

# l'acqua sotto terra

## Lo stato delle risorse sotterranee e di sorgente

Germano Righetti

### Introduzione

Circa un quinto di tutte le riserve idriche della Svizzera si trova negli strati del suolo sotto forma di acque sotterranee e di sorgente. Oltre l'80% dell'acqua ad uso potabile e industriale utilizzata in Svizzera proviene dal sottosuolo. L'acqua sotterranea costituisce la nostra risorsa più importante per l'approvvigionamento idrico.

La maggior riserva di acqua è contenuta nelle falde acquifere dei fondovalle dove pure si concentrano l'insediamento urbano, le attività artigianali, industriali e agricole, e le vie di traffico. Negli ultimi decenni l'inquinamento delle acque sotterranee è aumentato e allo stesso tempo sono cresciuti sensibilmente i pericoli che minacciano la naturale funzione protettiva e purificatrice esplicata dal suolo.

Per tutelare questa risorsa, già nella Legge federale contro l'inquinamento delle acque

del 1971 figurava l'obiettivo di «garantire l'approvvigionamento con acqua potabile e industriale mediante l'uso di acque sotterranee e sorgive ...» (art.2).

Le misure pianificatorie per concretizzare questo obiettivo sono state identificate dal legislatore nei settori di protezione delle acque, nelle zone di protezione attorno alle prese di acqua sotterranea, e nelle aree di protezione (riserva), aree che implicano vin-

coli e limitazioni nell'uso del territorio, definite nell'Ordinanza federale sulla protezione delle acque (OPAc) e in direttive federali.

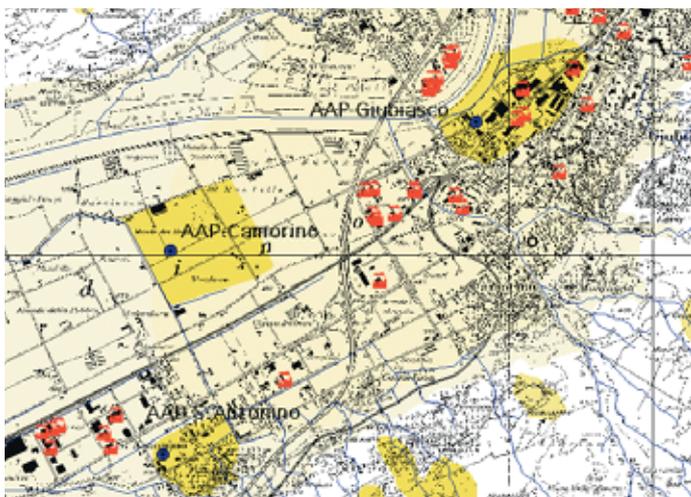
Nella nuova Legge federale sulla protezione delle acque del 1991 vengono confermati i concetti fissati in precedenza, ma limitandosi ai settori di protezione particolarmente minacciati, ossia quelli idonei per quantità d'acqua e qualità all'approvvigionamento idrico. Nella relativa Ordinanza di applicazione (OPAc) viene dedicato un intero capitolo (misure pianificatorie di protezione delle acque) e un allegato (il n. 4) alla definizione e specificazione delle misure di protezione.

Fin qui si è parlato di protezione della falda in funzione di un uso specifico, l'approvvigionamento idrico. La legge si pone comunque un obiettivo più generale di protezione delle acque sotterranee: nell'art. 6 sancisce infatti il divieto di introdurre o lasciare infiltrare nelle acque sostanze che possono inquinare. Si vuole così assicurare una qualità dell'acqua e condizioni naturali dovunque vi sia una falda acquifera. Laddove, oltre ad essere di buona qualità, le acque sotterranee presentano quantitativi rilevanti, idonei all'approvvigionamento idrico, si impone l'adozione di misure restrittive per prevenirne l'inquinamento (settori di protezione).



foto Ti-press / Francesca Agosta

### A Zone e settori di protezione delle acque sotterranee



«Oltre l'80% dell'acqua ad uso potabile e industriale utilizzata in Svizzera proviene dal sottosuolo.»

