$ devono essere sottoposti a monitoraggio.

Tabella 3. Direttive ambientali comunitarie che designano aree protette

Direttiva	Ambito
2000/60/CE (WFD)	Aree protette per le acque potabili
76/160/CEE (Balneazione)	Acque di balneazione
78/659/CEE (Pesci di acqua dolce)	Necessità di proteggere le acque dolci per sostenere la vita dei pesci
79/409/CEE (Uccelli)	Protezione della fauna aviaria
92/43/CEE (Ambienti naturali)	Protezione di ambienti naturali per fauna e flora selvatiche
91/271/CEE (Trattamento di acque di scarico civili)	Aree sensibili ai nutrienti (composti azotati, fosforici ecc.)
91/676/CEE (Nitrati)	Prevenzione della contaminazione da nitrati

Il complesso impianto di attività necessarie al raggiungimento degli obiettivi ambientali si basa essenzialmente sulla progettazione e sulla esecuzione di programmi di monitoraggio che devono fornire una approfondita descrizione dell'assetto idrogeologico, dello stato quali-quantitativo, naturale o indotto da influenze antropiche, e delle pressioni che insistono sui CI nazionali e transfrontalieri.

Tuttavia, per la corretta pianificazione dei programmi di monitoraggio, è necessario che ogni Stato membro abbia intrapreso o intraprenda una attività di *caratterizzazione* preliminare di tutti i CI allo scopo di individuare i CI a rischio di non conformità agli obiettivi ambientali (Articolo 5 e Allegati II e III).

La caratterizzazione consiste nell'acquisizione di dati nuovi o pregressi su ubicazione e confini del CI, di dati idrogeologici ed idromorfologici, di dati sull'insaturo e pedologici, nell'individuazione delle pressioni (fonti diffuse, puntiformi, estrazioni, ravvenamenti) e nell'analisi di impatto delle attività antropiche pertinenti e quindi dei contaminanti, con acquisizione di dati analitici (attuali e serie storiche), nell'individuazione della loro influenza sullo stato quali-quantitativo, nelle interconnessioni dei CI con gli ecosistemi acquatici e terrestri. La caratterizzazione è suddivisa in due fasi, la prima si effettua su tutti i CI, la seconda, più dettagliata, si effettua sui CI che sono risultati *a rischio* e consiste in una miglior definizione del sistema idrogeologico e delle pressioni antropiche in modo da circoscrivere l'entità dei rischi ed identificare le misure di intervento adeguate. In questa seconda fase si effettua la caratterizzazione chimica dei CI a rischio con la specificazione delle immissioni dovute ad attività antropiche. I dati della caratterizzazione possono essere utilizzati dagli Stati membri nel corso della definizione dei livelli di fondo naturale (Allegato 2, punto 2.2). Esempi di caratterizzazione di CI si ritrovano nella recente Linea guida "Monitoraggio delle acque sotterranee" CIS (*Common Implementation Strategy* – Gruppi di lavoro composti da esperti degli Stati membri e la Commissione europea) (6).

Un indispensabile supporto alla progettazione dei programmi di monitoraggio e all'effettuazione della caratterizzazione dovrebbe provenire dallo sviluppo di *modelli concettuali/conoscitivi* (6-8) che descrivono in maniera semplificata il comportamento effettivo dei sistemi idrogeologici. I modelli concettuali dovrebbero basarsi sulla valutazione del bilancio idrico dei CI (stime di *ricarica-flusso-deflusso*) ed individuare sia le eventuali situazioni di squilibrio, sia le pressioni di tipo quantitativo e qualitativo. I modelli concettuali raccordano i flussi informativi relativi alle caratteristiche naturali dei CI (tipo di acquifero, struttura tridimensionale, condizioni idrauliche e al contorno, ambienti acquatici superficiali e terrestri associati, composizione chimica), alla vulnerabilità alle pressioni antropiche e agli impatti. Le informazioni provengono sia dalle fasi di caratterizzazione, sia dalle attività di monitoraggio

una volta a regime, che, del resto, possono essere utilizzate per aggiornare e validare i modelli, rifinando progressivamente la conoscenza dei sistemi idrogeologici.

