

**GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA
DALLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE**

Linea di Ricerca “Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi”
Il Responsabile



**LINEA DI RICERCA N. 4
RAPPORTO I SEMESTRE 1998**

Prof. Dott. Massimo Civita

PREMESSA

Questa relazione rende conto del lavoro di ricerca effettuato nel corso del 1° semestre del 1998 dalla L.R. 4 del GNDICI. La Convenzione¹ triennale stipulata tra il CNR ed il Dipartimento per la Protezione Civile (qui di seguito indicato come DPC) prevede, infatti, che venga fornito al Comitato di Consulenza per le Scienze Geologiche e Minerarie del CNR ed al DPC stesso un rapporto semestrale sull'attuazione e l'andamento del Programma di Lavoro del Gruppo².

Tutto ciò premesso e come dimostrano i singoli rapporti appresso riportati, le ricerche previste sono state svolte in misura più che ragguardevole da tutte le UU.OO. comprese quelle di recente formazione.

Per comodità di lettura di questo rapporto, come per quelli annuali, è stato riportato in fig.1 l'organigramma dei Progetti Speciali di ricerca e relativi Moduli che la Linea 4 ha in atto.

Come si evince dai singoli rapporti, pur continuando nel portare avanti la programmazione, alcune UU.OO. hanno iniziato ad affrontare nuove aree di lavoro, travalicando la logica regionale. In particolare, è stato iniziato un non facile lavoro di prima fase in Calabria, Regione nella quale la Linea non era ancora riuscita ad operare per mancanza di un' U.O. locale della linea. Il vuoto è stato colmato da una delle U.O. siciliane, la 4.17 di Catania (resp. Prof. Aureli).

Altro apprezzabile contributo di utilità generale viene fornito dall'U.O. 4.6 che, travalicando i propri programmi di ricerca, si è occupata dei problemi relativi all'impatto potenziale di nuove estrazioni di idrocarburi dal sottosuolo off-shore di Venezia.

Da segnalare l'impegno dell'U.O. Del Re (Università Cattolica – Piacenza) nel portare avanti con rigore una valutazione a punteggio delle cosiddette *fonti diffuse di pericolo* (FDP). Questo contributo si affianca a quello in corso di preparazione dell'U.O. 4.8 (ARPA ER, responsabile Dott. A. Zavatti) che sta preparando un analogo lista a punteggio per i *centri di pericolo* (CDP) sulla base delle tabelle ISTAT. Queste liste a punteggio verranno utilizzate nelle metodologie parametriche per la valutazione del rischio d'inquinamento proposte e sperimentate dall'U.O. 4.1 (Politecnico di Torino, responsabile Prof. M. Civita).

Importanti sono anche gli studi e le valutazioni condotte sull'innalzamento del livello dinamico delle acque sotterranee, condotti dalle due UU.OO. milanesi.

¹ Si tratta della Convenzione per l'Attività di Ricerca, Sorveglianza e Consulenza Tecnico-Scientifica in favore del Dipartimento della Protezione Civile in Materia di Rischio Idrogeologico, stipulata all'inizio dell'estate 1996.

² Pur nel pieno ossequio per quanto convenuto e per gli indirizzi dettati dal Comitato CNR, si ritiene doveroso far osservare ancora una volta che l'eccessiva burocratizzazione è senza dubbio perniciosa per le attività di ricerca finalizzata che le UU.OO. portano avanti soprattutto nell'interesse del Paese, con fondi modesti ed obbligo di rendiconti analitici del loro impiego. Inoltre, le ricerche GNDICI dimostrano che il loro svolgimento è relazionabile e dunque giudicabile su archi di tempo pluriennali e non certamente semestrali.