Origine	Pericolo	Misura protezione
Insediamento urbano e industriale	Infiltrazione di acque di scarico e meteoriche inquinate	Raccolta e canalizzazione delle acque  Impianti di pretrattamento delle acque industriali
	Perdite dei depositi dei liquidi nocivi (benzina, olio riscaldamento, ecc.)	Prescrizioni sul deposito ed il travaso di liquidi nocivi  Limitazioni delle attività previste dal settore Au di protezione delle acque di falda
	Smaltimento rifiuti	Obbligo di combustione per rifiuti urbani Settore Au: divieto per discariche per materiali inerti.
Agricoltura	Infiltrazione di nitrati per concimazione eccessiva	Piani di concimazione  Raccolta dei concimi aziendali in impianti di stoccaggio
	Uso di sostanze per la protezione delle piante (diserbanti e pesticidi)	Limitazioni all'uso di sostanze inquinanti previste dal settore Au di protezione delle acque di falda  Divieto di vendita di prodotti nocivi per le acque (OSost)
Scavi e costruzioni in falda	Interruzione del deflusso	Limitazioni previste dal settore Au di protezione delle acque di falda
	Rottura dello strato di suolo superficiale protettivo	
Traffico e trasporti	Incidenti con trasporto di sostanze pericolose	Legge sul trasporto delle merci pericolose
	Deposizione e infiltrazione delle emissioni del traffico	Raccolta e asportazione delle acque meteoriche delle strade e gallerie  Conservazione dello strato superficiale del suolo

## Misure di protezione e criteri di qualità

La cartina A mostra un esempio di applicazione della delimitazione in settori e zone di protezione sul territorio ticinese (Piano di Magadino).

In giallo chiaro il settore Au di protezione delle acque sotterranee, in giallo scuro la zona S3 di protezione di una captazione di acqua potabile, in blu la stazione di pompaggio dal sottosuolo che si trova nel settore ristretto S1, protetto da una recinzione. L'abbreviazione AAP sta per «azienda acqua potabile». In rosso sono contrassegnate le aziende artigianali e industriali che hanno acque di scarico. La cartina evidenzia il conflitto tra uso del territorio e necessità di pro-

tezione della falda.

Le sostanze che possono inquinare le acque sono molteplici e quindi i limiti di concentrazione stabiliti nell'OPAc e nell'OSoE si riferiscono spesso a categorie di sostanze raggruppate secondo criteri vari (composizione chimica, impiego, caratteristiche chimico-fisiche, origine), in particolare per quanto riguarda i composti organici (tutte le sostanze contenenti almeno carbonio e idrogeno).

Tra le categorie più note di composti chimici con effetti pregiudizievoli per le acque e per la salute si ricordano i PCB (policlorobifenili, ca. 50 sostanze simili), i pesticidi (antiparassitari), i PAH (idrocarburi policiclici aromatici, nei gas di scarico del traffico motorizzato).

La figura C illustra alcuni dei limiti tratti

dalle due ordinanze citate.

L'OSoE distingue inoltre tra un «limite di tolleranza» e un «limite di emergenza». Il superamento del secondo limite impone una sospensione immediata dell'erogazione dell'acqua potabile.

## Protezione e pericoli per la falda

Il serbatoio delle acque sotterranee è costituito dal materiale sciolto di origine alluvionale che copre il fondovalle. Esso dipende non solo dalle dimensioni della valle ma anche dallo spessore dello strato alluvionale che ricopre il fondo roccioso e dalla sua permeabilità.

La cartina D mostra l'ubicazione delle falde sulle quali sono stati delimitati settori di protezione Au, ossia che si prestano all'approvvigionamento idrico. Come emerge dalla cartina le falde pregiate (in giallo) sono ubicate dove si trovano le vie di comunicazione, l'insediamento urbano, le aree artigianali e industriali ed i terreni agricoli, ossia dove sono concentrate le fonti di inquinamento. Sono quindi numerosi e di varia natura i pericoli che incombono sulle falde freatiche, in particolare lungo l'asse nord-sud del Cantone.

