

Il sottoprogetto Piemonte

1. Premessa

L'ipotesi di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee è stata presa in considerazione dalla regione Piemonte a partire dai primi anni ottanta ma tale progetto ha potuto concretizzarsi, stante i cospicui finanziamenti che necessitava, solo grazie ai fondi stanziati a seguito dell'evento alluvionale che ha funestato il Piemonte nel 1994.

Nel 1996 è stato avviato il progetto Tanaro, di durata triennale e del valore di 1.2 miliardi di lire, che ha di fatto costituito il primo embrione della rete regionale individuando un sistema di monitoraggio delle acque sotterranee in grado di prevedere l'evoluzione spazio-temporale degli effetti dell'evento alluvionale del novembre 1994 e prevenire i fenomeni di crisi idrica quali-quantitativa,

L'anno successivo è partito con DGR 32-16153 del 27/1/97 il sottoprogetto regionale PRISMAS, parte del Progetto Interregionale PRISMAS (Sorveglianza e monitoraggio delle risorse idriche sotterranee), finanziato dal Ministero dell'Ambiente nell'ambito del PTTA 1994-1996 per un valore di 1.2 miliardi di lire e oggetto di cofinanziamento da parte della Regione Piemonte per un valore di circa 330 milioni di lire, che prevedeva la progettazione e la gestione di una rete di monitoraggio nei territori di pianura delle province di Cuneo e Torino. A questo punto il naturale processo di sviluppo della rete ha portato a completare l'intera pianura piemontese, quindi l'anno successivo, grazie ad un finanziamento dell'Autorità di Bacino, è stato varato il progetto PRISMAS II, gemello in tutto e per tutto di PRISMAS che ha permesso il completamento della rete di monitoraggio delle acque sotterranee della regione Piemonte coprendo la parte di pianura delle restanti province di Biella, Novara e Vercelli.

A tutt'oggi i tre progetti sono terminati e la regione Piemonte sta cominciando la fase di vera e propria gestione operativa della rete così progettata; in figura 1 è rappresentata l'estensione areale del sistema suddiviso nei tre progetti.

2. Generalità del progetto regionale PRISMAS

Il processo logico unitario che presiede alle attività del progetto si articola nelle seguenti fasi:

- a) selezione e revisione delle informazioni disponibili:
 - ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico del sottosuolo;
 - identificazione del sistema idrogeologico e del sistema antropico di pressione;
 - definizione del modello funzionale e dei parametri di comportamento;

- b) prima impostazione e gestione operativa sperimentale della rete di monitoraggio:

- realizzazione di una "rete preliminare" di monitoraggio relativa agli aspetti quali-quantitativi e sua gestione operativa;
- elaborazione dei dati della rete provvisoria ed individuazione della "rete definitiva" (anche sulla base di un aggiustamento delle conoscenze sul sistema idrogeologico);

- c) gestione consolidata delle reti di monitoraggio;

- gestione della rete definitiva;
- gestione ed elaborazione dei dati della rete.

In tale ambito si è affrontata la progettazione e la gestione sperimentale di una rete di monitoraggio nelle zone pianeggianti delle province di Cuneo e Torino, aree particolarmente importanti dal punto di vista delle risorse idriche sotterranee in quanto poste nella parte iniziale della valle del F. Po, sulla quale grava il carico antropico di una diffusa agricoltura nel cuneese e delle attività industriali della cintura torinese; inoltre si hanno importanti captazioni di acque sotterranee a servizio del capoluogo e delle altre città insediate.

Sulla base delle esperienze pregresse e della struttura idrogeologica locale, nonché delle esigenze connesse all'attuazione della LR 22/96 si è realizzata una doppia rete, destinata alla sorveglianza della "falda superficiale" e delle "falde profonde". Le misurazioni sono di tipo manuale, con sperimentazione di monitoraggio in continuo del livello della falda in alcuni siti significativi per tipologia di acquifero, vicinanza di corsi d'acqua, disponibilità ed uso della risorsa.

I soggetti partecipanti al progetto, coordinati dal Settore Rilevamento, Controllo, Tutela e Risanamento delle acque, Disciplina degli scarichi nell'ambito della Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche, sono stati: il Dipartimento di Scienze della Terra coinvolto al fine di definire complessivamente la struttura idrogeologica del sottosuolo nelle aree oggetto di indagine, ricercare i punti per la ricostruzione della modalità di flusso idrico sotterraneo e definire il chimismo delle acque sotterranee anche in rapporto a quelle superficiali, nonché progettare la gestione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee e individuare le aree di interesse ai fini idropotabili; al Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali è stato affidato il compito di definire la caratterizzazione chimica e mineralogica dei suoli più rappresentativi delle aree di interesse strategico ai fini idropotabili e delle aree di salvaguardia, nonché predisporre schemi operativi di intervento tesi a razionalizzare le pratiche agronomiche in dette aree; con l'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte è stato instaurato un rapporto di consulenza finalizzato all'effettuazione delle analisi chimiche dei campioni prelevati, non-