Nella Figura 1 si riporta uno schema di base di modello concettuale con le principali informazioni necessarie per la sua definizione.

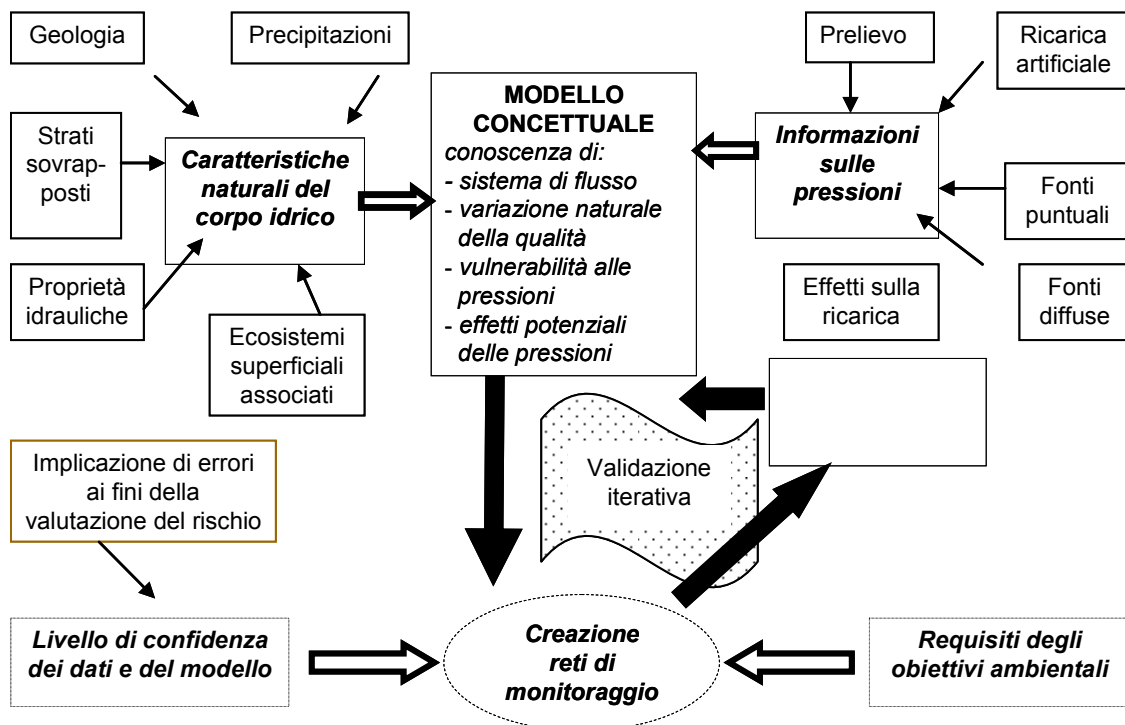


Figura 1. Schema di modello concettuale che costituisce la base per la costituzione delle reti di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei (CI) secondo la WFD. Per “rischio” si intende il rischio di non raggiungere gli obiettivi del 2015 (6).

Sulla base dei supporti forniti dalla caratterizzazione e dalla modellizzazione, i programmi di monitoraggio dei CI, come definiti nell’Articolo 8 e descritti nell’Allegato V, devono fornire:

- le informazioni necessarie per stabilire la conformità dei CI agli obiettivi ambientali,
- le indicazioni sullo stato di qualità dei corpi idrici,
- un quadro chiaro delle condizioni ambientali e di come queste possono essere influenzate dall’attività antropica,
- consentire una valutazione delle tendenze significative e a lungo termine delle condizioni chimiche naturali,
- consentire una valutazione delle tendenze delle concentrazioni dei contaminanti ascrivibili ad attività antropiche.

Dall’attuazione dei piani di monitoraggio derivano quindi tutti i dati che consentono di classificare i CI, di valutare l’evoluzione dello stato quali-quantitativo, di verificare l’efficacia di eventuali misure legali e tecniche, (Articolo 11) e delle strategie di prevenzione e controllo della contaminazione (Articolo 17) previste per il conseguimento ed il mantenimento degli obiettivi ambientali.