La figura B illustra schematicamente le relazioni tra pericoli per la falda e misure di protezione. Come si può notare tutte le falde utili del Cantone con l'eccezione della Vallemaggia sono soggette a molti fattori di pericolo e non sempre le misure di protezione necessarie possono essere conciliate con l'utilizzo del territorio.

Vi sono comunque fattori naturali che rendono la falda meno vulnerabile ai pericoli citati.

La falda acquifera dispone per esempio di una protezione naturale costituita dallo strato umico superficiale che funziona come un filtro, trattenendo molte sostanze che potrebbero inquinare le acque sotterranee. Questa protezione è tanto più efficace quan-

## C Limiti di qualità secondo OPac e limiti di potabilità secondo OsoE

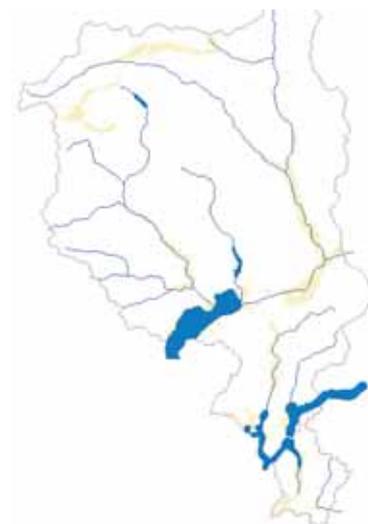
	OPac esigenze suppl. per acque sotterranee	OsoE valori di tolleranza	valori limite
Carbonio org. disciolto (DOC)	2 mgC/l		
Ammonio (somma NH <sub>4</sub> -n e NH <sub>3</sub> -N)"	condizioni ossidanti: 0,08 mgN/l condizioni non ossidanti: 0,4mgN/l	condizioni ossidanti: 0,08 mgN/l condizioni non ossidanti: 0,4mgN/l	
Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	5,6 mgN/l	9 mgN/l	
Nitrito (NO <sub>2</sub> -N)		0,02 mgN/l	
Solfato	40 mgSO <sub>4</sub> /l		
Cloruro	40 mgCl/l		
Fosfati (PO <sub>4</sub> -P)		0,3mgP/l	
Fluoruri		1,5 mgF/l	
Arsenico			0,05 mg/l
Cadmio			0,005 mg/l
CromoVI			0,02 mg/l
Piombo			0,01 mg/l
Mercurio			0,001 mg/l
Rame		1,5 mg/l	
Idrocarburi aromatici monociclici	0,001 mg/l per singola sostanza	0,001 mg/l	
Idrocarburi poco solubili		0,02 mg/l	
Benzolo	0,001 mg/l	0,001 mg/l	
Idrocarburi aromatici policiclici (PAH)	0,0001 mg/l per singola sostanza	0,0002 mg/l somma di 6 PAH	
Idrocarburi alogenati volatili	0,001 mg/l per singola sostanza	0,008 mg/l somma cloro (85%)	
111-Tricloroetano	0,001 mg/l		2 mg/l
Tricloroetilene	0,001 mg/l		0,07 mg/l
Tetracloroetilene	0,001 mg/l		0,04 mg/l
Triclorometano	0,001 mg/l		0,04 mg/l
Tetraclorometano	0,001 mg/l		0,002 mg/l
Composti organici alogenati adsorbibili (AOX)	0,01 mgX/l		
Pesticidi e sostanze analoghe	0,0001 mg/l per singola sostanza	0,0001 mg/l per singola sostanza 0,0005 mg/l come somma	

to più il tenore di materia organica è elevato. Il grafico E mostra l'efficacia di depurazione in funzione della tipologia di suolo superficiale.

La capacità di assorbire i composti organici indicati nella figura aumenta verso destra proporzionalmente all'aumento della per-

centuale di carbonio organico (ascissa: da -4 verso 0) contenuta nel suolo. Sull'ordinata è riportato il rapporto tra frazione assorbita e frazione disciolta in acqua. Quanto più grande è la frazione assorbita tanto più piccola sarà la frazione che raggiungerà l'acquifero.