ché al supporto del personale regionale e degli enti di ricerca con altro personale specializzato da incaricare appositamente per la realizzazione delle attività progettuali infine per la realizzazione delle attività informatiche correlate al progetto PRISMAS, la relazione tra il suddetto progetto e gli altri progetti afferenti al SINA, che richiede una gestione informatizzata dei dati derivanti dalle acque sotterranee con altri dati provenienti da comparti ambientali diversi, nonché il raccordo tra la banca dati regionale e il sistema informativo nazionale, si è ritenuto opportuno avvalersi delle specifiche competenze del CSI Piemonte, quale ente strumentale della Regione deputato alla realizzazione e gestione dei sistemi informativi. Al fine di sviluppare gli approfondimenti tecnico-scientifici e di controllare le fasi di realizzazione e lo stato di avanzamento dei lavori è stato costituito un Comitato Tecnico-Scientifico formato da due rappresentanti regionali e da un rappresentante per ogni altro soggetto partecipante al progetto. Il progetto regionale di durata triennale, effettivamente cominciato a febbraio 1997, è terminato ad agosto 2000 a seguito di una proroga di 6 mesi ratificata in seno al Comitato Tecnico-Scientifico.

3. La rete di monitoraggio delle acque sotterranee

3.1 PRIMA INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI DELLA RETE

L'attività è stata preceduta da una preliminare ricostruzione del modello idrogeologico alla scala 1:250.000 delle aree di studio, in quanto non esisteva un quadro di riferimento idrogeologico alla scala necessaria di indagine e gli obiettivi del progetto prevedevano la creazione di due reti sovrapposte in modo da sorvegliare un "acquifero superficiale" e l'insieme degli "acquiferi profondi", anche in relazione alla normativa regionale per l'uso delle acque sotterranee. Si è quindi effettuata una ricostruzione originale delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo, operando una distinzione dei diversi corpi acquiferi sulla base di criteri geologici, idrogeologici e idrochimici; in tal modo è stato possibile operare una prima suddivisione tra acquifero superficiali e acquiferi profondi. Pertanto, previa determinazione di una superficie di separazione tra l'acquifero superficiale e quello profondo, da rivedere e dettagliare sulla base di ulteriori dati e misure, si è proceduto alla ricerca operativa dei pozzi da attribuire alle due reti nel modo di seguito descritto.

Si è dapprima proceduto alla raccolta e analisi critica di alcuni studi pregressi riguardo la ricostruzione del modello idrogeologico. Poiché non sono stati individuate ricostruzioni idrogeologiche esaustive alla scala del territorio esaminato e reti di misura preesistenti, è stato necessario condurre studi integrativi mediante censimento di dati (archivi pozzi e archivi dati di analisi chimiche) presso Enti pubblici e privati.

L'individuazione preliminare dei punti della rete di monitoraggio è stata svolta durante una prima campagna sul terreno durata da giugno 1998 a gennaio 1999 e si è basata sulle seguenti caratteristiche di idoneità alle misure quali-quantitative:

- conoscenza delle caratteristiche stratigrafiche del pozzo e di completamento (per i pozzi superficiali, in casi eccezionali ci si è limitati alla sola profondità dell'opera di captazione);
- possibilità di misura del livello statico e, nel caso di funzionamento del pozzo, possibilità di sospendere il prelievo per un tempo idoneo alle misure;
- agevole accessibilità per permettere un campionamento in tempi brevi e per tutto l'anno (sono da evitare possibilmente i pozzi irrigui che sono forniti di approvvigionamento energetico solo nel periodo estivo);
- possibilità di campionare le acque direttamente dalla testa pozzo, evitando cisterne e serbatoi di stoccaggio che potrebbero determinare modificazioni ai parametri chimico-fisici;
- isolamento della testa pozzo dalla superficie al fine di evitare infiltrazione delle acque dalla superficie;
- rappresentatività del pozzo in merito alle caratteristiche dell'acquifero e quindi è preferibile selezionare pozzi attivi, al fine di ridurre i tempi di spurgo.