Nell’Allegato V sono riportate definizioni, finalità, indicazioni sulla selezione di parametri, sui siti di monitoraggio, sulle frequenze temporali e sui metodi per l’analisi di tendenze,

sull'interpretazione dei risultati e sulla loro presentazione. In accordo alla Direttiva devono essere attivate 3 principali tipologie di monitoraggio: il *monitoraggio quantitativo*, il *monitoraggio di sorveglianza* ed il *monitoraggio operativo*. Ad esse possono aggiungersi indagini specifiche per il *controllo delle aree protette* e/o delle aree destinate all'*estrazione di acqua potabile*, in modo da ottemperare agli obiettivi e agli standard specifici. Inoltre possono essere attivate indagini aggiuntive per valutare l'efficacia delle misure introdotte per *prevenire o limitare* l'ingresso di contaminanti o il deterioramento dello stato dei CI, ad esempio in prossimità di fonti puntiformi.

Nella Figura 2 si riporta uno schema esemplificativo delle tre principali tipologie di monitoraggio con l'evidenziazione degli scopi, della localizzazione dei siti d'indagine, dei parametri di base da ricercare e delle tempistiche di effettuazione. Nella Tabella 4 sono invece illustrate le diverse finalità di tutte le tipologie di monitoraggio sopra definite.

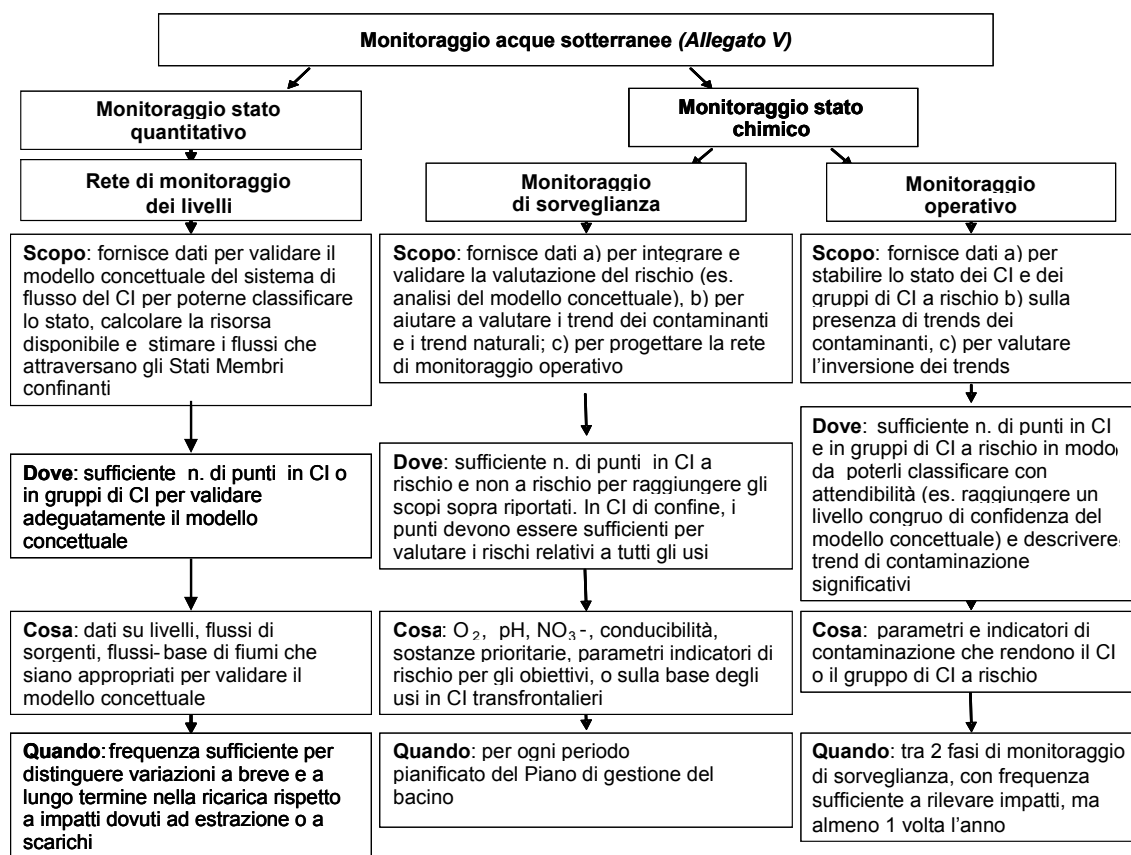


Figura 2. Descrizione delle 3 tipologie principali di monitoraggio dei corpi idrici (CI) previsti dalla WFD. Per "rischio" si intende il rischio di non raggiungere gli obiettivi del 2015 (7)