## D Ubicazione delle falde pregiate



Ad esempio un suolo che contiene 10% di sostanza organica assorbe 10 volte più toluolo di un suolo che ne contiene solo l'1%.

Gli altri fattori naturali di protezione sono costituiti dalla potenza dell'acquifero, ossia il quantitativo di acqua di falda in grado di diluire eventuali inquinanti, e, in qualche caso, da strati superiori impermeabili (argilla, limo).

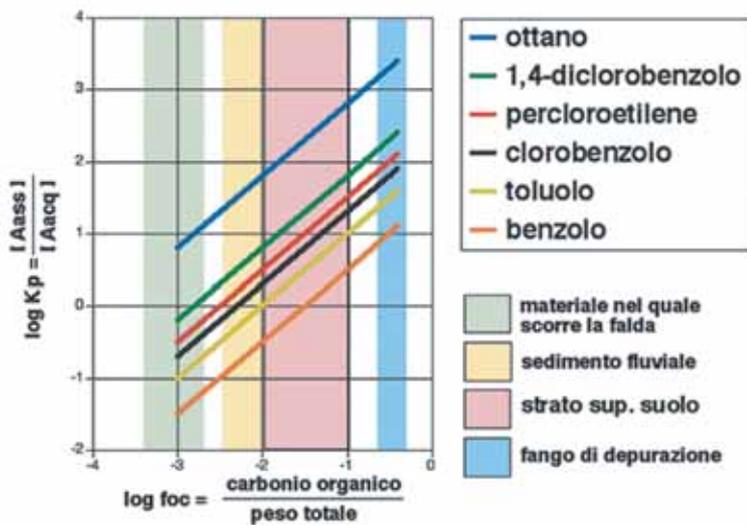
## Composizione e qualità dell'acqua di falda

Gli strati di materiale alluvionale attraverso i quali scorre l'acqua di falda rilasciano componenti saline che vanno a costituire lo spettro ionico dell'acqua. Esso dipende dalla natura delle rocce che hanno dato origine al materiale alluvionale. Acque che scorrono in regioni con prevalenza di rocce calcaree saranno ricche di calcio e magnesio, mentre quelle che provengono dal massiccio granitico che costituisce le Alpi saranno povere di minerali. Il contenuto di minerali di origine naturale viene chiamato durezza di un'acqua. Acque con media-alta durezza si riscontrano in Ticino al disotto della diga di Melide.

Il grafico F mostra la composizione naturale di alcune acque sotterranee del nostro Cantone.

Le acque nel Mendrisiotto e a Chiasso hanno un contenuto salino molto più importante di quelle del Sopraceneri dovuto al fatto che i calcari solubilizzano facilmente ioni

## E Protezione naturale del suolo



di calcio, magnesio e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ).

Il contenuto ionico naturale rappresenta la frazione di sostanze disciolte quantitativamente più importante.

La frazione di sostanze saline e organiche (macroinquinanti) che provengono dall'agricoltura e dall'insediamento urbano è di un fattore 10 più bassa di quella degli ioni naturali, e quella dei microinquinanti di un fattore 1.000. Il gruppo dei microinquinanti com-

prende in particolare sostanze sintetiche che si trovano nei prodotti agricoli (erbicidi, insetticidi), nei medicinali (antibiotici, ormoni), nei cosmetici (idrocarburi aromatici), ecc.

Queste sostanze hanno la proprietà di produrre effetti tossici od ormonali nell'uomo e negli altri organismi viventi già in quantitativi di milionesimi di grammo.