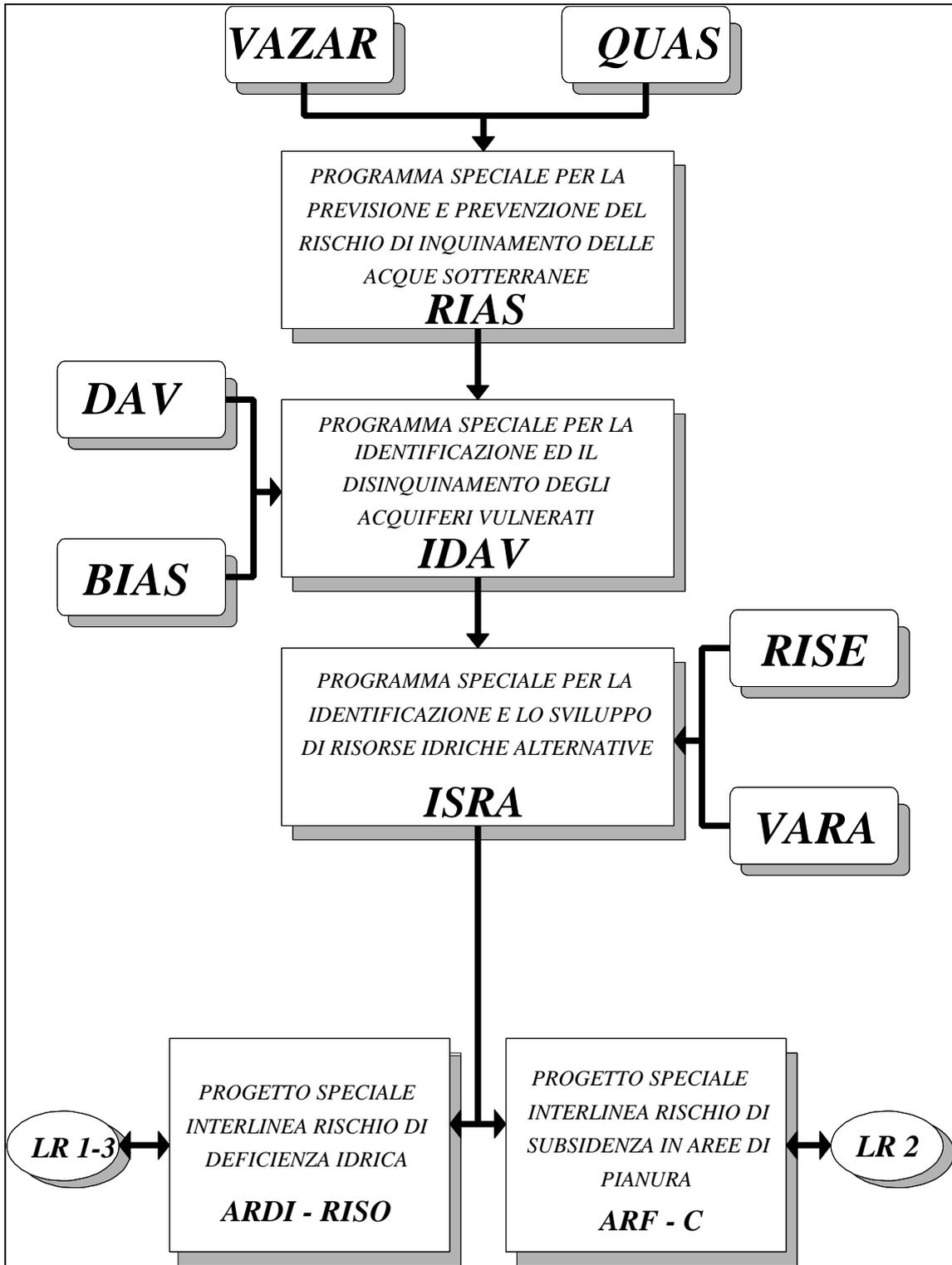


Fig. 1 - Struttura dei programmi della L. R. 4 del GNDCI-CNR

U.O. 4.1

VALUTAZIONE DELLA CONSISTENZA, CARTOGRAFIA DELLA VULNERABILITÀ E QUALITÀ DI BASE DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE DEL CUNEESE

Prof. Massimo Civita³

SOMMARIO

L'Unità Operativa è impegnata nei seguenti progetti di ricerca:

- ⇒ **RIAS** (Moduli VAZAR e QUAS)
- ⇒ **IDAV** (Modulo DAV)
- ⇒ **IDAV** (Modulo RISE)

INTRODUZIONE

L'Unità Operativa è impegnata in una serie di ricerche articolate sui seguenti temi:

- quantificazione delle risorse idriche sotterranee dei vari acquiferi presenti nella pianura cuneese e nelle valli delle Alpi Marittime e delle valli monregalesi; l'obiettivo dello studio è l'ampliamento dell'area di indagine e l'affinamento delle metodologie di indagine adottate nei vari approcci proposti. Nello studio del Bacino del F. Tanaro, inoltre, lo studio degli acquiferi di pianura è stato esteso alle zone di Asti ed Alessandria;
- valutazione della qualità e della quantità delle risorse idriche sotterranee legate ai massicci carbonatici alpini, nel quadro di una pianificazione di approvvigionamento idrico distale di alcuni acquedotti di pianura;
- valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi con comparazione di diverse metodologie ormai consolidate e, in parte, in fase di avanzata sperimentazione;
- verifica sul campo ed applicazione delle metodologie proposte nel Manuale del Modello parametrico a punteggi e pesi SINTACS, con particolare riguardo alla pianura esondata dal F. Tanaro;

