

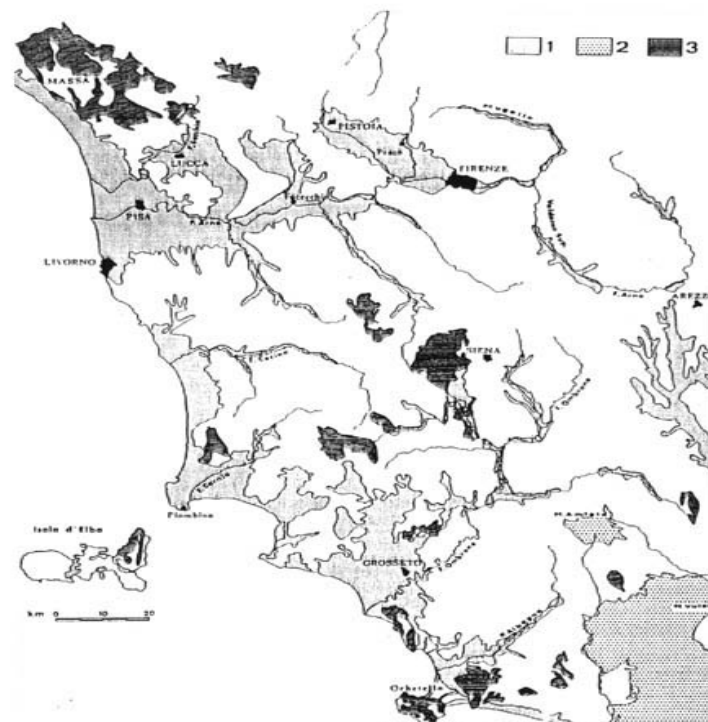
SISTEMA ACQUE

LO STATO DELLE FALDE: IL QUADRO DI SINTESI

Le acque sotterranee costituiscono la principale fonte di alimentazione idropotabile in gran parte del territorio nazionale: stime fornite a livello nazionale (Ministero dell'Ambiente, 1992; Campanelli, 1997) indicano in circa il 90% l'acqua utilizzata ad uso alimentare proveniente da sorgenti e falde, mentre solo il 10% deriva da acque superficiali (di fiume o preferibilmente di lago). Le falde, sulla base delle previsioni programmatiche condotte dal Ministero dell'Ambiente, continueranno a svolgere un ruolo strategico anche nel prossimo futuro (Ministero dell'Ambiente, 1997). La distribuzione ed il flusso dell'acqua nel sottosuolo, pur se essenziali per lo sviluppo economico e sociale di numerose comunità (come vedremo più avanti anche in ambito regionale), risultano però di difficile identificazione e comprensione, in quanto legati ad una realtà naturale non direttamente osservabile.

Nelle ambientazioni fisiografiche di pianura e di pedemonte, questo stato di fatto ha consentito l'instaurarsi della pratica dell'attingimento indiscriminato dalle ricche risorse idriche del sottosuolo, direttamente soggiacenti o limitrofe, da parte di insediamenti abitativi, industriali e agro-zootecnici, determinando un forte deficit quantitativo delle risorse stesse.

Contestualmente, la elevata vulnerabilità caratteristica di queste zone, ha esposto le falde alla contaminazione generalizzata da parte delle attività umane dovuta a rilasci, sul suolo o direttamente in falda, di sostanze nocive e agli scarichi e rifiuti dell'attività agro-zootecnica. Ne è derivato un impatto pesantissimo in termini di qualità e disponibilità della risorsa, il quale ha determinato talora la soppressione o la riduzione dell'attingimento di acque dalle falde e la necessità di reperire risorse integrative o sostitutive. Risulta pertanto di rilevante interesse, anche ai fini della pianificazione di ampia area e al coordinamento degli interventi strutturali, avere a disposizione quadri sinottici conoscitivi che caratterizzino le risorse idriche non solo in termini di disponibilità della risorsa, ma anche sotto il profilo della qualità dell'acqua naturale o comunque di base. Questo aspetto è di fondamentale importanza per la individuazione delle condizioni vocazionali d'uso delle acque disponibili. Gli obiettivi perseguiti non sono quindi riconducibili esclusivamente al solo quadro conoscitivo (descrizione della vulnerabilità e dello stato di degrado delle falde in Toscana), ma anche agli aspetti metodologici, questi ultimi finalizzati alla organizzazione dei dati e delle informazioni concernenti le falde idriche al fine di ottimizzarne la gestione.



1: Depositi alluvionali. 2: Vulcaniti. 3: Rocce carbonatiche.

Il quadro sullo stato degli acquiferi è presentato sotto forma di approccio generale, fornendo una descrizione complessiva del livello di vulnerabilità e inquinamento delle acque sotterranee, divisa per tipologia di acquifero (acquiferi formati su ghiaie e sabbie, acquiferi impostati sulle vulcaniti, acquiferi carbonatici). Per gli acquiferi più

studiati e conosciuti, le principali caratteristiche idrogeologiche, la qualità delle acque e le problematiche connesse al loro utilizzo.

Gli acquiferi impostati sui depositi alluvionali

Gli acquiferi formati da ghiaie e sabbie presenti nel sottosuolo delle pianure alluvionali, hanno le falde più importanti e produttive (Pianura di Lucca, Medio Valdarno, Val di Chiana). Quasi ovunque queste falde sono ampiamente sfruttate, sia per la loro accessibilità che per la buona produttività dei pozzi. In alcuni casi gli eccessivi prelievi hanno condotto a situazioni di pericolosa riduzione delle riserve.

Le maggiori preoccupazioni vengono dall'inquinamento, che interessa ormai molte falde freatiche. L'inquinamento delle acque sotterranee riduce di fatto la disponibilità di acqua ad uso potabile e, comunque, ne fa aumentare notevolmente il costo di potabilizzazione. Si deve inoltre tenere di conto del fatto che i tempi di recupero perché una falda riacquisti la qualità primitiva, sono valutati in anni se non decenni, anche dopo che la fonte inquinante è stata rimossa.

Le acque sotterranee delle pianure alluvionali sono quelle più esposte al rischio di inquinamento per due motivi:

la vulnerabilità intrinseca generalmente elevata, conseguente alla scarsa profondità e alla elevata permeabilità dei terreni di copertura; in molte zone del Valdarno Superiore (piana di Figline - San Giovanni Valdarno - Montevarchi) e del Valdarno Medio (piana di Firenze - Prato - Pistoia) il tempo necessario ad un inquinante a raggiungere la falda, dalla superficie topografica, è compreso tra un giorno e una settimana;

la loro posizione sotto le zone urbane e industriali dove è concentrata la produzione di scarichi inquinanti, non sempre smaltiti correttamente.

Gli inquinamenti più diffusi sono quelli dovuti alla presenza di:

sostanze azotate (ammoniaca, nitriti e nitrati), provenienti dagli scarichi civili e dalle attività agro-zootecniche;

solventi organici (trielina, cloroformio, percloroetilene, etc.), provenienti dalle attività industriali e artigianali, in particolare quelle in cui si opera la pulitura dei metalli e dei tessuti;

metalli pesanti (cromo, cadmio, piombo, zinco, etc.), anch'essi provenienti dalle attività industriali e artigianali, quali le zincografie, le industrie galvaniche e le ceramiche.

Nel Valdarno Superiore e nel Valdarno Medio la fonte principale delle sostanze azotate sono gli scarichi civili. La presenza di nitrati ha costretto numerosi comuni a richiedere deroghe alle concentrazioni massime ammissibili (C.M.A.) in molte provincie toscane, mentre il Comune di Firenze ha dovuto abbandonare diversi pozzi che prima rifornivano l'acquedotto.

Gli inquinamenti da metalli pesanti sono arealmente più circoscritti, ma interessano varie pianure (Valdarno Medio, Valdarno Superiore, pianura di Lucca).

Dato che le analisi chimiche vengono eseguite di routine solo sulle acque dei pozzi degli acquedotti, i casi di inquinamento accertati sono certamente una parte, e probabilmente la meno consistente, di quelli effettivi nel territorio. Resta anche il grave dubbio sulla presenza di altre categorie di inquinanti, raramente ricercati: è il caso dei diserbanti e dei pesticidi, utilizzati ampiamente nelle aree florovivaistiche del pistoiese e della versilia, dove l'ARPAT provvede al monitoraggio di oltre cento principi attivi.