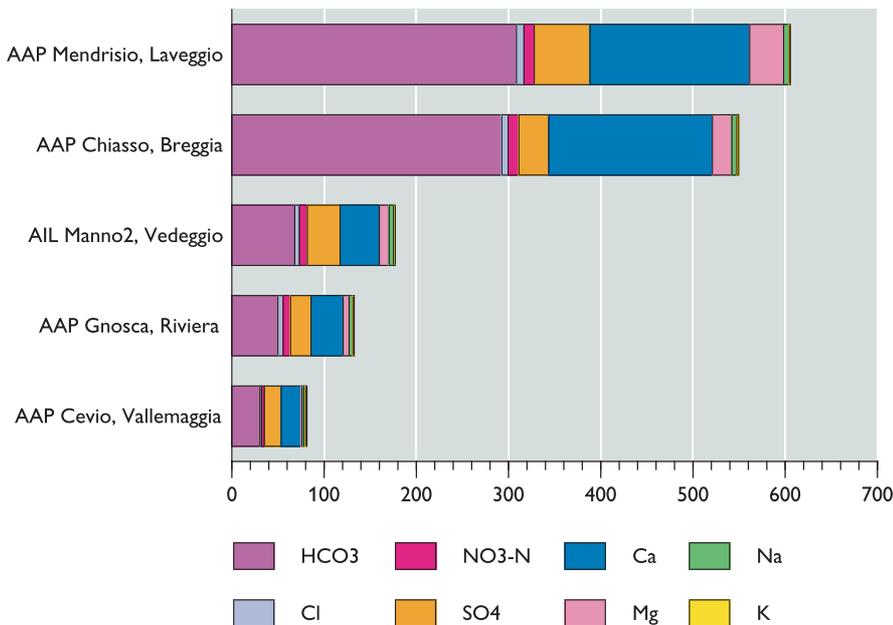
## Qualità dell'acqua di falda in Ticino

Nonostante i pericoli menzionati le campagne di analisi delle acque sotterranee del Cantone Ticino mostrano un quadro sostanzialmente positivo. La qualità dell'acqua è compromessa solo localmente, in prossimità di zone agricole, di vecchie discariche di rifiuti, di siti contaminati a causa di incidenti del traffico o per immissioni industriali. Gli inquinanti più rilevanti sono da attribuire alla categoria dei microinquinanti lungo le vie di traffico, in presenza di insediamenti artigianali e industriali e dove sono stati depositati rifiuti nei tempi passati.

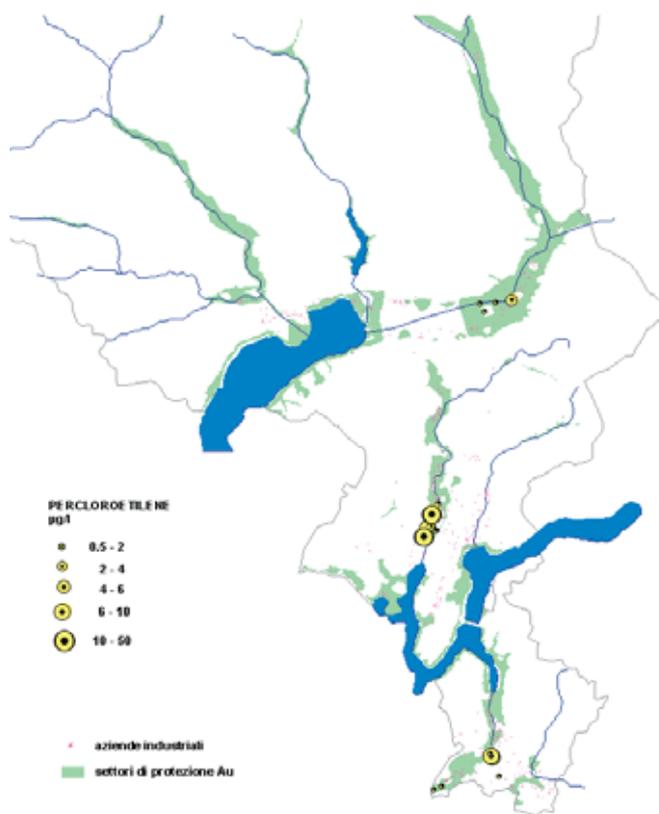
La cartina G mostra i luoghi dove sono stati riscontrati tenori anormali di **tetracloroetilene**, un solvente utilizzato in quantitativi elevati nelle lavanderie chimiche e nell'industria come sgrassante per i metalli. La cartina mostra che l'inquinamento è limitato ad aree ristrette. Purtroppo si tratta di aree nel settore di protezione delle acque Au e in qualche caso, come nella valle del Vedeggio (v. cartina H), interessano la zona S3 di captazione (area gialla attorno al pozzo AIL di Manno).