³ Dipartimento di Georisorse e Territorio Politecnico di Torino, C.so Duca degli Abruzzi, 24 10129 Torino

- ricostruzione stratigrafica dell'assetto delle pianure cuneese, astigiana ed in parte alessandrina, alla luce dei nuovi dati ottenuti dalla geofisica profonda, dall'interpretazione di centinaia di stratigrafie desunte da pozzi terebrati e dai rilievi appositamente effettuati.

CONCLUSIONI

L'U.O. è impegnata nella valutazione e nella quantificazione dei possibili fenomeni di inquinamento che un evento alluvionale (come quello del Tanaro del 1994) può avere sugli acquiferi superficiali. Tale studio che, per le problematiche sviluppate, ricade entro i moduli VAZAR e QUAS, riguarda tutta la Valle del Tanaro e quindi buona parte delle pianure di Cuneo, Asti ed Alessandria. Nell'ambito del modulo VAZAR è stato terminato lo studio relativo al censimento ed all'identificazione delle discariche abusive identificate in Provincia di Alessandria. In particolare sono state studiate con metodi di *Site Analysis* e *Site Evaluation* le discariche abusive site in Sezzadio, Alessandria, Serravalle Scrivia e Castellazzo Bormida, tutte messe in sicurezza negli ultimi anni. Le metodologie impiegate, hanno permesso di effettuare una comparazione fra le diverse tecniche di indagine, sia in fase di emergenza che, successivamente, nella fase decisionale per la messa in sicurezza e la bonifica definitiva dei siti. I risultati ottenuti mostrano che, qualora ci si fosse serviti delle metodologie suddette alla scoperta delle discariche abusive, grande sarebbe stato il risparmio di tempo e di mezzi per la messa in sicurezza. Si tratta dunque di strumenti tecnico-scientifici di grande utilità nel campo della previsione e prevenzione di disastri ambientali.

É in fase avanzata il censimento dei centri di pericolo della pianura cuneese, astigiana ed alessandrina che ha condotto alla realizzazione di un supporto informatico relativo alle maggiori concentrazioni industriali ivi presenti, alla tipologia ed alle modalità di utilizzo dei principali concimi e diserbanti a supporto chimico, alla tipologia ed all'utilizzo del suolo e, infine, alla tipologia costruttiva dei pozzi per scopi idropotabile, agricolo od industriale, rilevati nella zona.

É stata portata avanti una serie di ricerche relative al modulo RISE, terminando lo studio sugli acquiferi impostati in rocce carbonatiche permeabili per porosità presenti nel massiccio carbonatico dell'alta Val Maira. L'entità delle risorse idriche sotterranee è stata quantificata, identificando con precisione l'area di alimentazione del sistema principale. Contemporaneamente è stato condotto uno studio geochimico sulla qualità delle acque delle sorgenti del Maira, con lo scopo di valutare le variazioni di alcuni *markers geochimici* caratteristici.

In tale ambito si procede all'allargamento di uno studio relativo ad una porzione inizialmente ristretta della pianura cuneese (zona dei cosiddetti Sagnassi di Centallo) la quale è stata individuata come zona di reperimento di risorse idriche integrative e di emergenza. In questo studio è stato anche progettato e dimensionato un ipotetico impianto di prelievo delle acque.

Un dettagliato studio a carattere prevalentemente sedimentologico condotto sulle varie unità deposizionali individuate nella pianura cuneese, ha condotto ad un'interpretazione nuova e per certi versi quasi rivoluzionaria, della struttura idrogeologica dell'intera pianura cuneese. Dopo essere stati evidenziati i rapporti fra acquiferi potenzialmente molto produttivi presenti nei livelli ghiaiosi dilavati, e fra *aquicludes* costituiti da serie ghiaiose intensamente alterate e ferrettizzate, lo studio si

sta ora estendendo agli acquiferi presenti nell'intervallo Pliocene inferiore - Olocene delle pianure di Alessandria ed Asti le quali costituiscono il prolungamento verso nord della pianura cuneese.