La Val di Nievole

Caratterizzazione dei sistemi acquiferi

La pianura che comprende Montecatini e Pescia si unisce alla valle principale dell'Arno attraverso il Padule di Fucecchio, ed è percorsa dai corsi d'acqua della Nievole e delle Pescie (Pescia di Collodi e Pescia di Pescia). Il sottosuolo della pianura, al di sopra di un substrato roccioso profondo e di un rivestimento neogenico a permeabilità medio-bassa, è costituito nella zona nord-occidentale da un orizzonte di ghiaie molto permeabili, deposte dai conoidi dei torrenti Pescia di Pescia, Pescia di Collodi e Nievole, provenienti dalle aree montane prospicienti la pianura (Pizzorne, Montagna Pistoiese, Monte Albano). Tali conoidi verso sud non superano all'incirca la linea dell'autostrada Firenze - Mare.

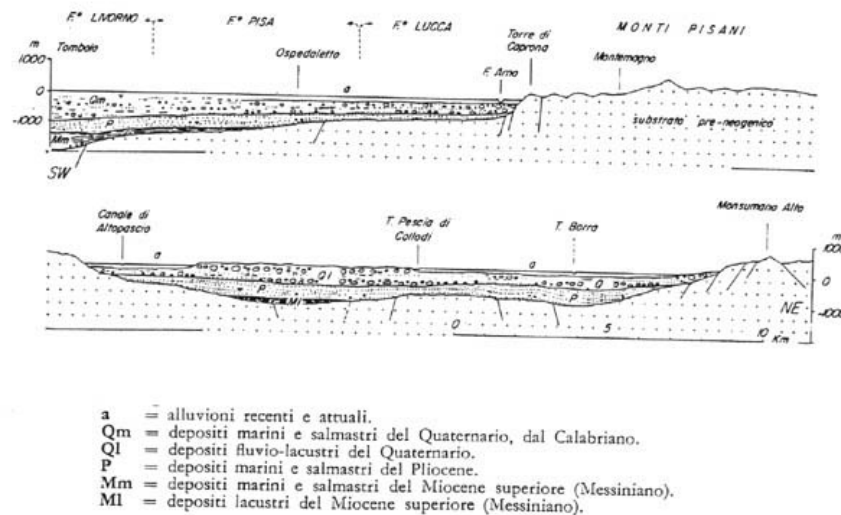
La superficie freatica si trova in genere a pochi metri di profondità, ed affiora in corrispondenza del Padule di Fucecchio; questo specchio d'acqua si allarga e restringe proprio come conseguenza delle variazioni di livello della falda.

Un tentativo di bilancio idrogeologico dell'area sottesa dal Canale Usciana (486 km²), emissario del bacino della Val di Nievole, indica un deflusso sotterraneo di circa 112 Mm³/anno (Autorità di Bacino del F.Arno, 1997).

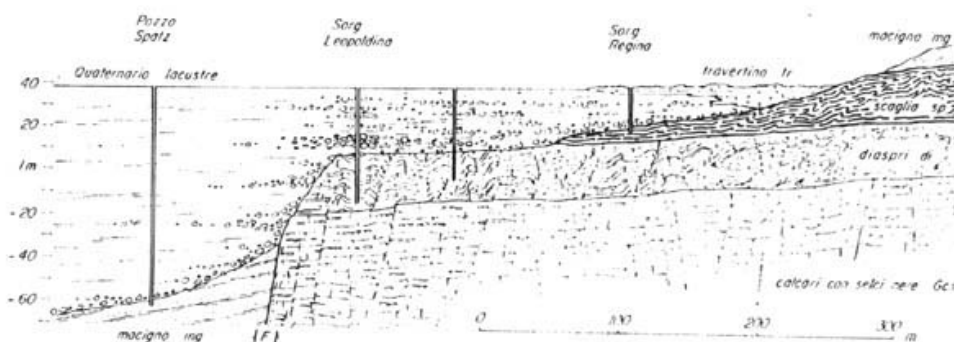
E' da notare tuttavia che, in corrispondenza di Montecatini Terme e di Monsummano, si hanno apporti di acque termali, di risalita profonda e provenienti da sistemi idrogeologici contigui, che vanno ad incrementare la portata delle acque sotterranee. Tale deflusso dovrebbe essere pertanto superiore. Infatti nel campo idrotermale di Montecatini e Monsummano le acque termali risalgono lungo il sistema di faglie ad orientamento NNO-SSE, che borda la pianura alluvionale ed utilizzano per la loro venuta in superficie un tipico meccanismo di termoartesianesimo.

Nel caso di Montecatini Terme esistono più sorgenti a diverso contenuto salino, dal massimo di 20 g/l della sorgente Leopoldina al minimo della sorgente Rinfresco, a causa della diluizione di una unica "acqua madre" da parte delle acque di una falda superficiale. La composizione chimica del residuo salino, a differenza del contenuto salino, è invece notevolmente costante e risente molto poco della variazione di portata delle sorgenti

Sezione geologica dell'acquifero della Val di Nievole



Sezione SO-NE attraverso il campo idrotermale di Montecatini Terme



Le acque termominerali di Monsummano Terme vengono alla luce in due sorgenti: Giusti e Parlanti. Le rispettive composizioni chimiche e caratteristiche fisiche presentano notevoli analogie fino alla sostanziale identità; al contrario delle acque di Montecatini inoltre, le acque termominerali di origine profonda di Monsummano subiscono una scarsa

diluizione, soprattutto perché non hanno mescolamenti con le acque di falde superficiali. Il residuo secco delle due acque oscilla tra 1,8 e 1,95 g/l, notevolmente inferiore quindi a quello di Montecatini.

Per entrambi i campi termali esiste infine il problema delle loro zone di alimentazione: i piccoli nuclei calcarei permeabili di Montecatini e Monsummano e quello vicino di Marliana sono infatti sicuramente insufficienti a giustificare la portata delle sorgenti, il loro contenuto salino e il loro termalismo. E' stata quindi ipotizzata un'alimentazione distale situata nel nucleo mesozoico della Val di Lima, che sarebbe agevolata, oltretutto da condizioni altimetriche, anche da una connessione strutturale per mezzo della direzione NO-SE, lungo cui si sviluppano gli assi tettonici regionali.

Caratteri chimico-fisici della risorsa

Gli acquiferi a servizio della rete acquedottistica di Montecatini Terme (falde di S.Alluccio e Panzana) hanno caratteristiche bicarbonato-calciche, leggermente aggressive; la falda di Panzana, inoltre, contiene una notevole concentrazione di manganese. Durante i periodi caldi e siccitosi le acque provenienti dagli acquiferi tendono a possedere una maggiore carica salina generale, in ordine all'impoverimento delle falde più o meno direttamente alimentate dalle acque meteoriche. Fanno eccezione i nitrati i quali invece diminuiscono nel periodo estivo e autunnale, evidentemente in quanto proprio sui composti azotati hanno decisiva influenza i processi biologici tipici della stagione più calda.

Adottando la classificazione introdotta dal C.N.R.-G.N.D.C.I. si evidenzia, per le due falde che alimentano l'acquedotto di Montecatini Terme (sulla base della composizione chimica media), l'appartenenza alla classe A1A2, per l'acquifero di S.Alluccio e l'appartenenza alla classe A1C2, per l'acquifero di Panzana, stante le alte concentrazioni di manganese.

Sono state inoltre eseguite analisi di metalli pesanti (piombo, rame, zinco e cadmio) sulle acque di distribuzione all'utenza domestica di Montecatini Terme (*Cellini Legittimo, Pantani & Silvestri 1995*). Mentre il cadmio è risultato quasi costantemente assente, gli altri metalli sono stati sempre rilevati. Su campioni prelevati su scorrimento di acqua le concentrazioni sono risultate dell'ordine dei 100-200 µg/l per Zn e dei 10-20 mg/l per Cu e Pb, ben al di sotto delle concentrazioni massime ammissibili dalla normativa italiana, pur con sporadiche eccezioni dovute a vecchie tubazioni in piombo. Sui campioni prelevati dopo varie ore di ristagno, le concentrazioni sono risultate dell'ordine delle dieci volte superiori per Zn e Cu, comunque anche in tal caso sotto i livelli previsti dalla normativa.