Il *monitoraggio quantitativo* si rende necessario per definire la caratterizzazione e effettuare la valutazione del rischio, classificare le risorse, supportare la valutazione dello stato chimico e l'analisi delle tendenze, e di consentire la definizione e la valutazione dei programmi di misure.

Per la progettazione delle reti di monitoraggio quantitativo ci si avvale del modello concettuale basandosi su alcuni elementi chiave: i) valutazione della ricarica e del bilancio idrico; ii) livello attuale dell'acquifero o valutazione del deflusso ed informazioni pertinenti sul rischio per acque superficiali ed ecosistemi terrestri connessi ai CI; iii) grado di interazione tra CI ed ecosistemi acquatici e terrestri ed identificazione di potenziali interferenze sul loro stato quali-quantitativo ed ecologico (6). Tra i parametri idonei a rappresentare il regime di livello dei CI per la classificazione dello stato quantitativo si riportano: livelli del CI in pozzi o piezometri, flussi in sorgenti, caratteristiche di flusso o stadi nei livelli di corsi d'acqua superficiali nei periodi di magra, cioè quando la parte di flusso direttamente correlata alle precipitazioni si considera trascurabile e il deflusso è sostanzialmente alimentato dal CI (6).

Attraverso il *monitoraggio di sorveglianza* si effettua una rassegna globale dello stato chimico, si rilevano le tendenze a lungo termine dei livelli di contaminanti e dei livelli di sostanze naturalmente presenti, si validano i risultati provenienti dalla fase di caratterizzazione dei CI a rischio, si integrano e convalidano le procedure di valutazione di impatto. Il monitoraggio di sorveglianza si effettua nel periodo di attuazione di un Piano di gestione del bacino idrografico, quindi almeno 1 volta ogni 6 anni e i risultati sono utilizzati per elaborare il programma di monitoraggio operativo. Riguardo alle frequenze del monitoraggio, devono essere tanto più ravvicinate quanto meno sono conosciuti i sistemi idrogeologici o quanto più essi risultano vulnerabili (6). In riferimento alle determinazioni analitiche, si deve procedere all'analisi dei parametri di base (ossigeno disciolto, pH, conducibilità elettrica, nitrati, ione ammonio) ma in ambito CIS si raccomanda la determinazione di altri parametri che, pur non essendo esplicitamente citati nella Direttiva, contribuiscono alla validazione dei processi di valutazione dei rischi e dei modelli concettuali (6).

Tra essi, la temperatura, le serie di ioni maggiori, di ioni ed elementi in traccia, altri indicatori selezionati in base alle pressioni e ai risultati delle fasi di caratterizzazione, oltre ai contaminanti e sostanze pericolose riportati nell'Allegato VIII dalla Direttiva (3):

1. Composti organoalogenati e sostanze che possano dare origine a tali composti nell'ambiente acquatico
2. Composti organofosforici
3. Composti organostannici
4. Sostanze e preparati, o i relativi prodotti di decomposizione, di cui è dimostrata la cancerogenicità o mutagenicità e che possono avere ripercussioni sulle funzioni steroidea, tiroidea, riproduttiva o su altre funzioni endocrine connesse nell'ambiente acquatico o attraverso di esso
5. Idrocarburi persistenti e sostanze organiche tossiche persistenti e bioaccumulabili
6. Cianuri
7. Metalli e relativi composti
8. Arsenico e relativi composti
9. Biocidi e prodotti fitosanitari
10. Materia in sospensione
11. Sostanze che contribuiscono all'eutrofizzazione (in particolare nitrati e fosfati)
12. Sostanze che hanno effetti negativi sul bilancio dell'ossigeno (e che possono essere misurate con parametri come BOD, COD, ecc.).