Per una parte dei punti prescelti non è stato possibile osservare pienamente le caratteristiche sopra descritte. In particolare alcuni pozzi si sono presentati in grado di fungere da solo monitoraggio quantitativo (misura del livello piezometrico) e altri da solo monitoraggio qualitativo (prelievo di campioni d'acqua); data l'esigenza di coprire omogeneamente il territorio studiato è stata accettata questa situazione in assenza di soluzioni alternative. La procedura di selezione del punto disponibile per la rete di monitoraggio ha previsto una fase di individuazione di dettaglio del pozzo ed una di sopralluogo in sito per la verifica dell'effettiva idoneità alle misure e la compilazione di una scheda descrittiva appositamente progettata che integra le informazioni strutturali e di esercizio del pozzo, quelle sulle modalità di campionamento e sulle caratteristiche del corpo idrico sotterraneo interessato e contiene i dati piezometrici e di qualità delle acque. In questa prima fase è stata utilizzata una maglia di 9 km², ovvero si è scelto un punto di monitoraggio ogni 9 km², per l'acquifero superficiale, mentre per l'acquifero profondo laddove possibile di 16 km². Tenendo conto che l'area interessata dal progetto PRISMAS è complessivamente di circa 4000 km², sono stati individuati circa 440 punti di monitoraggio della falda superficiale e circa 250 di quelle profonde

Su tali punti oltre alla misura del livello piezometrico, ove possibile, e ad alcune determinazioni chimiche speditive, eseguite in campo, quali la misura del ph, della conducibilità elettrica, del potenziale redox, della temperatura e dell'ossigeno disciolto, previo prelievo di campioni, sono state eseguite analisi chimiche di laboratorio sui parametri indicati in tabella 1. Le modalità di prelievo, trasporto, conservazione e trattamento del campione sono state definite attraverso una apposita procedura redatta dall'ARPA.

3.2 INDIVIDUAZIONE "DEFINITIVA" DEI PUNTI DELLA RETE

Sui punti di prima individuazione si sono eseguite 2 campagne di misura: maggio-agosto 1999, novembre 1999 - gen-

Figura 1: Aree dei progetti di monitoraggio delle acque sotterranee messi in atto dalla Regione Piemonte