Nel periodo 1989-90 sono state condotte indagini sulla presenza di diserbanti triazinici sulle acque profonde della Val di Nievole (*Coppi & Mochi 1990*). I risultati ottenuti mostravano chiaramente che parte delle falde idriche presentavano contaminazione dovuta ad alcuni diserbanti selettivi del mais quali atrazina, simazina e loro metaboliti; le concentrazioni riscontrate risultano sufficientemente tranquillizzanti per quanto riguarda il rischio per la salute derivante dall'uso di acque potabili.

Il bilancio idrico della risorsa

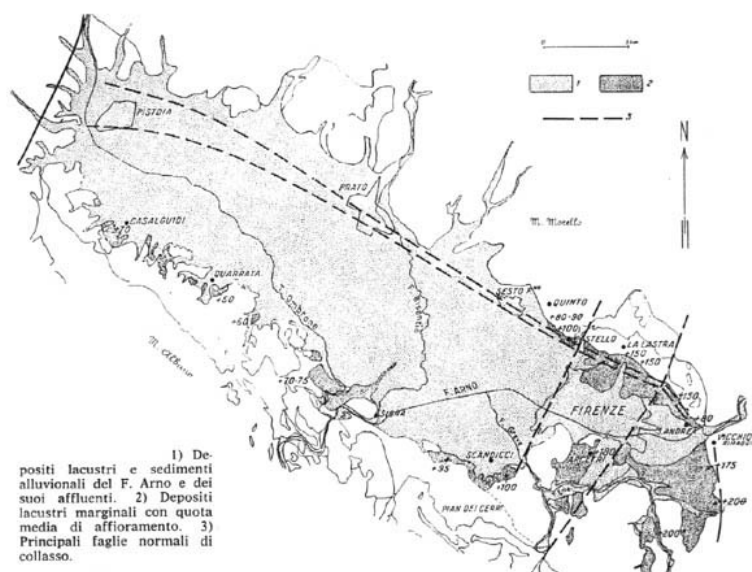
Secondo stime elaborate da alcuni Autori (*Pranzini & G.T.I. Pistoia, 1996 - in Autorità di Bacino del F.Arno, 1997*) i prelievi dal sottosuolo della pianura ammontano a circa 8,4 Mm³/anno, di cui la metà ad usi irrigui, mentre l'infiltrazione è stata calcolata in circa 35 Mm³/anno. Pur nella incertezza del calcolo dell'infiltrazione, risulta tuttavia che in Val di Nievole la ricarica della falda è molto superiore ai prelievi.

Piana di Firenze - Prato - Pistoia (Medio Valdarno)

Caratterizzazione dei sistemi acquiferi

La pianura in cui si trovano Firenze, Prato e Pistoia (342 km²) rappresenta l'evoluzione di un bacino fluvio-lacustre formatosi nel Pliocene Superiore e tuttora attivo tettonicamente. La depressione è stata riempita, man mano che si approfondiva, da sedimenti che raggiungono lo spessore massimo di 600 m nell'area di Campi Bisenzio. Il fondo del bacino appare asimmetrico, con le maggiori profondità presso il margine nord-orientale.

Carta geologica schematica dei sedimenti lacustri e fluviali affioranti nel bacino Firenze-Prato-Pistoia



I numerosi dati di sottosuolo disponibili nelle diverse aree della pianura hanno consentito una buona ricostruzione dell'evoluzione sedimentaria. Nella prima fase, in cui prevalse nettamente l'ambiente lacustre, sono riconoscibili tre delta-conoidi: uno in corrispondenza di Pistoia (dovuto all'Ombrone), uno a Prato (il maggiore, formato dal Bisenzio) ed il terzo a Firenze (dovuto non al F. Arno ma ad un corso d'acqua proveniente dal Chianti, chiamato paleo-Ema). In queste tre zone troviamo infatti una buona frequenza di ciottolami e ghiaie, più raramente sabbie, intercalate ai limi ed alle argille lacustri. Nel resto del bacino i materiali fini prevalgono nettamente.

In una fase avanzata del riempimento sedimentario della depressione, la parte meridionale del bacino venne sollevata rispetto alla parte restante: l'Arno, che nel frattempo era divenuto il principale corso d'acqua dell'area, scavò una valle nei sedimenti lacustri e con i materiali erosi formò un conoide fra Firenze ovest e Campi Bisenzio.

Nel Pleistocene Superiore l'apporto sedimentario, assai consistente nelle fasi glaciali, prevalse sulla subsidenza ed i corsi d'acqua distribuirono sedimenti in tutto il bacino, trasformandolo da lago in pianura alluvionale. Solo nelle aree più lontane dal percorso dei principali corsi d'acqua rimasero ampi specchi lacustri, la cui bonifica fu iniziata dagli Etruschi, proseguita dai Romani e dal Granducato di Toscana, ed è ancora in atto da parte dei consorzi di bonifica.

I depositi alluvionali recenti sono più grossolani in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua nella pianura. In particolare lungo il bordo nord-orientale del bacino, dove appunto giungono i torrenti che scendono dalla dorsale appenninica; dalla dorsale del Monte Albano scendono infatti torrenti di scarsa portata solida. Un ampio e spesso materasso di ghiaie è stato distribuito dall'Arno fra il suo sbocco nella pianura, in loc. Girone, e la sua uscita, in loc. Gonfolina. Nel resto della pianura la presenza e lo spessore delle ghiaie e delle sabbie sono legati alla posizione dei paleoalvei.

I depositi macroclastici fluviolacustri e quelli alluvionali recenti contengono falde idriche di potenzialità variabile nelle diverse aree; i pozzi migliori hanno portate specifiche di 5-10 l/s per metro di abbassamento. Gli scambi idrici naturali ed eventualmente artificiali (tramite pozzi) fra la prima falda (libera o semilibera) e quelle sottostanti (confinata) determinano una situazione caratterizzata dalla pressoché coincidenza dei livelli piezometrici delle falde superficiali e profonde. La superficie piezometrica si situa a piccola profondità dal piano campagna (1-7 metri) salvo nell'area di Prato, dove il sovrasfruttamento ha creato un profondo cono di depressione (Landini, Pranzini & Ventrucci, 1990).

Nel complesso la falda freatica mostra un flusso dai rilievi verso la parte mediana e verso la Gonfolina, che corrisponde al punto di uscita delle acque dal bacino. Il flusso idrico è maggiore dal lato nord-orientale, dove i depositi di conoide sono più permeabili e consentono una buona infiltrazione dell'acqua piovana e di quella di ruscellamento superficiale dai rilievi appenninici.

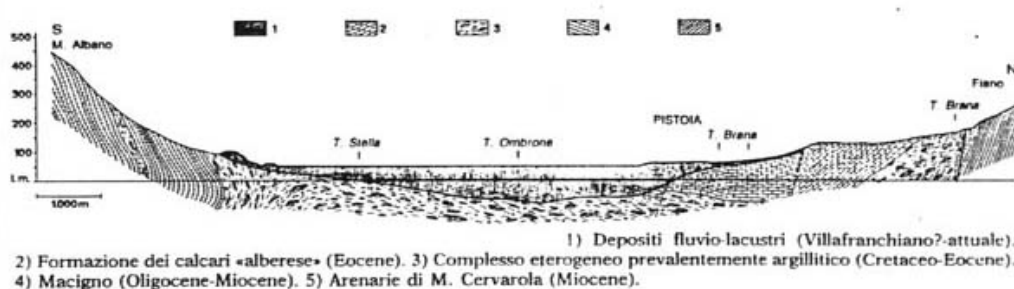
Tutti i corsi d'acqua principali risultano alimentati la falda depressa dagli emungimenti. L'Ombrone ed il Bisenzio sono anche pensili, rispetto alla pianura, per buona parte del loro tratto: ciò in conseguenza delle arginature che hanno costretto i fiumi a depositare i sedimenti grossolani entro l'alveo e quindi a rialzare il proprio alveo. Al contrario l'Arno, che ha subito numerose rettificazioni nella pianura, incide le proprie alluvioni; questa tendenza è stata fortemente accentuata dall'ultimo dopoguerra, a causa della estrazione di ghiaie dal suo alveo.