Per quanto riguarda il comportamento dei singoli acquiferi della pianura cuneese è stata realizzata una prima carta di vulnerabilità degli acquiferi superficiali, realizzata utilizzando la metodologia SINTACS, ed una carta di vulnerabilità degli acquiferi profondi, realizzata con una metodologia di nuova concezione anche se derivante dalla struttura madre di SINTACS. Tali carte verranno analogamente realizzate per le pianure di Alessandria ed Asti, attualmente allo stato di bozze. Le più importanti problematiche incontrate nella stesura della carta della vulnerabilità intrinseca, sono legate alle caratteristiche del suolo (vegetale, agricolo, residuale) in particolare per ciò che concerne la potenza verticale del suolo stesso. Tale problema rallenta la stesura della griglia del parametro *Tipologia della copertura*, mentre la mappatura degli altri parametri SINTACS procede normalmente.

Si sta inoltre evolvendo una mappatura dettagliata della qualità di base delle acque sotterranee del primo acquifero della pianura cuneese relativa ai parametri del gruppo 1 (parametri chimico-fisici) e del gruppo 2 (sostanze indesiderabili): oltre alle problematiche già evidenziate nel precedente rapporto, sono state messe in luce delle difficoltà di reperimento di dati attendibili legati a:

- difficoltà di rilevazione delle sostanze indesiderabili selezionate (ione ferro, ione manganese ed ammoniaca); in particolare le prime due sostanze, se analizzate con tecniche non specialistiche, mostrano un contenuto (dubbio) al di sotto della soglia di rilevabilità strumentale;
- incompletezza cronica dei rapporti analitici dei vari Enti fornitori di analisi chimiche (ASL, ARPA), che rendono inutilizzabili, per mancanza di anche un solo parametro, l'intera analisi.

Nell'ambito del modulo QUAS e, della Convenzione con la Regione Piemonte, verrà realizzata la mappatura della qualità degli acquiferi superficiali delle pianure di Cuneo, Asti ed Alessandria, non appena risolti i problemi citati nel punto precedente.

COLLABORATORI DELLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Civita Massimo
- Vigna Bartolomeo
- Olivero Gianfranco
- Machiorlatti Margherita
- De Maio Marina
- Scarato Paola
- Borgogno Walter
- Miè Roberta
- Poggio Paolo
- Musto Carlotta
- Fiorucci Adriano

- Pizzo Salvatore

BIBLIOGRAFIA

- Civita M., Manzone L., Olivero G., Vigna B. (1995) - Le sorgenti del Maira: studio di una risorsa idrica di importanza strategica - Atti 2° Conv. Naz. "Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi", Nonantola (Modena) 17-19 Maggio 1995 (Pubbl. GNDCI n. 1184)
- Ballesio F., Cavalli C., Civita M., Macchiorlatti M., Olivero G., Vigna B. (1995) - La pianura cuneese: allocazione, qualità di base e vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee - Atti 2° Conv. Naz. "Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi", Nonantola (Modena) 17-19 Maggio 1995 (Pubbl. GNDCI n. 1185)
- Civita M., Filippini G., Marchetti G., Paltrinieri N., Zavatti A. (1995) - Uso delle carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento nella pianificazione e gestione del territorio - Atti 2° Conv. Naz. "Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi", Nonantola (Modena) 17-19 Maggio 1995 (Pubbl. GNDCI n. 1241)
- Civita M. (1995) - A methodology for delineation and design of spring protection area system - Proceed. XXVI Int. Cong of IAH "Solutions" - Edmonton 4-10 Giugno 1995 (Pubbl. GNDCI n. 1251).
- Vigna B. (1995) - Il contributo dell'analisi sedimentologica nella valutazione della vulnerabilità degli acquiferi - Atti 2° Conv. Naz. "Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi", Nonantola (Modena) 17-19 Maggio 1995 (Pubbl. GNDCI n. 1281)
- Civita M. (1995) - Sul rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee - Atti 2° Conv. Naz. "Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi", Nonantola (Modena) 17-19 Maggio 1995 (Pubbl. GNDCI n. 1282)
- Civita M., Dragone C., Uggeri A., Vigna B. (1996) - Il processo di formazione e differenziazione del chimismo delle acque di un acquifero carbonatico prealpino - Boll. GEAM - Torino (Pubbl. GNDCI n. 1340)
- Civita M. (1996) - La cartografia della vulnerabilità degli acquiferi nei progetti del GNDCI-CNR - Atti giornata di Studio, 16/1/1996 - Milano - Quaderni IRSA n. 101 (Pubbl. GNDCI n. 1344)
- Civita M. (1996) - Previsione e prevenzione dell'inquinamento delle acque sotterranee - Atti Conv SEP-POLLUTION "Acque e Protezione Civile: come prevenire i disastri, come proteggere dagli inquinamenti", Padova 21/4/1996 (Pubbl. GNDCI n. 1358)
- Civita M., Persicani D. (1996) - Approccio teorico alla definizione e stima della capacità di attenuazione del suolo nei modelli parametrici di valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento - GEAM Dicembre 1996 (Pubbl. GNDCI n. 1541)
- Civita M. (1997) - Ricerca finalizzata e Protezione Civile: la filosofia del "livello di base" - DPC informa (in preparazione) (Pubbl. GNDCI n. 1621)
- Uggeri A., Vigna B. (1997) - Use of Optical Brighteners in Applied Hydrogeology - Atti del Convegno "7th International Symposium on water tracing" (Pubbl. GNDCI n. 1632)
- Civita M., De Maio M. (1997) - SINTACS: un sistema parametrico per la valutazione e la cartografia della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. Metodologie ed automatizzazione. - Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale - Pitagora Editrice Bologna. (Pubbl. GNDCI n. 1636).