Si può anche procedere, con tempistiche meno stringenti, alla determinazione di parametri addizionali indicatori di contaminazione industriale (tricloro- e tetracloroetilene) e urbana (zinco, boro) e delle 33 sostanze prioritarie dell'Allegato X (9) che siano, tuttavia, correlabili agli usi e alle attività condotte in superficie e che possono potenzialmente influire sullo stato dei CI e dei corpi idrici superficiali connessi (6).

Tabella 4. Finalità delle diverse tipologie di monitoraggio in accordo alla WFD. Lo schema è adattato e modificato dalla Linea guida CIS n. 15 (6)

Obiettivi	Monitoraggio quantitativo	Monitoraggio sorveglianza	Monitoraggio operativo	Monitoraggio area protetta "estrazione di acqua potabile"	Monitoraggio "prevenire e limitare"
Supportare e validare la valutazione del rischio (fasi I-II di caratterizzazione)	✓	✓	✓ ⁽¹⁾		✓
Identificare intrusioni saline o di altro tipo dovute ad alterazioni del flusso nel CI	✓	✓	✓		
Valutare le tendenze delle condizioni naturali		✓			
Tendenze delle contaminazioni		✓	✓	✓	
Corpi idrici transfrontalieri	✓	✓			
Valutazione di stato - determinazione dello stato dei "corpi idrici a rischio"	✓		✓	✓ ⁽²⁾	
Valutazione di stato - conferma che i "corpi idrici non a rischio" sono nello stato buono	✓	✓		✓ ⁽²⁾	
Efficacia dei programmi delle misure	✓		✓	✓	✓

⁽¹⁾ i risultati supportano la caratterizzazione nei futuri cicli dei Piani di gestione dei bacini idrografici.

⁽²⁾ anche la Direttiva figlia 2006/118/CE impone obiettivi per lo stato "buono" per le aree protette destinate all'estrazione di acqua potabile

Il *monitoraggio operativo* si effettua sui CI a rischio, rileva specificamente l'evoluzione della contaminazione di tutte le sostanze che mettono a rischio la risorsa, è condotto almeno con cadenza annuale e nel periodo che intercorre tra 2 fasi di sorveglianza. Particolare cura deve essere posta nella valutazione statistica dei dati e nel grado di confidenza delle indagini al fine di identificare correttamente i CI a rischio ma anche per poter distinguere e confermare rischi noti e non noti, prevedendo una *revisione periodica delle liste dei contaminanti*, e considerando che le fluttuazioni dei valori determinati possono dipendere sia dalla variabilità delle fonti contaminanti, sia dalla variabilità delle proprietà degli acquiferi (requisiti di qualità nei modelli concettuali, nei progetti di monitoraggio, nei campionamenti, nelle procedure analitiche, ecc.) (6). Anche nel caso del monitoraggio operativo si deve procedere all'analisi dei parametri di base ma anche di sostanze da selezionare caso-per-caso secondo le pressioni a livello locale o in specifici punti di monitoraggio, le fasi di caratterizzazione e i modelli concettuali. Deve inoltre essere evidenziato che i parametri e gli indicatori selezionati per i CI a rischio rientreranno nei processi di definizione, da parte di ogni Stato membro, dei *valori soglia* necessari per la

definizione dello stato chimico buono, secondo la Direttiva figlia 2006/118/CE (vedere di seguito).

Cenni al monitoraggio nella Direttiva figlia 2006/118/CE

Nel dicembre 2006 è stata emanata la Direttiva 2006/118/CE (Direttiva figlia) sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (4). In questo contesto se ne illustrano, in maniera sommaria, alcuni contenuti principali ed innovativi, relativi alla definizione dello stato chimico buono e al processo di individuazione delle tendenze di crescita delle contaminazioni, con l'evidenziazione delle fasi in cui le attività di monitoraggio, come già sono definite nella Direttiva Quadro, risultano cruciali. Si rimanda pertanto ad una successiva pubblicazione per una trattazione tecnico-scientifica dell'intera norma.