La ricostruzione affidabile del flusso idrico sotterraneo della media valle del F.Arno è stata condotta mediante la progettazione e l'ottimizzazione di una rete di controllo dei livelli piezometrici, affrontata con tecniche di *geostatica* (Beretta, Colombo & Pranzini, 1995).

La superficie freatica della falda è stata ricostruita in tempi diversi per i diversi settori della pianura alluvionale.

L'acquifero principale della pianura di Pistoia coincide con il delta - conoide dell'Ombrone, le cui ghiaie raggiungono uno spessore massimo di 20-25 m, ma presentano frequenti anche se sottili intercalazioni di limi. Acquiferi di minore importanza si trovano quasi ovunque nella pianura, sempre in corrispondenza dei sedimenti fluviali; essi sono più frequenti lungo il margine appenninico, in relazione alla provenienza dei materiali sedimentari. Nella parte centrale della pianura le sabbie e ghiaie fluviali sono discontinue, e sono da collegare con i paleoalvei dell'Ombrone e dei suoi affluenti.

Sezione geologica trasversale al bacino di Pistoia



Le diverse ricostruzioni della superficie freatica effettuate nella pianura di Pistoia indicano che la tavola d'acqua si trova ovunque a piccole profondità (1-5 m). La falda risulta alimentata principalmente dai conoide dell'Ombrone, del Brana, della Bure e, per un buon tratto della pianura, anche dall'Ombrone che è pensile rispetto alla piana alluvionale.

L'acquedotto comunale di Pistoia preleva una portata complessiva di circa 180 l/s in periodo di morbida (quando alcuni pozzi non vengono utilizzati) e di 150 l/s in periodo di magra. I pozzi forniscono l'85% dell'acqua distribuita dall'acquedotto di Pistoia. La falda subisce un abbassamento in estate-autunno di oltre 3 metri. In effetti è stato verificato che la maggior parte dell'acqua pompata proviene dall'Ombrone, filtrata attraverso poche decine di metri di ghiaia. Quando il torrente porta poca acqua, o addirittura va in secca come succede per molti giorni dell'anno, l'alimentazione dei pozzi diminuisce fortemente.

Nella pianura pistoiese la falda rappresenta la risorsa quasi esclusiva per l'attività ortovivaistica. La sostanziale stabilità dei livelli di falda indica che la risorsa non è sfruttata oltre la ricarica naturale. Ciò nonostante l'acquedotto civile soffre di carenza idrica nel periodo asciutto, in quanto i pozzi comunali sono strettamente legati alla portata dell'Ombrone, che ha un carattere spiccatamente torrentizio.

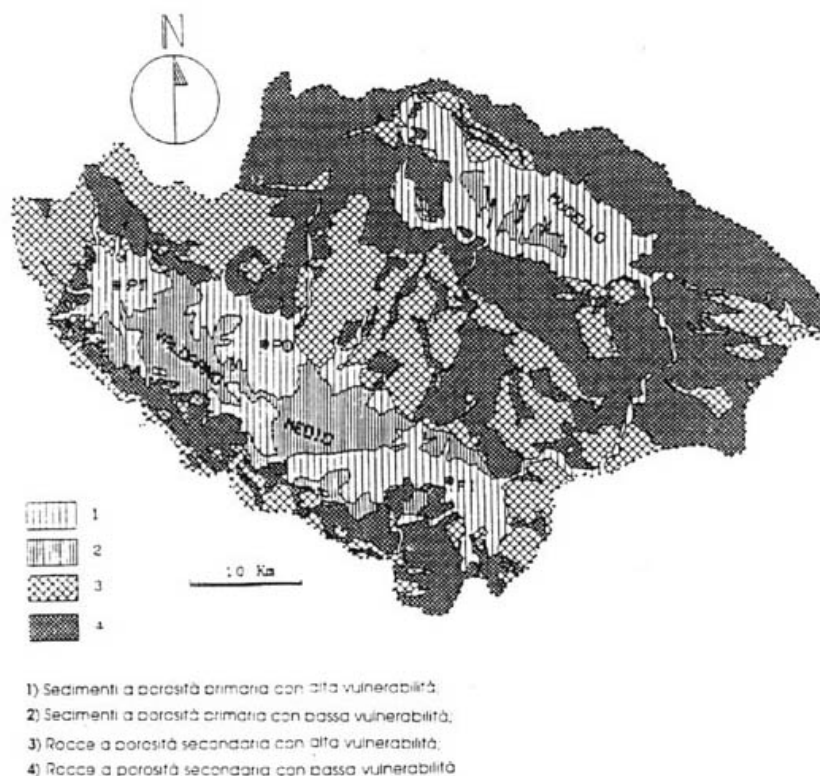
Le acque di falda della pianura sono quindi sfruttate per tutti gli usi, idropotabile (per una portata di circa 1.100 l/s da parte degli acquedotti comunali), agricolo e industriale, con differenze nette nelle diverse zone.

Caratteri chimico-fisici della risorsa

In tutta la pianura Pistoia - Prato - Firenze è la qualità dell'acqua di sottosuolo che dà le maggiori preoccupazioni. In effetti, in molte zone si registra un inquinamento, come risultato della combinazione fra una vulnerabilità intrinseca delle acque di falda e la presenza nel territorio di attività potenzialmente inquinanti.

Su questa situazione di vulnerabilità delle falde, localmente assai elevata, si è sviluppata una urbanizzazione intensa: la pianura del Valdarno Medio è un'area ad elevata densità urbano-industriale (vi risiede circa il 30% della popolazione regionale, più di 1 milione di abitanti, e vi viene prodotto circa il 45% del reddito industriale della regione) e, di conseguenza, con un elevato potenziale di impatto ambientale.

Carta della vulnerabilità intrinseca del bacino del Medio Valdarno



Per quanto riguarda l'attività industriale, notevole sviluppo ha il comparto tessile (Prato, Campi, Agliana); diffusi sono anche i settori metalmeccanico, meccano tessile, chimico, del legno; particolare incidenza sull'inquinamento delle acque sotterranee, accertata in casi reali, hanno poi le officine meccaniche, i laboratori galvanici, i depositi di carburante.

Proprio per lo sviluppo delle attività industriali ed artigianali, negli anni si è registrato un decremento delle aree agricole; un'agricoltura definibile come "intensiva", e dotata quindi anche di un certo potenziale di inquinamento, si ha solo nella pianura di Pistoia, sede di attività vivaistica ornamentale ad alto reddito.

Fra le fonti di inquinamento con impatto sulle acque di falda occorre includere anche gli scarichi civili, sia quelli diretti nel sottosuolo che quelli convogliati nella rete fognaria.

Per quanto riguarda la qualità delle acque del sottosuolo, esistono presso i Dipartimenti Provinciali dell'ARPAT numerose analisi chimiche e microbiologiche per la potabilità dell'acqua, sia di pozzi di acquedotti che di pozzi privati.

Questi dati non sono però ancora informatizzati.

Presso il Dipartimento di Scienze della terra dell'Università di Firenze sono stati eseguiti studi relativi ai nitrati e ai nitrati nelle acque di falda dell'intera pianura del Medio Valdarno (Bencini *et al.*, 1996), con un maggiore dettaglio per il comune di Firenze (Bencini *et al.*, 1995).

Un monitoraggio eseguito nel 1992 sulle acque di 280 pozzi ha permesso di evidenziare la distribuzione dei nitrati e nitrati nelle acque di falda della pianura. Le aree contaminate da nitrati sono molto estese e appaiono ben correlate con le aree a minor grado di protezione delle falde. Nel territorio di Firenze, dove la campagna di monitoraggio dei composti azotati è stata condotta con maggiore dettaglio areale rispetto al resto della pianura (95 pozzi nel 1990 e 230 nel 1993), la correlazione sopra detta viene confermata ed anzi accentuata; tra l'altro, le analisi ripetute negli stessi pozzi a distanza di tre anni mettono in evidenza un aumento dell'inquinamento, e la distribuzione dei nitrati raggiunge livelli preoccupanti. Come in precedenza ricordato, l'inquinamento da composti azotati è stata la prima causa del progressivo abbandono dei pozzi dell'acquedotto fiorentino.

Per quanto riguarda i prodotti chimici usati in agricoltura, l'area più a rischio è quella della pianura pistoiese, dove c'è una intensa attività vivaistica. Un primo monitoraggio su 33 pozzi di questa area ha permesso di evidenziare la presenza di diserbanti oltre i limiti di potabilità in circa un quinto dei pozzi (Barbieri *et al.*, 1995). Tale inquinamento risulta temporaneo ed appare legato ai periodi di spargimento di questi prodotti.