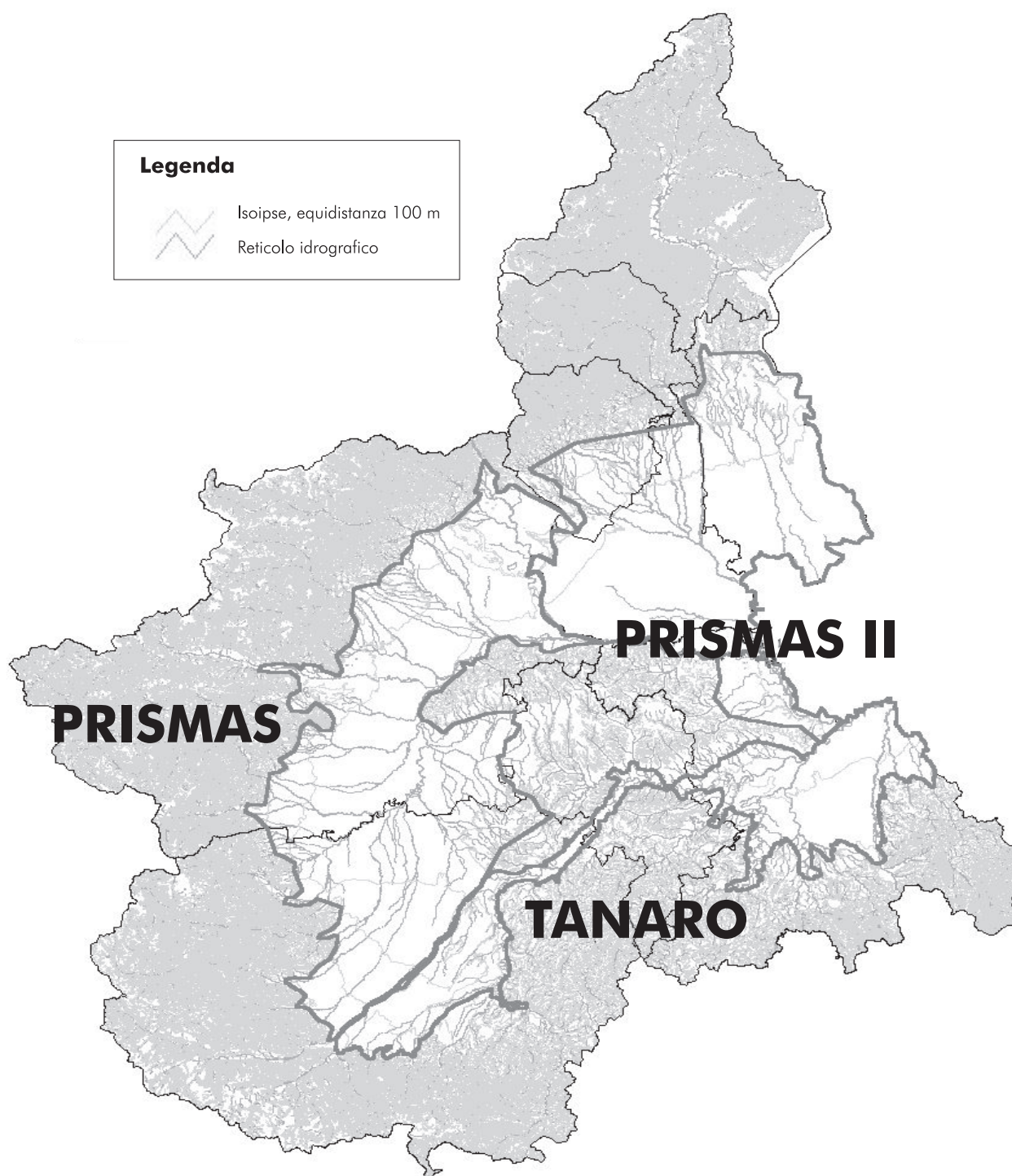


Tabella 1: Lista degli analiti ricercati nella prima fase di monitoraggio

| | PARAMETRO | ABBREVIAZIONE | UNITÀ DI MISURA | NOTE |
|----|-------------------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1 | Temperatura | T | C | Direttamente in campo |
| 2 | pH | pH | Unit di pH | Direttamente in campo |
| 3 | Conducibilit elettrica | K | $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 20 C | Direttamente in campo |
| 4 | Ossigeno disciolto | O ₂ | mg/L | Direttamente in campo |
| 5 | Potenziale di ossidoriduzione | E-redox | mV | Direttamente in campo |
| 6 | Alcalinit | Alc | mg CaCO ₃ /L | |
| 7 | Durezza | | F | |
| 8 | Sali disciolti totali | TDS | mg/L | |
| 9 | Azoto ammoniacale | NH ₃ -N | mg/L | |
| 10 | Azoto nitrico | NO ₃ -N | mg/L | |
| 11 | Azoto nitroso | NO ₂ -N | mg/L | |
| 12 | Cloruri | Cl | mg/L | |
| 13 | Ortofosfati | PO ₄ | mg/L | |
| 14 | Solfati | SO ₄ | mg/L | |
| 15 | Calcio | Ca | mg/L | |
| 16 | Magnesio | Mg | mg/L | |
| 17 | Sodio | Na | mg/L | |
| 18 | Potassio | K | mg/L | |
| 19 | Cadmio | Cd | $\mu\text{g/L}$ | |
| 20 | Cromo totale | Cr | $\mu\text{g/L}$ | |
| 21 | Ferro | Fe | $\mu\text{g/L}$ | |
| 22 | Manganese | Mn | $\mu\text{g/L}$ | |
| 23 | Piombo | Pb | $\mu\text{g/L}$ | |
| 24 | Nichel | Ni | $\mu\text{g/L}$ | |
| 25 | Rame | Cu | $\mu\text{g/L}$ | |
| 26 | Zinco | Zn | $\mu\text{g/L}$ | |

naio 2000. Nel corso di tale attività sono via, via emerse esigenze di sfoltimento dettate da motivazioni di mole eccessiva di analisi chimiche da effettuare ad ogni campagna di prelievi (essendo l'area molto estesa) e di omogeneizzazione della densità dei punti: infatti in alcune aree o per una densità abitativa minore oppure per una bassa permeabilità dell'acquifero superficiale, il numero di punti esistenti risultava nettamente inferiore.

La seconda campagna di monitoraggio rappresenta uno stadio più evoluto e definitivo nel sistema in quanto è stata operata una ulteriore selezione ed integrazione dei punti in base ad una più omogenea distribuzione all'interno del reticolo in funzione di aspetti urbanistici ed di uso del suolo. Sono stati eliminati i punti scarsamente rappresentativi (pozzi non utilizzati, difficilmente accessibili e localmente inquinati) e ove possibile sostituiti con altri punti registrati

nel corso della prima campagna, oppure, reperiti ex novo. Al termine del progetto la rete di monitoraggio è costituita da circa 130 punti interessanti la falda superficiale e circa 70 punti interessanti le falde profonde.

Va specificato che il livello piezometrico viene misurato esclusivamente sui punti superficiali, su quelli profondi tale misura risulta scarsamente significativa data l'esiguità del numero di punti disponibili.

Per quanto riguarda il monitoraggio quantitativo la definizione dei parametri analitici presi in considerazione in questa fase ha tenuto conto dei seguenti criteri:

- mantenimento dei parametri idrochimici indicati nella tabella 1, fatta salva la possibilità di una lieve semplificazione della tabella stessa in base ai risultati emersi dalla prima fase;
- inserimento di ulteriori parametri di tipo ambientale, utili

nel definire il grado di contaminazione delle acque sotterranee da parte delle attività antropiche; questi parametri sono classificabili in due gruppi e precisamente:

- a) composti organici volatili (VOC), caratteristici indici di inquinamento delle falde da attività di tipo industriale; valutati singolarmente sulla base dei dati analitici via, via disponibili circa la presenza di questi composti nelle acque sotterranee piemontesi;
- b) pesticidi, residui delle attività agricole di tipo intensivo condotte sul territorio; secondo una lista predisposta dall'ARPA di principi attivi ed eventuali metaboliti da ricercare su tutto il territorio regionale sulla base di quelli attualmente più utilizzati in agricoltura e di quelli non più utilizzati ma ancora ritrovati con una certa frequenza nelle acque di falda piemontesi; tale lista generale potrà eventualmente essere integrata a livello locale in funzione delle specifiche coltivazioni;
- eventuale ampliamento della lista di metalli pesanti da determinare.