I cerchi nella cartina H contengono settori proporzionali alle concentrazioni; in rosso il valore limite OPAC di  $1 \mu\text{g/l}$ , in viola chiaro la concentrazione mediana misurata e in viola scuro la frazione da aggiungere per ottenere il 75° percentile. Il cerchio tutto colorato di viola corrisponde al 75° percentile più elevato della serie ( $24.4 \mu\text{g/l}$ ), da associare al punto di misura sulla sponda destra del Vedeggio, all'altezza del pozzo di captazione «Manno 2» delle AIL (Aziende Industriali di Lugano). Sulla sponda sinistra del Vedeggio i cerchi sono bianchi con un piccolo settore rosso che corrisponde al limite OPAC; in tutti questi cerchi il valore misurato risulta molto inferiore al valore limite OPAC. L'inquinamento da tetracloroetilene si è propagato in sponda destra decrescendo verso il lago. Il fiume Vedeggio ha rappresentato fortunatamente una barriera sufficiente a frenare la diffusione trasversale dell'inquinamento.

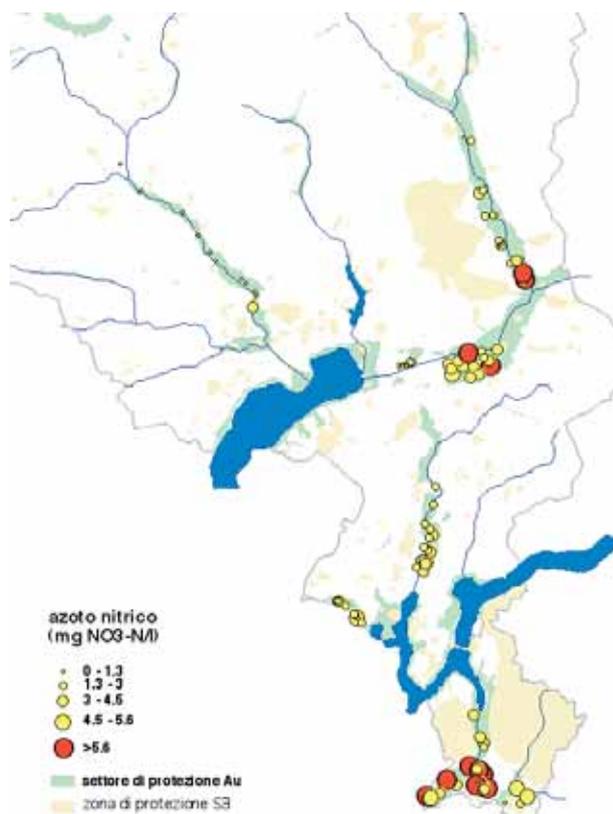
## F Composizione naturale delle acque sotterranee in Ticino



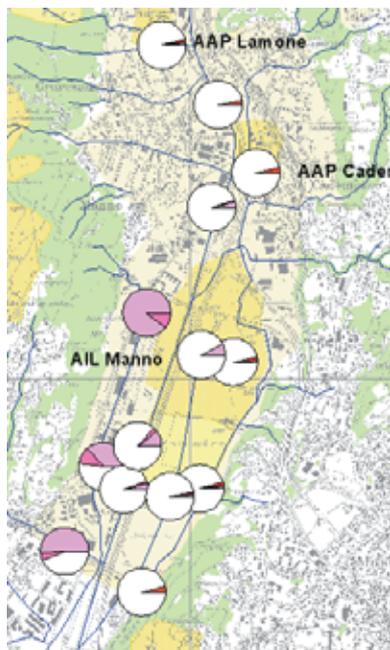
## G Inquinamenti da tetracloroetilene in Ticino