In conclusione, le acque del sottosuolo della pianura del Medio Valdarno presentano in molte zone un inquinamento da prodotti chimici di varia origine e natura, che limitano l'uso delle risorse idriche ai fini idropotabili, o almeno costringono gli enti acquedottistici a costose operazioni di potabilizzazione (come nel caso del CONSIAG a Prato).

Il bilancio idrico della risorsa

I termini del bilancio della falda di Pistoia (per il periodo 1957-'87) sono stati calcolati con buona approssimazione dai dati meteorologici, climatici, geologici e di uso del suolo (*Pranzini e G.T.I. Pistoia, 1996 - in Autorità di Bacino del F.Arno, 1997*). I pompaggi sono stati calcolati assumendo un valore medio per ciascun pozzo industriale e domestico, mentre i prelievi per la irrigazione sono stati determinati sulla base delle estensioni superficiali irrigue. Il numero di pozzi è stato ricavato dalle denunce presentate al Genio Civile in ottemperanza al D.Lgs. n°275/93.

I prelievi dalla falda sono stati valutati in 12,65 Mm³/anno così suddivisi:

dai pozzi degli acquedotti pubblici 6,93 Mm³

per l'irrigazione 4,87 Mm³

per uso domestico 0,69 Mm³

per uso industriale 0,16 Mm³

I prelievi sono risultati decisamente inferiori alla ricarica media calcolata (40,86 Mm³/anno): la situazione piezometrica è tale che il surplus di alimentazione alla falda si scarica nel reticolo idrografico. Il buon stato di salute delle falde pistoiesi trova conferma nella sostanziale stabilità della superficie freatica nella pianura, registrata all'epoca delle prime misure, nel 1975 (*Capecchi, Guazzone & Pranzini, 1975*), al 1992, anno delle misure più recenti (*Bencini, Gargini & Pranzini, 1995*).

QUALITA' DELLE ACQUE SUPERFICIALI: INDICE QUALITA' GLOBALE (IQG)

Per la valutazione della qualità delle acque superficiali, è stato utilizzato il modello di aggregazione dei dati analitici (IQG), impostato nel Rapporto del 1997. Questo per permettere un'analisi ed uno sviluppo delle letture della qualità idrica costante e continuato nel tempo.

L'indice (ed i sub-indici di cui è composto), assume valori da zero a cento, proporzionalmente all'aumento della qualità globale del corpo idrico in esame. Le fasce di qualità sono 5, con la seguente gerarchia:

0 ÷ 20 = Pessima

21 ÷ 40 = Cattiva

41 ÷ 60 = Mediocre

61 ÷ 80 = Buona

81 ÷ 100 = Ottima

ottenendo in questo modo un duplice vantaggio:

uniformare l'ampiezza delle fasce;

ottenere cinque classi, in analogia con quelle della qualità biologica.

Ombrone Pistoiese

Per questo corpo idrico si sono elaborati i dati raccolti nel 1997 nel tratto che va dalla piana di Pistoia fino alla foce.

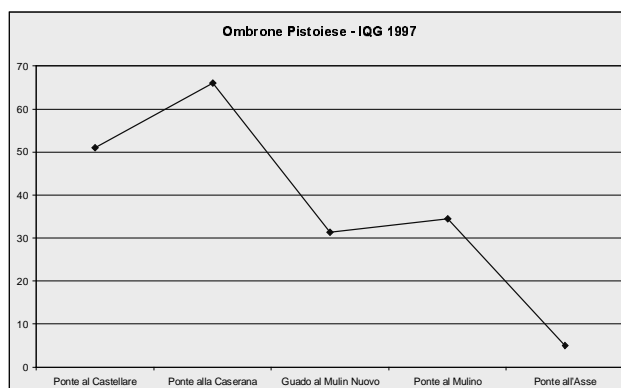
I valori attorno a 50-60 dell'indice globale in provincia di Pistoia sono dovuti soprattutto alla presenza di un certo carico organico e di colibatteri.

Il Guado al Molin Nuovo è una stazione situata a valle dell'immissione del Depuratore del Calice: il fiume ha già un indice globale di 31,4, dovuto ai valori bassi degli indici organico-biologici e di quelli inorganici.

Il Ponte al Mulino è situato a monte dell'immissione del depuratore di Baciacavallo e si ha un quasi impercettibile miglioramento (34,5).

La situazione precipita a 5,0 al Ponte all'Asse, che si trova a valle dell'immissione del depuratore di Baciacavallo: la portata di immissione dello scarico del depuratore è notevole ed influisce in maniera determinante sulla qualità del fiume.

Questo non significa necessariamente che il depuratore non effettui una depurazione appropriata: i valori della tabella A della L. 319/76 danno un valore dell'indice di qualità pari a circa 10.



Per i corpi idrici che, come l'Ombrone Pistoiese, percorrono aree fortemente industrializzate, il problema principale sembra essere quello degli scarichi civili non depurati, sia per quanto riguarda grandi agglomerati urbani come l'area fiorentina, sia per piccoli centri abitati o, addirittura, per l'apporto di case isolate.

MONITORAGGIO BIOLOGICO DEI CORPI SUPERFICIALI (EBI)

A Pistoia il mappaggio biologico è iniziato nel 1983 e ancora oggi viene effettuato come pratica comune di conoscenza e studio dello stato di salute dei corsi d'acqua.

Il torrente Brana riceve gli scarichi civili dei comuni di Pistoia e di Agliana, oltre a quelli di alcune industrie del territorio circostante.

Fin dal primo mappaggio biologico è risultato chiaro come la sofferenza del corso d'acqua sia dovuta principalmente agli scarichi civili che vengono sversati durante l'attraversamento della città.

Fuori della città, uscendo dalla zona industriale di S. Agostino, la portata aumenta per le grosse quantità di acqua immesse dal depuratore comunale di Pistoia: l'habitat biologico è caratterizzato da fioriture algali provocate da nutrienti che il depuratore immette con il suo scarico.

La soluzione potrebbe essere un trattamento di fitodepurazione posto dopo l'impianto di depurazione e prima dell'immissione nella Brana.

Per l'Ombrone Pistoiese il primo mappaggio è stato effettuato nel 1985: fin da allora è stato evidente che i maggiori problemi sorgono in pianura all'altezza di ponte alla Pergola dopo l'immissione del fosso del Brusigliano.

Il torrente continua il suo corso accogliendo le acque della Brana e della Bure e quelle di diversi canali e gore della pianura pratese prima di immettersi, fortemente inquinato, nell'Arno all'altezza di Carmignano.

Nel suo percorso il Pescia di Collodi riceve gli scarichi civili e, fino al 1985, gli scarichi di circa 47 cartiere che condizionavano pesantemente la qualità del corso d'acqua.

Con l'installazione del depuratore consortile di Veneri il liquame di tutte le cartiere viene convogliato e depurato prima di essere immesso di nuovo nel Pescia di Collodi: dopo questa operazione il torrente è tornato a livelli di qualità buona (II classe).

Problemi sono stati riscontrati nella Lima e nella Limentra di Sambuca, in occasione di operazioni di manutenzione dei bacini ENEL: le alterazioni degli habitat dei due corsi d'acqua in relazione a questi episodi si sono però mostrate reversibili e generalmente il torrente riesce nel giro di 5-6 mesi, a ripristinare le condizioni favorevoli per ricuperare la migliore qualità.

monitoraggio residui fitofarmaci nei corsi d'acqua: 1996-98

L'indagine ha preso in considerazione l'intera pianura pistoiese interessata dall'attività vivaistica comprendente sia le zone a Sud della zona urbana di Pistoia, in cui l'attività vivaistica è storicamente rilevante, sia aree in cui si è sviluppata in periodi più recenti.

Il territorio a tradizione vivaistica consolidata comprende le zone di Ramini, Bonelle, Masiano, Canapale, Bottegone, ma anche quelle di Agliana e Quarrata.

Alta densità di colture vivaistiche si riscontra anche ad est dell'area urbana a nord dell'autostrada Firenze-Mare : nelle località di Chiazzano e Badia a Pacciana.