Civita M., Musto C., Poggio P. (1998) - Uno strumento operativo per i piani di bonifica di aree inquinate: L'analisi di sito. GEAM (in corso di stampa). (Pubbl. GNDCI n. 1853).

U.O. 4.2

STUDIO DELLA EVOLUZIONE DELLA FALDA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'AREA MILANESE

Prof. Angelo CAVALLIN⁴

SOMMARIO

L'U.O. 4.2 è impegnata nel progetto di ricerca concernente: "Studio della evoluzione della falda per la valutazione del rischio di degrado delle acque sotterranee nell'area milanese" afferente al Modulo VAZAR del GNDCI.

INTRODUZIONE

L'attività è stata svolta nell'ambito del progetto di ricerca concernente:

"STUDIO DELLA EVOLUZIONE DELLA FALDA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'AREA MILANESE".

Il grande sfruttamento della risorsa idrica sotterranea avvenuto nei decenni scorsi, ad uso potabile ed industriale, ha contribuito ad una evoluzione negativa della qualità delle acque sotterranee nell'area milanese con conseguente degrado della risorsa idrica per uso potabile ed un forte depauperamento della sua disponibilità. Contemporaneamente si è assistito ad una utilizzazione della zona non satura a profondità sempre maggiori per lo sviluppo di sistemi di trasporto, parcheggi ed anche attività sociali e commerciali, senza la previsione progettuale di adeguate opere di protezione. Le recenti evoluzioni socioeconomiche dell'area hanno prodotto una inversione di tendenza del trend della falda che ha comportato effetti positivi sulla ricostruzione della risorsa, ma effetti negativi sulle infrastrutture ormai presenti, anche legate a servizi primari, quali la metropolitana o gli ospedali.

OBIETTIVI

L'obiettivo dell'unità di ricerca è la messa a punto di metodologie e tecnologie, mediante l'uso dei Sistemi Informativi Territoriali, per la applicazione di modelli distribuiti per la valutazione del bilancio di massa delle acque sotterranee. Sono inoltre

⁴ Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, via Emanuelli 15, 20126 Milano

utilizzati programmi originali per la elaborazione di dati georeferenziati, precedentemente archiviati in data base di pozzi (TANGRAM), al fine di ricostruire le geometrie dei corpi idrici e di valutare, con metodi statistici, la parametrizzazione dei sistemi idrogeologici, input per il modello

ATTIVITA' SVOLTA NEL I SEMESTRE 1998

L'attività del primo semestre 1998 è stata dedicata alla realizzazione di alcune elaborazioni finalizzate all'analisi dell'evoluzione della falda nell'area milanese in rapporto alle variazioni di natura antropica e socio-economica. In particolare l'oscillazione della falda è stata studiata come distribuzione ed entità in rapporto alla variazione dei fattori di bilancio connessi all'evoluzione socioeconomica dell'area, a partire dal 1900 ad oggi.

A tal fine, nel corso del 1997 erano stati raccolti ed elaborati tutti quei dati che avrebbero consentito di caratterizzare l'area in funzione degli elementi (variazione del numero di abitanti, dismissione delle aree industriali, diminuzione del numero di aziende attive) e dei fattori (strutture del sistema, aree di infiltrazione, precipitazioni, irrigazioni, prelievi pubblici e privati) che agiscono direttamente sul bilancio di massa, valutando il grado di correlazione fra gli uni e gli altri ed il loro rapporto con l'evoluzione della falda.