3.3 LA RETE DI MONITORAGGIO IN AUTOMATICO

Finalità di tale struttura è la rappresentazione nel tempo delle condizioni quali-quantitative delle risorse idriche sotterranee del territorio regionale.

Tale rete risulta attualmente limitata, per ragioni tecniche legate all'affidabilità delle strumentazioni, alla sola parte quantitativa.

Si ritiene che in una prima fase sia da realizzare una rete di monitoraggio solo della falda superficiale in quanto:

- è possibile una maggiore sicurezza di identificazione dal punto di vista idrogeologico (sulla base dello stato attuale delle conoscenze);
- è maggiormente sensibile all'impatto degli agenti naturali ed antropici;
- è di interesse ambientale;
- richiede un minore onere tecnico-economico per la realizzazione del monitoraggio.

Attualmente sono in fase di esecuzione 55 piezometri distribuiti omogeneamente sul territorio di pianura della regione e ubicati in corrispondenza di strutture idrogeologiche che alimentano i grandi prelievi acquedottistici o in aree dove le informazioni risultavano carenti. È previsto il loro equipaggiamento con strumentazione per il rilievo in continuo del livello piezometrico.

Tale rete sarà operativa a partire dalla primavera 2001.

4. Elaborati tecnici prodotti

I dati provenienti dalle campagne sono stati inseriti su supporto informatico utilizzando prodotti contenuti nei normali pacchetti di "office automation": Excel e Access ed elaborati con il programma AutoCad per il disegno delle sezioni idrogeologiche, con il programma Surfer, per il disegno delle isolinee, e con il GIS ArcView per la georeferenziazione dei dati territoriali dell'elaborazione delle carte tematiche.

Gli elaborati tecnici prodotti sono stati:

- monografia dei punti d'acqua monitorati secondo la sche-

da tecnica prestabilita (campagna preliminare, 1° e 2° campagna);

- sezioni idrogeologiche schematiche.

Le seguenti carte tematiche di carattere generale:

- carta della base dell'acquifero superficiale;
- carta della traccia delle sezioni idrogeologiche schematiche;
- carte della portata specifica acquifero superficiale e profondo;
- carta idrogeologica (dati piezometrici relativi alla campagna preliminare);
- carta della rete di monitoraggio in automatico del livello piezometrico;
- carte della rete di monitoraggio quanti-qualitativa delle 3 campagne di misura;
- le carte idrochimiche relative alla distribuzione dei seguenti parametri: conducibilità elettrolitica, nitrati, ferro, manganese, prodotti fitosanitari nella falda superficiale ed in quelle profonde relative alle 2 campagne di misura eseguite (le due più recenti).

Una prima utilizzazione pratica dei dati provenienti dalla rete di monitoraggio si è avuta in occasione della prima definizione delle aree vulnerabili da nitrati di origine agricola così come prescritto dall'Allegato VII del DLgs 152/99. Si è inoltre fatto un primo tentativo di elaborazione dei risultati della rete di monitoraggio ai fini di quanto previsto dal DLgs 152/99 circa la classificazione delle acque sotterranee, sono state infatti prodotte la carte della qualità chimica delle acque della falda superficiale e profonda ai sensi del DLgs 152/99; i risultati di tale elaborazione sono riportati in tabella 2.

5. La gestione informatica dei dati della rete

È in fase di costruzione da parte del CSI - Piemonte il data base e l'applicativo che dovranno contenere e permettere la gestione dei dati provenienti dalla rete, l'informatizzazione del sistema è partita dalla preparazione delle schede di immissione dati da utilizzare nei rilievi di campagna.

Le schede, progettate con le indicazioni provenienti dagli esperti di acque sotterranee, hanno costituito la base per la fase di riorganizzazione delle informazioni; l'informatizzazione persegue l'integrazione dei dati rilevati con altre informazioni quali immagini di schizzi delle opere, fotografie, diagrammi. In una prima fase la realizzazione del programma di caricamento dati alfanumerici è consistita nella progettazione logica e concettuale della struttura del database e delle maschere ad input controllato per l'inserimento dati, nell'impostazione di query di ricerca, nell'accesso guidato tramite macro-comandi e in reports di documentazione. In una seconda fase, tramite un applicativo di gestione alfanumerico-territoriale, verranno raggiunti, tra gli altri, i seguenti obiettivi:

- impostare e formalizzare il flusso dei dati e individuare i soggetti interessati al loro trattamento e fruizione;
- gestire le informazioni acquisite e quelle che si continueranno ad acquisire: oltre alle informazioni cosiddette 'anagrafiche', anche e soprattutto gestire ed elaborare le mi-

Tabella 2: Classificazione chimica ai sensi del DLgs 152/99 delle acque sotterranee

| CLASSE CHIMICA | FALDA SUPERFICIALE 1 ^a campagna numero campioni | FALDA SUPERFICIALE 2 ^a campagna numero campioni | FALDE PROFONDE 1 ^a campagna numero campioni | FALDE PROFONDE 2 ^a campagna numero campioni |
|-----------------|--|--|--|--|
| 0 | 9 | 5 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 6 | 6 | 4 |
| 2 | 33 | 36 | 47 | 40 |
| 3 | 44 | 28 | 9 | 8 |
| 4 | 23 | 5 | 3 | 7 |
| 4-0 (*) | 9 | 10 | 10 | 12 |
| Totale campioni | 120 | 90 | 75 | 71 |

(*) Ancora non chiara l'origine dell'inquinamento: se antropica o naturale oppure presenza di inquinanti di entrambe le origini.

- sure effettuate dalle stazioni di monitoraggio in automatico e dai punti di monitoraggio manuali;
- fornire procedure di validazione per le misure effettuate;
- inserire definitivamente nella base dati consolidata le misure validate;
- applicare algoritmi statistici ai dati alfanumerici, il risultato ottenuto deve poter essere rappresentato su grafico;
- effettuare analisi territoriali sui dati geografici, il risultato ottenuto deve poter essere rappresentato su base territoriale.

Lo strumento di gestione alfanumerico-territoriale della Regione Piemonte dovrà essere un applicativo che consente: funzionalità di prima validazione automatica dei dati all'atto dell'acquisizione; funzionalità di gestione dei dati relativi alle acque sotterranee, integrando le informazioni alfanumeriche con quelle geografiche; funzionalità semplici per l'elaborazione dei dati. È importante l'attività di analisi, condotta in stretta collaborazione con gli utenti dell'applicativo, finalizzata ad individuare:

- flusso dei dati: acquisizione, validazione, fruizione, per le diverse tipologie di informazione e relativamente a tutti i soggetti coinvolti: Regione, Dipartimenti ARPA, Province, Autorità di Bacino, ANPA, Ministero dell'Ambiente, ecc. evidenziando le responsabilità sui dati stessi (possibilità di aggiornamento, validazione e diffusione);
- "primo modello dei dati" e le funzionalità generali atte a soddisfare le esigenze dell'utenza riguardo ad acquisizione/validazione, gestione, fruizione ed elaborazione dei dati medesimi;
- dati che richiedono la memorizzazione della dimensione temporale associata;
- ambiente operativo previsto per l'applicativo.

L'attività di analisi è stata propedeutica alla fase di descrizione dei requisiti funzionali ovvero definire rigorosamente cosa l'applicativo deve fare e quali trasformazioni devono essere fatte su input specifici per generare output specifici, esempio: le modalità di accesso al sistema da parte dell'utente, le modalità d'interfaccia, e soprattutto le modalità di accesso e fruizione dei dati, necessarie per poter soddisfare le esigenze dell'utenza precedentemente individuate nel corso dell'analisi.

La fase di analisi è stata altresì propedeutica alla defini-

zione dell'architettura fisica del sistema: come i livelli logici, individuati in fase di analisi, vengono riferiti ai livelli fisici.

Lo strumento di gestione è di tipo "client/server distribuito"; particolare attenzione sarà dedicata alle modalità di integrazione, fisica e logica, degli utenti, quali i Dipartimenti ARPA, con il Sistema Informativo delle Risorse Idriche regionale.

Inoltre verrà considerata l'integrazione del sistema con altre basi dati che gestiscono informazioni di tipo territoriale ambientale (SITA e SINA).

Le soluzioni tecnologiche che permetteranno l'utilizzo dell'applicativo saranno allineate con quelle del Sistema Informativo delle Risorse Idriche regionale.

6 Prima stima dei costi del progetto PRISMAS per attività svolte

Le attività condotte dalla Regione Piemonte possono essere raggruppate organicamente nel seguente modo:

- Riorganizzazione delle informazioni quali-quantitative sulle acque sotterranee;
- Impostazione e gestione del reticolo preliminare;
- Campionamento del reticolo ed esecuzione di analisi;
- Ottimizzazione del reticolo preliminare ed impostazione e gestione di quello definitivo;
- Strumentazione in continuo livelli di falda in pozzi;
- Elaborazione dei dati e gestione informatizzata delle informazioni.

Le componenti che partecipano ai costi sono relative a costi diretti, presi in carico finanziariamente dal progetto, e costi non computati, collegati a partecipazione di personale ed uso di strutture e beni aventi altre gestione finanziaria.