## I Influsso dell'agricoltura: nitrato nelle acque sotterranee



## H Tetracloroetilene e acqua potabile: il caso del Vedeggio



Molte captazioni di acqua potabile sotterranea si trovano in zone a sfruttamento agricolo e sono così esposte ai pericoli derivanti dalla concimazione eccessiva e dall'uso di prodotti per la protezione delle piante. In Svizzera un problema effettivo è costituito dalla presenza di **nitrato**, uno ione fertilizzante molto solubile che raggiunge quindi facilmente le acque della falda. La cartina I mostra la situazione in Ticino. È rappresentato il 75° percentile della serie di misure effettuate a partire dagli anni '90. Il nitrato in Ticino supera il limite OPac di 5,6 mg/l solo in aree limitate del fondovalle, in particolare nel Mendrisiotto e sul piano di Magadino, zone ad intensa attività agricola. Solamente per 4 acquedotti le concentrazioni misurate si avvicinano al limite previsto dall'OsoE. Particolarmente ridotta risulta la concentrazione di nitrati in Vallemaggia.

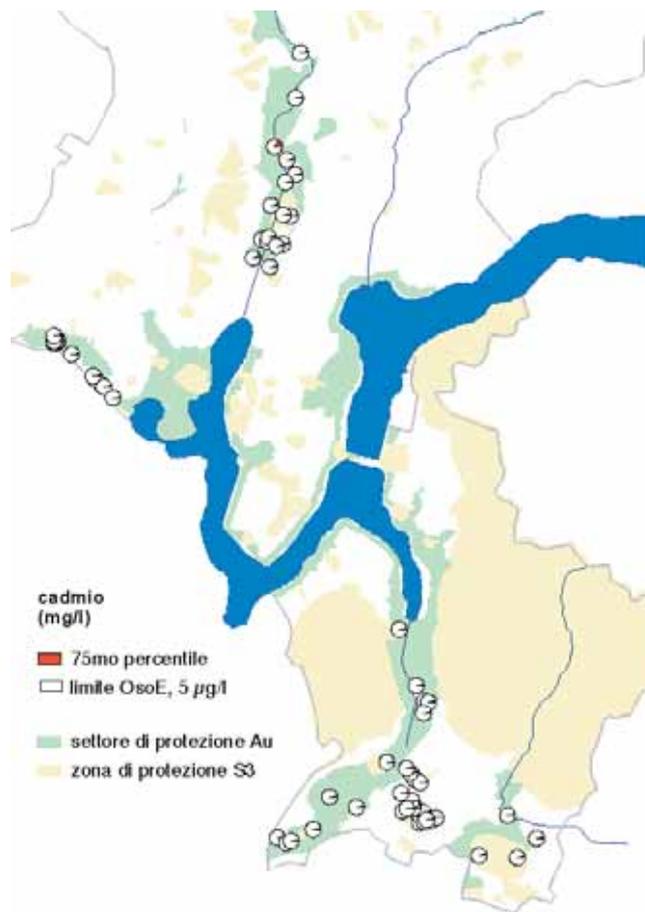
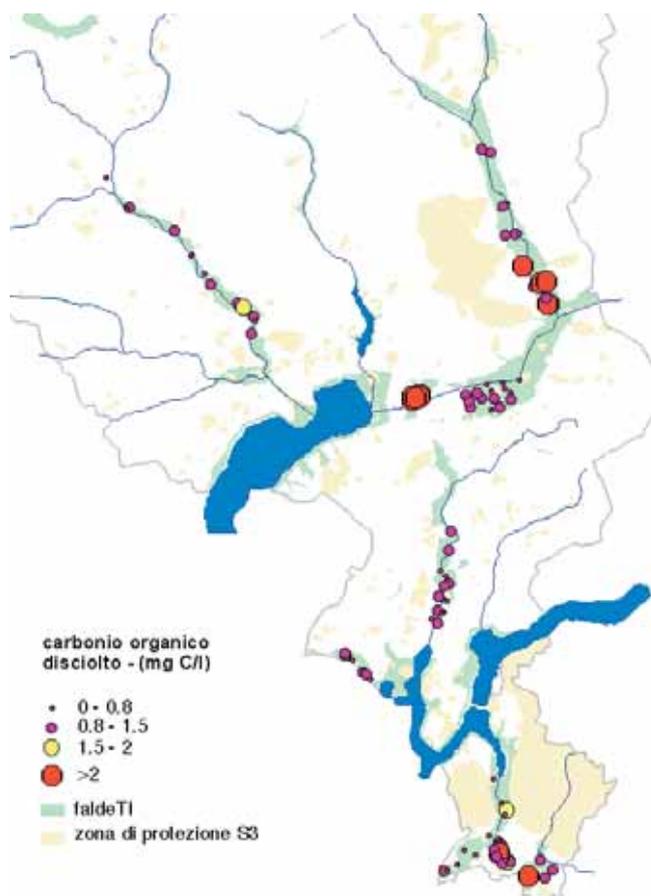
La cartina L mostra la situazione in Ticino relativa alla distribuzione del **carbonio organico disciolto**, parametro indicatore della