L'attività vivaistica ha avuto uno sviluppo più recente nell'area ad ovest e nord-ovest della città, comprendente le zone di Gello, Ponte alle Tavole, Torbecchia, Quattro Strade-Fallita; l'area fra Collegliato e S.Alessio e assai limitatamente lungo via Val di Brana, a Nord del centro cittadino, e nella zona di Chiesina Montalese, Ponte Nuovo e Santomato, ubicata verso est.

Il territorio indagato risulta compreso nei seguenti comuni: Pistoia, Agliana, Montale, Quarrata e Serravalle P.se.

Il monitoraggio effettuato ha preso in considerazione la contaminazione del comparto idrico e del suolo da parte delle sostanze attive contenute nei prodotti antiparassitari .

I dati analitici ottenuti sono stati impiegati anche per indagare, in relazione alle caratteristiche dei terreni, alle colture e al tipo di impermeabilizzazione presente sul terreno e alle variabili meteo-climatiche, i meccanismi del movimento verticale di queste sostanze attive dalla superficie del suolo alla falda.

Misure di residui nel terreno relative alla zona di Chiazzano sono state utilizzate in uno dei due lavori di tesi a carattere geologico per la validazione dei risultati ottenuti nella stima del quantitativo annuale di sostanza attiva per unità di superficie (flusso cumulativo pseudostazionario: CUMFLUX, $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{anno}$) in arrivo alla zona satura (FALDA), ottenuta tramite l'applicazione di un modello di flusso trasporto specifico che utilizza come dati di input i carichi medi stimati in Kg/ettaro. Tali applicazioni modellistiche avanzate messe a punto dall'Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, insieme ai dati analitici derivanti dall'analisi di terreni e di acque di falda, consentono di trasformare dati ambientali puntiformi in dati areali, validi quindi in una zona più estesa.

Indagine sulle acque superficiali

Lo studio della contaminazione dei corpi idrici superficiali ha richiesto l'effettuazione di oltre 500 analisi di residui di fitofarmaci in campioni di acque prelevate presso 44 punti di prelievo distribuiti lungo il corso dei quattro torrenti principali della pianura pistoiese: Brana, Ombrone, Stella, Bure e loro affluenti per un totale di 12 corpi idrici superficiali monitorati. L'impostazione originaria dello studio, compresa nei confini comunali di Pistoia, è stata ampliata a partire dal secondo anno in maniera da considerare i corsi d'acqua monitorati fino alla loro uscita dal confine provinciale per ricomprendere così tutto il territorio in cui è presente l'attività vivaistica.

I risultati ottenuti nell'area più estesa hanno permesso di disegnare un quadro più completo e rappresentativo della situazione ambientale indagata e sono quindi risultati più consoni allo sforzo tecnico e organizzativo profuso.

I livelli di concentrazione puntuali, ossia riscontrati nei singoli campioni in uno stesso punto di prelievo nel corso dei tre anni, variano nel tempo in relazione alla stagionalità dei trattamenti e in base all'entità delle precipitazioni successive.

Le precipitazioni determinano un incremento del fenomeno della diluizione degli inquinanti dovuto all'incremento della portata del corso d'acqua, ma anche l'entità dei fenomeni di dilavamento che veicolano le sostanze attive dai terreni trattati ai corsi d'acqua attraverso le acque di ruscellamento e di drenaggio. Anche l'irrigazione estiva su superficie impermeabilizzata può determinare fenomeni di dilavamento.

La variazione dei livelli riscontrati lungo una stessa asta fluviale, in assenza di un dato certo sulla portata nei vari punti, può essere messa in relazione con l'apporto inquinante dei singoli affluenti utilizzando sia le carte idrografiche sia quelle riportanti gli usi del suolo.

In base a tutte le valutazioni effettuate si è potuto concludere in generale che:

il fenomeno della contaminazione delle acque superficiali è esteso a tutto il territorio indagato fatta eccezione per il corso superiore della Bure, che attraversa zone caratterizzate dall'assenza delle attività vivaistiche

le modalità di rilascio delle diverse sostanze indagate al corpo idrico risultano molto diverse sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

Queste differenze risultano legate prevalentemente alle diverse modalità di impiego, ai quantitativi utilizzati e alle caratteristiche di mobilità e persistenza delle stesse nell'ambiente e nel comparto idrico in particolare.

In generale la classe di sostanze attive ritrovate con maggior continuità è quella degli erbicidi. Questo fatto può essere messo in relazione alle caratteristiche di impiego "programmato" di questa classe di fitofarmaci. In particolare per fornire un indice di rischio comparativo fra le varie sostanze indicativo della probabilità che queste hanno di raggiungere la falda idrica, viene spesso utilizzato l'indice GUS (Groundwater Ubiquity Score) che risulta legato principalmente al tempo di semivita (T1/2) e all'affinità verso la componente organica del suolo (Koc) di ciascuna sostanza.

Tenendo presente questo indice è possibile fare una graduatoria generale di pericolosità delle varie sostanze per valori crescenti del GUS ed individuare per valori di GUS > 2,8 quelle sostanze che sono particolarmente mobili e quindi più pericolose per la falda, mentre quelle che presentano GUS < 1,8 risultano poco mobili. L'utilizzo del GUS, sebbene sia considerato specifico per il problema della contaminazione delle acque profonde, si è rivelato utile per individuare con lo stesso criterio anche le sostanze più a rischio per l'inquinamento delle acque superficiali. Fra le sostanze attive più utilizzate nelle pratiche vivaistiche ricavate dal censimento presso le rivendite principali nella tabella vengono mostrati i corrispondenti valori di GUS.

SOSTANZE ATTIVE	FORMULATI	SOSTANZE		GUS
	CENSIMENTO	ATTIVE-	GUS	
	t/anno 1995	kg/anno 1995	MIN	MAX
ERBICIDI				
GLYPHOSATE	24,513	6960	1,2	5,8
OXADIAZON	31,889	1100	0,5	0,6
PENDIMETALIN	10,93	3500	0,1	
TERBUTYLAZINA	0,5	1	1,3	1,5
MCPA	6,4	642	1,6	
ALACHLOR	4,433	1893	0	2,5
PARAQUAT	4,004	626	?	
SIMAZINA	3,086	676	1,1	1,6
PROPYZAMIDE	2,632	351	1,5	
METOLACHLOR	0,006	237	2,4	
OXYFLUORFEN	2,177	479	-0,4	
DIQUAT	1,570	99	?	
GLYFOSATE TRYMESIUM	1,567	232	>>2,8	
2,4-D	0,549	79		
DICHLORBENYL	0,861	64	1,5	2,3
GLUFOSINATE DI AMMONIO	0,553	136	1,8	4,9
INSETTICIDI				
METHALDEIDE	1,67	77	1,7	
METHOMYL	0,965	256	2,7	
OLIO MINERALE	0,215			
CHLORPYRIFOS	1,975	150	0,8	0,9
CARBARYL	1,535	409	1,3	2,2
METHIOCARB	0,128	12	1,2	
PARATHION METHYL	0,115	21	1,7	

DICHORVOS	0,346	172		
PHORATE	0,390	17	0,4	1,5
PROPOXUR	0,821	410	4,1	
FUNGHICIDI				
MANCOZEB	7,474			
SOLFATO DI RAME	0,331			
OSSICLORURO DI RAME	7,74			
OSSICLORURO TETRAMERICO	-			
ZOLFO	4,528			
CYMOXANIL	6,27	115	-0,1	1,9
SOLFATO E CALCIO SOLFATO				
METALAXIL	1,648	103	3,2	
ZIRAM	2,512			
ZINEB	1,812			
FOSETHYL ALUMINIUM	1,085			
TRIADIMENOL	0,457		2,7	3,5
PROPINEB	0,383			0,3

Tra gli erbicidi che vengono più frequentemente ritrovati nei corsi d'acqua citiamo l'oxadiazon, il pendimetalin e la simazina. L'oxadiazon viene ritrovato nella totalità delle acque dei fossi e nella quasi totalità di quelle dei torrenti principali. Il dato di impiego ottenuto dal nostro censimento indica una quantità totale utilizzata di 1100-1200 kg/anno di sostanza attiva nel triennio.