È il caso dei dipendenti regionali, delle ARPA, delle ASL e di altri Enti che lavorano al progetto, delle strutture e strumentazioni regionali utilizzate per la gestione del progetto, delle strutture e strumentazioni di laboratorio.

Inoltre alcuni Enti universitari hanno messo a disposizione i dati e le conoscenze pregresse sulle acque sotterranee che sono computabili solo in parte all'interno del progetto.

Mentre i costi diretti sono chiaramente valutabili, an-

che per le necessarie rendicontazioni amministrative, la valutazione del "costo" di personale e dell'uso di strutture e strumentazioni pubbliche richiede analisi specifiche.

Si riportano di seguito i costi reali accorpatisi per operazione, che si ritengono indicativi di quale è stato e potrà essere l'impegno per attivare attività di monitoraggio a scala regionale, tenendo conto di quelle che sono le voci fuori dalla tabella 3.

Dai costi generali sopra riportati (non incluse le indicazioni sulle valorizzazioni di personale e strutture non contabilizzate) si possono trarre alcune informazioni specifiche che possono dare un'indicazione sui costi unitari della impostazione e sperimentazione di un reticolo preliminare ed impostazione di un reticolo definitivo così come ha fatto la Regione Piemonte.

7. Conclusioni

Per merito dei progetti Tanaro, PRISMAS e PRISMAS II, la regione Piemonte ha potuto dotarsi della rete di monitoraggio delle acque sotterranee in tempo utile rispetto alle scadenze

fissate dal decreto legislativo 152/99 e successive modificazioni ed integrazioni, traguardo che la regione Piemonte in quanto regione capofila per l'ambiente nella Conferenza Stato Regioni non poteva permettersi di mancare. Grazie a questi progetti allo stato attuale l'Amministrazione è in grado di fornire indicazioni utili sia alla pianificazione a livello regionale sia, data la valenza interregionale del progetto PRISMAS, all'evoluzione tecnica del DLgs 152/99.

Nel sottolineare che tutto quanto sopra descritto si è potuto concretizzare a fronte dei cospicui finanziamenti messi in gioco, occorre anche evidenziare che senza la continuità del supporto economico sarà difficile garantire il mantenimento del sistema all'attuale livello di dettaglio, tanto più che le prime applicazioni dei dati finora acquisiti (prima individuazione delle aree vulnerabili da nitrati) fanno rimarcare la necessità d'intensificare ulteriormente la rete nelle aree ad elevata criticità ambientale e di avviare studi ed indagini di approfondimento.

Bisogna inoltre sottolineare che la regione Piemonte avvierà, in attuazione del proprio Piano Direttore delle Risorse idriche attualmente in fase di approvazione da parte

Tabella 3: Prima suddivisione operativa dei costi del progetto PRISMAS

| ATTIVITÀ PRINCIPALI | | TIPOLOGIA DEI COSTI | IMPORTO TOTALE (Lire) | COSTI NON CONSIDERATI |
|---------------------|---|---|-----------------------|--|
| 1 | Impostazione e gestione del reticolo preliminare | <ul style="list-style-type: none"> • Collaborazione geologica ed informatica • Apparecchiature informatiche e licenze software • Missioni e sopralluoghi | 213.000.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Gestione amministrativa • e coinvolgimento enti locali • Utilizzo di spazi e strumentazione regionale • Spese incontri, missioni e sopralluoghi |
| 2 | Prima impostazione reticolo definitivo | <ul style="list-style-type: none"> • Missioni e sopralluoghi • Elaborazione dati | 47.000.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Gestione tecnico-amministrativa |
| 3 | Campionamento del reticolo ed esecuzione di analisi | <ul style="list-style-type: none"> • Operatori • Analisi chimico-fisiche, materiali di consumo, colonne e reattivi • Carburanti, manutenzione, riparazione, assicurazioni | 480.000.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Gestione amministrativa • Coordinamento degli operatori e dei laboratori • Personale laboratori e responsabili PMP • Tecnici aziende acquedottistiche |
| 3 | Perforazione piezometri, installazione strumentazione in continuo livelli di falda in pozzi (n. 23) (in corso di realizzazione) | <ul style="list-style-type: none"> • Progettazione preliminare • Progettazione esecutiva, perforazione piezometri, acquisto ed installazione strumentazione • Controllo | 310.000.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Strumentazione di pozzi con fondi di altri progetti con registratore locale • Gestione amministrativa e tecnica |
| 4 | Elaborazione dei dati e gestione informatizzata dei dati e risultati | <ul style="list-style-type: none"> • Collaborazione geologica • Collaborazione informatica • Collaborazione GIS • Licenze software • Spese varie • Diffusione dati con bollettini, pubblicazioni ed in rete | 327.2700.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Gestione amministrativa • Utilizzo di strutture e strumentazioni diverse dal progetto • Apporti di altro personale |

del Consiglio regionale, accordi di programma con le proprie province e le proprie ATO per promuovere un'evoluzione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee verso un sistema integrato di reti tra la rete di interesse regionale e quelle di controllo realizzate dalle autorità a ciò preposte.