presenza di acque di origine domestica o provenienti dall'allevamento del bestiame (conci mi aziendali), che possono raggiungere la falda tramite pozzi perdenti, abitazioni non raccordate ad un impianto di depurazione, ecc.

Il limite qualitativo per le acque sotterranee stabilito dall'OPac è di 2 mg/l. Il quadro che presenta l'immagine è molto positivo dato che in pochi punti di osservazione il limite viene superato, in particolare in vicinanza di vecchie discariche dei rifiuti urbani (Pizzante, Piano di Magadino e Casate, Novazzano). Nella bassa Val Riviera i punti rossi sono invece ubicati in aree agricole.

Le reti delle canalizzazione consortili e comunali hanno permesso di raccogliere e convogliare le acque reflue domestiche presso gli impianti centrali di depurazione, preservando le acque sotterranee da infiltrazioni (pozzi perdenti) che ne avrebbero compromesso la qualità e i possibili utilizzi. L'efficacia degli onerosi interventi di depurazione realizzati a partire dagli anni '70 emerge con-

«Molte captazioni di acqua potabile sotterranea si trovano in zone a sfruttamento agricolo.»



frontando i punti della Valle del Vedeggio con quelli della Vallemaggia, che anche in questo caso funge da riferimento.

Il carbonio organico disciolto costituisce forse il parametro più importante di giudizio della qualità di una falda in quanto, in veste di indicatore della presenza di acque di scarico domestiche, rappresenta una serie di sostanze particolarmente tossiche per le acque già in concentrazioni molto piccole (microinquinanti organici) che provengono dalle economie domestiche. L'identificazione di queste sostanze può essere eseguita solo con metodologie molto complesse e costose, per cui risulta problematico raccogliere una serie di dati di dettaglio sul territorio.

Tra gli ulteriori inquinanti significativi figurano i **metalli** e gli **idrocarburi**. In Ticino, grazie alle misure prese sulle industrie e per i depositi di liquidi nocivi alle acque, gli inqui-

nanti citati sono abbondantemente inferiori ai relativi limiti di legge. La cartina M mostra la situazione nella zona più industrializzata del Cantone relativamente al cadmio, un metallo molto solubile e particolarmente tossico. Il settore rosso all'interno dei cerchi completo corrisponde al limite OSoE di 5 µg/l. Come si può notare in tutti i punti la concentrazione di cadmio risulta molto inferiore al limite di legge.

La serie di controlli regolari sulle falde del Cantone ha avuto inizio nel 1993 e continua tuttora. A questo progetto collaborano il Laboratorio Cantonale di Igiene, che esegue i prelievi e le analisi, l'Istituto di Scienze della Terra (SUPSI) e la SPAAS. La SPAAS esegue controlli regolari della falda nei dintorni delle discariche per rifiuti urbani e rifiuti inerti.

La Confederazione ha dato avvio ad un

progetto di monitoraggio della falda che interessa 500 punti in tutta la Svizzera, di cui 24 in Ticino, con l'obiettivo di sorvegliare l'evoluzione del tenore di una lista di sostanze riconosciute a livello internazionale come prioritarie per l'ambiente.

I dati raccolti finora indicano una tendenza evolutiva stazionaria, ossia un equilibrio tra l'impatto dovuto alle fonti inquinanti e le concentrazioni prodotte nelle acque sotterranee. ■