La Direttiva figlia costituisce una pietra miliare per la tutela, il controllo qualitativo e la prevenzione dal deterioramento delle acque sotterranee, nonostante gli accesi dibattiti che hanno avuto luogo in sede europea ed il lungo iter intercorso dal momento della presentazione della proposta, da parte della Commissione europea (22-9-2003), a quello dell'accordo tra il Parlamento ed il Consiglio europei per la sua emanazione (12-12-2006). L'impellenza legata all'attuazione di questa normativa era dettata dalla necessità di dar seguito a quanto era stato stabilito nel 2000 dalla Direttiva quadro, in particolare nell'Articolo 17, in visione delle scadenze ravvicinate previste da quest'ultima, ossia di fornire:

- criteri di valutazione del buono stato chimico delle acque sotterranee e procedure per la loro derivazione,
- criteri per individuare ed invertire le tendenze significative e durature all'aumento dei livelli di inquinanti e per determinare i punti di partenza per le inversioni di tendenza di tali aumenti,
- una integrazione alle misure intese a limitare le immissioni di inquinanti e prevenire le immissioni di sostanze pericolose nelle acque sotterranee, già definite dalla Direttiva Quadro, mirando alla prevenzione del deterioramento dello stato di tutti corpi idrici sotterranei.

Questi principi sono sanciti nell'Articolo 1 della Direttiva figlia e ciascuno di essi è oggetto di Articoli specifici (rispettivamente Articoli 3, 4, 5, 6) mentre i dettagli operativi per l'attuazione delle disposizioni sono definiti negli Allegati I-IV che completano il testo della norma.

In questo contesto, la rilevanza del monitoraggio appare evidente dato che, già nell'ambito delle considerazioni iniziali, viene richiamato il concetto della confrontabilità e accettazione dei risultati tra i vari Stati membri, viene auspicato il ricorso a metodi statistici a supporto, il ricorso a metodi di monitoraggio e di analisi affidabili, paragonabili e standardizzati e, inoltre, si auspica il necessario coordinamento tra Stati membri nelle attività di monitoraggio nel caso di CI transfrontalieri.

Stato chimico buono e monitoraggio

La Direttiva figlia stabilisce che gli Stati membri devono definire lo stato chimico dei CI tramite una doppia valutazione che si basa su:

- Criteri comuni per tutti gli Stati membri - *norme di qualità*
- Criteri stabiliti dai singoli Stati membri - *valori soglia*

Le norme di qualità riguardano i principali inquinanti delle acque sotterranee, i NITRATI, per i quali è fissato il valore limite di 50 mg/L, e i PESTICIDI, termine che comprende i fitofarmaci, i

biocidi e i relativi prodotti di degradazione e reazione, per i quali i valori limite sono di 0,1 µg/L per singola sostanza e di 0,5 µg/L per il totale delle sostanze (Articolo 3 e Allegato I). I VALORI SOGLIA sono le concentrazioni che i singoli Stati membri devono definire per tutti i contaminanti che sono stati individuati nella caratterizzazione chimica dei propri CI a rischio di non raggiungere l'obiettivo di buono stato chimico (fase II della caratterizzazione). Tali valori si basano, secondo l'Articolo 3, sulla protezione del corpo idrico sotterraneo, con particolare riguardo all'impatto e al rapporto che intercorrono tra esso, le acque superficiali e gli ecosistemi terrestri associati e considerando le conoscenze acquisite in tema tossicologico ed ecotossicologico per i contaminanti considerati. Nell'Allegato II sono descritte le procedure di determinazione dei valori soglia ed inoltre è definito un "elenco minimo" di sostanze per le quali gli Stati devono fissare tali valori: *arsenico, cadmio, piombo, mercurio, ammonio, cloruro, solfato, sostanze artificiali di sintesi - tricloroetilene e tetracloroetilene, indicatori di intrusioni saline – conducibilità*.