Dai dati reperiti nella principale rivendita della zona risulta che della quantità totale circa 800 Kg/anno sono dovuti all'impiego del formulato Rostar Granulare al 2% di sostanza attiva, che trova impiego esclusivo nella vasetteria e 400 Kg/anno sono dovuti invece al corrispondente formulato liquido al 37%.

Si tratta quindi di un erbicida che viene usato soprattutto su superficie impermeabilizzata ed in forma di formulati granulari a lenta cessione. I livelli riscontrati mostrano un incremento delle concentrazioni nel periodo estivo quando viene effettuata l'irrigazione e le portate dei corsi d'acqua si riducono per effetto della stagione secca.

La presenza continua di livelli apprezzabili nelle acque dei fossi potrebbe far supporre un legame con la modalità di utilizzo in quanto le caratteristiche chimico fisiche della sostanza la renderebbero scarsamente mobile nel terreno essendo dotata di un GUS pari a 0,6.

Il pendimetalin, altro diserbante largamente impiegato, viene utilizzato in quantitativi annuali superiori, pari a circa 3000 Kg/anno. Si ritrova spesso ma non in maniera continuativa come l'oxadiazon inoltre le concentrazioni riscontrate sono sempre più contenute. I massimi di concentrazione vengono riscontrati sempre nei periodi di novembre e marzo subito successivi ai periodi di utilizzo.

Quanto sopra trova spiegazione per il pendimetalin in una mobilità nel terreno molto bassa (GUS 0,1). L'altro diserbante maggiormente ritrovato è la simazina di cui si stima un utilizzo annuo complessivo compreso fra 700 e 900 Kg di sostanza attiva. Risulta maggiormente presente nel territorio del comune di Agliana in associazione alla propizamide (trattamenti a base di formulati che contengono entrambi i principi attivi), ma viene ritrovata anche nel Brusigliano. Le concentrazioni massime riscontrate risultano elevate se confrontate con il limite di 1 ng del DPR 515 per le acque destinate alla potabilizzazione, sebbene il GUS non appaia per questa particolarmente elevato.

Questo trova spiegazione nel fatto che si tratta di una sostanza dotata di elevata mobilità relativa nel comparto idrico (GUS 1,6).

Fra le sostanze appartenenti alla classe degli anticrittogamici la più presente come contaminante nelle acque superficiali e di falda è il metalaxil che viene ritrovata principalmente in periodo estivo a concentrazioni puntuali anche molto elevate in corrispondenza del periodo dei trattamenti. L'utilizzo del prodotto si aggira intorno ai 100- 200 Kg/anno.

Questa sostanza presenta infatti un rischio elevato di contaminare la falda e di inquinare le acque superficiali avendo un GUS di 3,2.

Per la classe degli insetticidi la sostanza maggiormente ritrovata è il propoxur il cui impiego annuale di sostanza attiva si aggira intorno a 200-400 Kg di sostanza attiva. Si tratta anche in questo caso di una sostanza dotata di elevata mobilità e quindi ad alto rischio di contaminazione della falda (GUS 4,1).

Indagine sulle acque di falda

Per quanto riguarda i dati del monitoraggio sulle acque di falda sono state effettuate circa 100 analisi negli ultimi due anni per un totale di 67 pozzi indagati.

Nel 1997 sono stati monitorati alcuni pozzi presso aziende vivaistiche destinati a diversi usi e a varie profondità allo scopo di raccogliere, insieme al campione dati sulle colture presenti, nelle zone adiacenti al pozzo e sui trattamenti effettuati. Nel 1998 sono stati invece monitorati 19 pozzi nella zona di Chiazzano-Canapale-Badia ripetendo i prelievi tre volte durante l'anno allo scopo di verificare l'andamento delle concentrazioni presenti al variare del livello della falda e quindi in relazione alle precipitazioni umide oltre che alla stagionalità dei trattamenti.

I risultati di queste prime indagini mostrate in tabella indicano la presenza di 32 campioni positivi di cui molti risultano presenti nella fascia di profondità inferiore a 30 metri.

Schema riassuntivo sui risultati analitici relativi ai campioni di acque di falda effettuati nel 1997-98

Pozzi		Uso					Campioni positivi con livelli di concentrazione superiori a 0,1 ng								
Profondità	N°	Irriguo	Domestico	Misto	Altro	Disuso	N° positivi	Propoxur	Pirimicarb	simazina	terbutilazina	oxadiazon	Pendimetalin	metalaxil	
<10 m	14	8	3	0	0	2	4	0	0	2	0	1	1	0	
10-20 m	39	22	10	2	3	0	17	10	1	3	1	14	3	4	
20-30	33	23	9	1	0	0	10	4	0	0	0	7	3	0	
30-50	6	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
>50 m	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALE	97	59	26	4	3	2	32	14	1	5	1	22	8	4	

Pozzi		Uso					Campioni positivi con livelli di concentrazione superiori a 1 ng								
Profondità	N°	Irriguo	Domestico	Misto	Altro	Disuso	N° positivi	Propoxur	Pirimicarb	simazina	terbutilazina	oxadiazon	Pendimetalin	metalaxil	
<10 m	14	8	3	0	0	2	4	0	0	1	0	0	0	0	
10-20 m	39	22	10	2	3	0	17	1	0	0	0	7	0	3	
20-30	33	23	9	1	0	0	10	0	0	0	0	0	1	0	
30-50	6	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
>50 m	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTALE	97	59	26	4	3	2	32	1	0	1	0	7	1	3	

La sostanza attiva che è risultata più presente risulta essere sempre l'**oxadiazon**, seguono il **propoxur**, il **pendimetalin**, la **simazina** e il **metalaxil**.

La maggior frequenza relativa di contaminazioni riscontrate per oxadiazon e pendimetalin può trovare una plausibile spiegazione nel loro esteso utilizzo mentre per propoxur e metalaxil il fattore più importante è la loro mobilità nel comparto acquoso. Si tratta infatti di sostanze dotate entrambe di un elevato indice GUS.

In particolare l'oxadiazon che, come sostanza attiva non è dotata di spiccata mobilità nel terreno, risulta l'erbicida più utilizzato per i trattamenti in preemergenza ed in particolare per la vasetteria.

La situazione rilevata non è tale da far pensare ad una preoccupante e generalizzata contaminazione delle acque di falda, ma piuttosto a fenomeni localizzati dovuti alla lisciviazione in falda di queste sostanze a causa di particolari situazioni locali (presenza di percorsi preferenziali per raggiungere la falda, pozzi perdenti), con l'influenza di condizioni meteorologiche. E' noto infatti che il livello di precipitazioni umide incide direttamente sulla capacità di diluizione degli inquinanti da parte della zona satura.

In particolare i campioni risultati positivi nell'indagine del 98 hanno mostrato concentrazioni crescenti dopo il periodo di siccità estiva che si è protratto sino ad ottobre e concentrazioni minori nel periodo di morbida (maggio).

La valutazione approfondita del fenomeno appare comunque assai complessa e non può prescindere dal considerare gli aspetti di natura strettamente geologica ed esula perciò dagli scopi della presente relazione. Su 32 campioni positivi riscontrati nei due anni di indagine, 13 hanno presentato concentrazioni superiori al limite fissato dalla normativa (DPR 236/88) per le acque potabili, 0.1 ppb. Il numero di pozzi contaminati con concentrazioni superiori a 0,1 ppb è stato comunque modesto: nell'indagine del 97 soltanto 2 pozzi su 45 (4%).

Nell'indagine del 98 relativa alla zona di Chiazzano-Canapale-Badia i pozzi che hanno mostrato livelli di contaminazione superiori al limite del DPR 236/88 sono stati 3 su 19 (14%). Per quantificare l'entità del rischio di inquinamento della falda appare indispensabile impostare il monitoraggio tenendo presente le carte di vulnerabilità della falda.

Conclusioni

L'indagine svolta sulla contaminazione delle acque superficiali e profonde derivante dall'impiego di prodotti fitosanitari nel triennio 96-98, ha confermato la diffusione di questo tipo di inquinamento nella quasi totalità del territorio in esame, fatta eccezione per il corso superiore della Bure.

Anche nelle zone a tradizione vivaistica recente come la zona a Nord di Pistoia, S Alessio (Rio Decine) ad Ovest e Nord-Ovest (Torbecchia) e Sud-Ovest (Tazzera) ed ad est di Pistoia, Santomato (Bulicata), sono stati ritrovati livelli di contaminazione da antiparassitari che indicano un diffuso utilizzo.