Bibliografia

Ansaldi G., Maffeo B. (1979)

Note illustrative della carta idrogeologica della Provincia di Cuneo. Ufficio Studi e Programmazione della Provincia di Cuneo.

Ansaldi G., Maffeo B. (1981)

Inventario delle risorse idriche della Provincia di Cuneo. Parte VI. Le acque sotterranee della Pianura Cuneese (alla sinistra della Stura di Demonte). Ufficio Studi e Programmazione della Provincia di Cuneo.

Biancotti A. (1977)

L'evoluzione recente ed attuale di un tratto dell'alta Pianura Padana del Piemonte sud-occidentale. Mem. Acc. Naz. Linc., 14, 191-225, 4 ff., 2 tt.

Biancotti A. (1979)

Rapporti tra morfologia e tettonica nella Pianura Cuneese. Geo. Fis. Din. Quat., vol. 2, 51-56.

Beretta G.P. (1992)

Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee, 623-659. Ed. Pitagora Bologna.

Beretta G.P., Civita M., Francani V., Muratori A., Pagotto A. et alii (1988)

Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee, 195-246. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Ed Geo-Graph Segrate (Mi).

Bonsignore G., Borgo A., Crema G.C., Malaroda R., Mediolì F., Montrasio E., Ragni U., Schiavinato G., Venzo S., Zanella E. (1969)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 57 VERCELLI (II edizione), Serv. Geol. It., Roma.

Bortolami G.C., Braga G., Dal Prà A., Francavilla F. et alii (1978)

Indagini sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana. (Parte seconda). Quaderni dell'Istituto di Ricerca delle Acque.

Bortolami G., Crema G.C., Malaroda R., Petrucci F., Sacchi R., Sturani C., Tagliavini S., Venzo S., Zanella E. (1969)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 56 TORINO (II edizione), Serv. Geol. It., Roma.

Bortolami G., Carraro F., Crema G.C., Malaroda R.,

Petrucci F., Sacchi R., Sturani C., Tagliavini S., Venzo S. (1969)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 68 CARMAGNOLA (II edizione), Serv. Geol. It., Roma.

Bortolami G., Carraro F., Friz C., Govi M., Malaroda R., Sacchi R. (1966)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 43 BIELLA (II edizione), Serv. Geol. It., Roma.

Bortolami G., De Luca D.A., Filippini G. (1988)

Caratteristiche geolitologiche e geoidrologiche della pianura torinese. In: "Le acque sotterranee della pianura di Torino. Aspetti e problemi". Ass. Ecol. Prov. Torino, M./S.Lit. Torino, 9-16.

Bortolami G., De Luca D.A., Guermani F., Masciocco L. (1996)

Studio per la caratterizzazione delle falde idriche sotterranee del settore terminale del bacino della Dora Baltea. Nota preliminare. IGEA, 7, 25-30.

Bortolami G.C., Maffeo B., Maradei V., Ricci B., Sorzana F. (1976)

Lineamenti di litologia e idrogeologia del settore piemontese della Pianura Padana. Quaderni dell'Istituto di Ricerca delle Acque.

Carraro F., Mediolì F., Petrucci F. (1975)

Geomorphological study of the morainic Amphitheatre of Ivrea, Northwest Italy. Bull. R. Soc. New Zealand, 13, 89-93.

De Luca D.A., Masciocco L., Scarato P. (1995)

Idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi del settore sud-occidentale della pianura torinese. Atti del 2° Incontro Internazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, 11-13 ottobre, Peveragno (Cuneo).

Forno M.G. (1982)

Studio geologico dell'Altopiano di Poirino (Torino). Geogr. Fis. Dinam. Quat., 5, 129-162.

Mattirolo E., Novarese V., Franchi S., Stella A. (1910)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 42 IVREA (Ristampa 1959), Serv. Geol. It., Roma.

Mattirolo E., Novarese V., Franchi S., Stella A. (1910)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 55 SUSA (Ristampa 1959), Serv. Geol. It., Roma.

Mattirolo E., Novarese V., Franchi S., Stella A. (1910)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 67 PINEROLO (Ristampa 1951), Serv. Geol. It., Roma.

Petrucci F. (1970)

Rilevamento geomorfologico dell'Anfiteatro morenico di Rivoli - Avigliana (Prov. Torino) (Quaternario Continentale padano - Nota 3). Mem. Soc. It. Sc. Nat., XVIII, fasc. III, Milano.

Sacco F., Franchi S., Stella A. (1910)

Carta geologica d'Italia, Foglio n° 80 CUNEO (Ristampa 1984), Serv. Geol. It., Roma.