La procedura di valutazione dello stato chimico buono si effettua verificando che per i CI (Articolo 4):

- siano rispettate le condizioni stabilite nella Tabella 2.3.2, Allegato V della Direttiva Quadro (Tabella 2)
- non siano superati i valori delle norme di qualità e dei pertinenti valori soglia in nessun punto di monitoraggio dei CI in esame;
- in caso di superamento di una norma o di una soglia in uno o più punti di un CI, siano effettuate indagini approfondite, come specificato nell'Allegato III, in grado di confermare che i superamenti non rappresentano un rischio ambientale significativo, che le condizioni di Tabella 2.3.2., Allegato V siano comunque rispettate, che per i CI destinati alla produzione di acqua potabile siano soddisfatti i requisiti dell'art. 7, par. 3 della WFD e che la capacità di detti CI a sostenere l'uso potabile non sia significativamente danneggiata dai fenomeni di contaminazione.

In riferimento al monitoraggio, l'Allegato III ne richiama in più punti l'importanza dato che l'effettuazione delle indagini a seguito di non conformità dei CI necessita dei risultati provenienti dalla caratterizzazione, dai programmi di monitoraggio, dai modelli concettuali dei CI a rischio.

Tendenze significative e monitoraggio

La Direttiva impone agli Stati membri di *individuare le tendenze* significative e durature all'aumento delle concentrazioni dei contaminanti per tutti i CI a rischio e di determinare quale sia il livello da cui partire per attuare misure atte a provocare una *inversione delle tendenze* per le sostanze dannose per gli ecosistemi acquatici o terrestri, per la salute umana, per gli usi consentiti attuali o potenziali dell'ambiente acquatico.

Le procedure per effettuare queste attività sono descritte nell'Allegato IV e rispettivamente nelle parti A e B e sono di seguito sommariamente riportate.

Anche nel caso della definizione delle tendenze si sottolinea la rilevanza dei programmi di monitoraggio, le cui frequenze e localizzazioni dei siti di campionamento devono essere tali che

- consentano di distinguere le fluttuazioni naturali delle concentrazioni con sufficiente attendibilità e precisione,
- le tendenze siano individuate in modo tempestivo per poter attuare misure in grado di prevenire cambiamenti qualitativi significativi dannosi per l'ambiente o quanto meno a ridurli per quanto sia possibile

- consentano di individuare le caratteristiche temporali, fisiche e chimiche dei CI (condizioni di flusso, tassi di ravvenamento, tempi di percolazione superficiali e subsuperficiali).

I metodi di monitoraggio e analitici devono includere i principi di controllo di qualità validi internazionalmente e, per quanto possibile, si dovrebbe ricorrere a metodi standard CEN o nazionali che forniscano dati mutualmente accettabili e comparabili. Per definire le tendenze è necessario effettuare l'analisi di serie temporali di dati relativi a singoli punti di monitoraggio tramite metodi statistici (analisi di regressione). Inoltre, le misure dei vari parametri che risultano inferiori al limite di quantificazione (LOQ) si pongono pari alla metà del LOQ più elevato delle serie temporali, ad eccezione del parametro pesticidi totali.

Riguardo ai punti di partenza per le inversioni di tendenza, essi vengono stabiliti nel momento che le concentrazioni dei contaminanti raggiungono il 75% dei valori delle 2 norme di qualità o dei valori soglia sopra descritti tenendo presenti le seguenti eccezioni:

- si rende necessario un punto di partenza più tempestivo per garantire che le misure di inversione delle tendenze siano efficaci nell'evitare o ridurre effetti dannosi della qualità dell'acqua con il minimo dei costi,
- il punto di partenza può divergere dal 75% se il limite di rilevazione del metodo non consente di definire tale percentuale,
- la velocità di aumento della tendenza e la sua reversibilità sono tali che un punto di partenza maggiore consente ancora alle misure, atte a determinare l'inversione, di evitare, con il minimo dei costi, cambiamenti dannosi della qualità dell'acqua sotterranea. Il punto di partenza maggiore non dovrebbe comportare ritardi nel raggiungimento degli obiettivi ambientali.

Anche in questo caso il ruolo del monitoraggio è fondamentale per valutare le variazioni del tenore di ciascun contaminante di rilevanza nei punti critici dei CI ed è molto importante che si tendano ad uniformare le procedure analitiche e quelle di valutazione statistica dei dati, ai fini del mutuo riconoscimento dei dati in ambito europeo.