In particolare si è avuta una chiara indicazione di livelli di contaminazione crescenti per il Torbecchia (oxadiazon e metalaxil) nella zona a monte dei laghi Primavera, dove probabilmente sono aumentate le aree trattate a vivaio.

Tale evidenza può essere importante in considerazione del fatto che tale zona risulterebbe quella più pericolosa per quanto riguarda il rischio di vulnerabilità della falda.

Per quanto riguarda la zona pedecollinare di Santomato si evidenziano livelli in crescita per l'oxadiazon.

Aumenti significativi di residui di oxadiazon e metalaxil sono stati rilevati anche nei fossi Brusigliano e Bollacchione che attraversano due zone ad alta densità vivaistica: rispettivamente le zone fra via Bonellina e via Fiorentina, parallelamente alla A1, il primo, e la zona di Canapale-Badia, il secondo.

I dati sulla Brana indicano una tendenza all'aumento del propoxur nell'arco di triennio con una frequenza di riscontro raddoppiata dal 96 al 98.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua principali i livelli di contaminazione lungo l'asse fluviale hanno andamenti diversi in dipendenza del territorio attraversato e dell'apporto degli affluenti.

Ad esempio i livelli di contaminazione per l'oxadiazon risultano crescenti lungo l'asse fluviale, nel caso della Brana, mentre lungo l'Ombrone, per quasi tutte le sostanze attive si osservano punte di concentrazione a valle dell'immissione del Brusigliano, mentre proseguendo viene riscontrata una graduale diminuzione.

In altri casi la presenza di alcuni principi attivi come la simazina e la propizamide limitatamente ai punti finali della Brana può essere messa in relazione alla presenza di colture specifiche.

La sostanza attiva in assoluto più presente è l'oxadiazon che si ritrova nella quasi totalità dei campioni di molti corsi d'acqua principali e secondari e che dà luogo al maggior numero di casi di contaminazione delle acque di falda.

La valutazione approfondita del rischio di contaminazione della falda appare assai più complessa a causa dei fattori di natura strettamente geologica che è necessario prendere in considerazione.

Con l'uscita dalla recente LR N° 36 del 1/7/99 concernente la "Disciplina per l'impiego dei diserbanti e geodisinfestanti nei settori non agricoli e procedure per l'impiego dei diserbanti e geodisinfestanti in agricoltura", riteniamo che lo studio effettuato nei tre anni di monitoraggio giustifichi sin da ora la necessità di prolungare oltre i tre anni di prima applicazione l'obbligo della comunicazione preventiva per i trattamenti agricoli (Art.4 comma 5).

Si auspica inoltre che il coordinamento da avviare a livello locale fra Dipartimento Provinciale ARPAT e le UO competenti del Dipartimento di Prevenzione della ASL 3 (Art. 6 della Deliberazione Regionale N° 118 dell'8/2/99) permetta l'avvio di una più mirata azione di monitoraggio sui rischi sanitari e ambientali connessi con l'attività vivaistica.

A tal proposito risulteranno estremamente utili i dati relativi alle comunicazioni preventive ai trattamenti inviati alle ASL ai sensi della suddetta LR.

LA QUALITÀ DELLE ACQUE POTABILI

La qualità delle acque è una caratteristica legata, ovviamente, alla natura e quantità delle sostanze che, nelle acque, sono disciolte o disperse.

Tralasciando le strutture biologicamente organizzate (microrganismi), la cui presenza è sempre indice di cattiva qualità e che, in genere, pregiudica la idoneità per usi potabili delle acque che le contengono, le sostanze chimiche potenzialmente presenti in un'acqua possono ricondursi a due gruppi: quelle che dovrebbero essere assenti o comunque presenti nella minor quantità possibile (costituenti naturali indesiderati o contaminanti) e quelle sempre presenti ma dalla cui concentrazione può effettivamente dipendere la qualità dell'acqua, non in termini di idoneità per usi potabili, bensì nella accezione più ristretta di qualità merceologica, se non addirittura di caratteristiche farmacologiche.

Fra questi componenti devono essere considerati i cationi alcalini ed alcalino-terrosi (sodio, potassio, calcio, magnesio) e gli anioni solfato, cloruro e nitrato.

Per molti di questi parametri, la normativa prevede sia valori guida, sia concentrazioni massime ammesse (CMA), anche se, solo per queste ultime, è possibile sviluppare corrette considerazioni essendo i valori guida male correlabili con qualunque argomentazione scientifica.

La CMA esprime la quantità di un determinato parametro che si ritiene non produca effetti negativi sulla salute umana considerando un consumo di acqua pari a 2 litri giornalieri per l'intera vita di un individuo.

In relazioni alle varie CMA, tutte le acque utilizzate in provincia di Pistoia, si collocano nettamente al di sotto dei rispettivi valori limite e pertanto nessun rischio sanitario sembra collegabile a tali parametri ed è per questo che il giudizio di qualità per le acque del territorio pistoiese non potrà esprimersi in termini di rischio sanitario.

Parametro	C.M.A. DPR 236/88	Valori medi nella provincia di Pistoia
Calcio		34,8
Magnesio	50,0	6,5
Sodio	175,0	11,2
Potassio		1,3
Solfati	250,0	17,8
Cloruri	200,0	12,6
Nitrati	50,0	6,1

Anche gli aspetti crenoterapici non sono agevolmente indagabili in quanto le vecchie classificazioni non sono di grande aiuto poiché, per lo più, valide per acque ad elevato contenuto salino mentre quelle utilizzate nel territorio pistoiese hanno, nella quasi totalità dei casi, una concentrazione salina paragonabile a quella delle acque oligominerali.

Eppure, fra acqua e acqua esistono diversità ben evidenti che meritano di essere segnalate sebbene non sia possibile valutarne compiutamente le conseguenze, potendo solo ipotizzare le diversità, forse anche rilevanti, nei caratteri organolettici.

Le elaborazioni grafiche sviluppate in questo studio, confrontano le diverse acque esaminate con i valori medi ottenuti da tutte le acque potabili o destinate ad usi potabili, analizzate nel corso del 1998 presso il Dipartimento ARPAT di Pistoia.

Le acque dei comuni montani sono in genere caratterizzate da uno scarso contenuto salino, anche se desta interesse la discreta concentrazione solfato-calcico-magnesiaca delle acque di Sambuca, peraltro provenienti da un'unica fonte (figura 3).

Le figure 4, 5 e 6 riportano gli schemi di composizione delle acque esaminate.

Assumendo la composizione media come valore di confronto, si può osservare come, in genere, si abbia una distribuzione salina qualitativamente simile a questa, ma come, per contro, si abbiano alcune situazioni assai sbilanciate che meriterebbero maggiore approfondimento per tentare di capire se queste caratteristiche dipendono dalla struttura geologica del bacino idrografico o da altre cause, naturali o antropiche.

Anche l'esame dei punti di captazione ai sensi del DPR 515/82 permette interessanti osservazioni: in primo luogo si osserva una generale maggiore mineralizzazione nelle acque provenienti da bacini di accumulo rispetto a quelle

provenienti da fossi e torrenti e, anche in questo caso, si osservano situazioni anomale rispetto al profilo medio della distribuzione (particolarmente evidenti quelle osservate nei “Laghi Primavera” di Pistoia, nel “Bacino Falchereto” di Quarrata, nella “Cava 1° Maggio” di Agliana, ma anche quelle della “Forra Bracchi” di Lamporecchio, del “Fosso La Tosa” di Sambuca, del “Vincio di Montagnana” di Pistoia e del “Bacino Due Forre” di Quarrata).

Sul significato di tali particolarità non è possibile esprimere, al momento, un’adeguata valutazione.

In conclusione è possibile affermare che:

le acque utilizzate ai fini potabili in provincia di Pistoia, sono in genere caratterizzate da un basso contenuto salino e, in nessun caso, possono sollevare timori in relazione alle CMA;

i valori osservati sono, in genere, “equilibrati” rispetto ai valori medi provinciali anche se, in alcuni casi, si osservano vistosi scostamenti;

a tali scostamenti potrebbero essere associate particolarità organolettiche se non crenoterapiche, ma, al momento, nn è possibile formulare ipotesi, pur ritenendo che potrebbe aprirsi un affascinante campo di ricerca.