Conclusioni

Il breve *excursus* sulle Direttive 2000/60/EC e 2006/118/EC, fondamentali strumenti di prevenzione e di risanamento dello stato quali-quantitativo delle acque, pone in evidenza la rilevanza delle attività di monitoraggio e la complessità nella loro conduzione. La realizzazione di queste attività in sistemi idrogeologici altrettanto complessi e variegati come quelli presenti nel nostro Paese e le scadenze a breve termine imposte a livello comunitario per l'implementazione delle due normative indurranno la comunità scientifica, le Strutture preposte ai controlli e le Autorità competenti a ricorrere a risorse umane, tecniche ed economiche di notevole entità e per uno svariato numero di anni. Tuttavia, la tutela del nostro ricchissimo patrimonio idrico e la salvaguardia dei fragili ecosistemi sotterranei così importanti per i nostri approvvigionamenti idropotabili meritano ogni sforzo, anche per garantire la possibilità di utilizzazione di risorse qualitativamente e quantitativamente integre alle generazioni future. Di notevole interesse sarà la sfida che si realizzerà nelle fasi di sviluppo dei valori soglia per la definizione dello stato qualitativo delle acque sotterranee e la grande responsabilità nel procedere alla soppressione della Direttiva 80/68/CE sulle sostanze pericolose, in visione della possibilità da parte degli Stati membri di definire soglie nazionali ma che siano comunque condivisibili mutualmente. Altro aspetto è rappresentato dalla norma di qualità per i nitrati, valore di per se' "elevato" se si volessero considerarne le ripercussioni potenziali sulle fasce deboli della popolazione che dovesse usufruire a lungo termine di quel tipo di acque. Una norma

più restrittiva sarebbe stata auspicabile, anche in visione del recupero delle risorse compromesse, ma probabilmente la numerosità dei corpi idrici sotterranei “outliers” nei vari Stati avrebbe potuto raggiungere quote preoccupanti. Un’ultima considerazione merita l’esiguo numero di norme di qualità definite a livello europeo rispetto al complesso e preoccupante quadro di noti contaminanti delle acque sotterranee nelle varie realtà nazionali. Riusciranno i Paesi “virtuosi” a rimanere tali?

Bibliografia

1. Europa. Commissione Europea, 2002. Direttiva Quadro sulle risorse idriche: Attingi ad essa!, Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee, Lussemburgo, 2002. ISBN 92-894-3041-9. Disponibile all’indirizzo: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/pdf/tapintoit_it.pdf; ultima consultazione 07/11/07.
2. European Environment Agency (EEA) 1999. AA. VV. *Groundwater quality and quantity in Europe*. Environmental Assessment Report N. 3. ISBN 92-9167-146-0, Copenhagen, 1999.
3. Europa. Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque (*Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee* 22/12/00 n. L 327/1).
4. Europa. Direttiva 80/68/CEE, protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento provocato da certe sostanze pericolose (*Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee* 22/12/00 n. L 327).
5. Europa. Direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento (*Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee* 27/12/06 n. L 372/19).
6. Europa. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 15, Guidance on Groundwater Monitoring. Technical Report-002-2007. ISBN 92-79-04558-X, ISSN 1725-1087. European Communities, 2007. Publication Office Publications.europa.eu.. Disponibile all’indirizzo: http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive&vm=detailed&sb=Title; ultima consultazione 07/11/07.
7. Europa. Water Framework Directive, Common Implementation Strategy, Working Group 2.7 Monitoring. Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive. Final version 23 January 2003. . Disponibile all’indirizzo: http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive&vm=detailed&sb=Title; ultima consultazione 07/11/07.
1. Europa. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Groundwater Monitoring - Technical report on groundwater monitoring as discussed at the workshop of 25th June 2004. 14 December 2004. Disponibile all’indirizzo: http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive&vm=detailed&sb=; ultima consultazione 07/11/07.
9. Europa. Decision No 2455/2001/EC of the European Parliament and of the Council of 20 November 2001 establishing a list of priority substances in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC (*Official Journal of the European Communities* 15/12/2001, L331/1).