E' stata completata la fase di raccolta dati relativa ai pozzi per acqua che ha portato al censimento ed archiviazione di 1102 pozzi di cui 691 pubblici e 411 privati, per un totale di 745 stratigrafie.

I pozzi codificati e georeferenziati ed i relativi dati sono stati archiviati in un'apposita banca dati idrogeologica per pozzi (TANGRAM) messa a punto presso il Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR. Dalla banca dati le informazioni relative a ciascun modulo possono essere estratte in file Ascii ed esportate in qualsiasi altro software presente all'interno di un SIT. L'estrazione dei dati avviene con criteri diversi in funzione delle finalità di studio.

La dinamica piezometrica analizzata si riferisce al comune di Milano e l'attenzione è stata posta sui fattori antropici legati all'evoluzione socioeconomica dell'ultimo ventennio che hanno determinato oscillazioni molto marcate nei prelievi idrici sotterranei.

In un punto campione del centro della città (Centrale Armi, Fig. 1) si osserva che da una soggiacenza pari a circa -2 m da piano campagna nel 1930, si passa a -17 m nel 1961 e a -36 m nel 1975; nelle zone periferiche in particolare a sud della città invece, la soggiacenza varia, nello stesso arco di tempo, da - 3 m circa ad un massimo di -8 ÷ -10 m.

Già dai primi anni '60 (Fig. 1, in alto a sinistra) al centro della città di Milano cominciava ad impostarsi quello che nei primi anni '70 diventò un vero e proprio grande cono di depressione che portò nel 1975 (Fig. 1, in alto a destra) al raggiungimento della condizione di minimo livello piezometrico storico (massima soggiacenza). Si osserva inoltre che la forte oscillazione piezometrica interessa la parte nord orientale.

Tra il 1975 ed il 1980 si verificò un'improvvisa risalita del livello piezometrico che toccò punte di 10 m nel centro della città. Nel 1980 (Fig. 1, in basso a sinistra) il grande cono di depressione persisteva anche se rispetto al 1975, le sue dimensioni si erano

ridotte così come il gradiente. Per tutti gli anni '80 il livello piezometrico rimase stabile salvo oscillazioni legate alla variazione delle precipitazioni.

Questo equilibrio si spezzò nei primi anni '90 quando anche Milano subì una forte trasformazione economica. Il livello piezometrico risalì ad un ritmo differente a seconda delle zone fino a trovarsi nel 1997, in quasi tutto il territorio comunale, alla medesima quota alla quale si trovava nel 1961 ed in alcuni casi, soprattutto a sud, ad una quota superiore.

In particolare l'innalzamento fu più accentuato nella parte settentrionale dell'area rispetto a quella meridionale tuttavia a nord le conseguenze (danni alle infrastrutture) dei circa 10 m di innalzamento sono state attenuate dalla presenza di uno spessore del terreno insaturo soprastante la falda pari a circa 20 m, mentre a sud i danni alle infrastrutture, quali metropolitana o strutture interrato, sono state notevoli perché lo spessore dell'insaturo nel 1997 si era ridotto a circa 4-5 m.

Nel 1997 la superficie piezometrica (Fig. 1, in basso a destra) non è più interessata dal grande cono di depressione bensì da due assi di drenaggio (artificiali) che vanno scemando verso sud.

La presenza industriale sul territorio, molto forte negli anni '70, in seguito alla dismissione o trasferimento di molte attività, ha ora lasciato spazio ad altri settori economici in particolare quelli legati al terziario, provocando una diminuzione dei consumi conturati (pubblici in figura 2, privati in figura 3 e di spurgo), pari a circa 70 milioni di mc dal 1990 al 1996.

Questo aspetto probabilmente è solo una delle componenti che hanno contribuito alla risalita delle acque di prima falda negli ultimi anni, stimata in circa 140 milioni di mc.

La diminuzione dei consumi totali conturati è infatti attenuata dall'aumento del consumo derivante dal secondo acquifero; verosimilmente il valore di 70 milioni di mc può considerarsi ben inferiore alla reale diminuzione degli effettivi prelievi relativi al primo acquifero. A questo contributo dell'innalzamento si aggiunge un incremento della ricarica naturale dovuto al mancato prelievo delle acque appartenenti al primo acquifero da parte dei pozzi posti a nord di Milano.

Gli effetti socio-economici connessi con questo innalzamento possono essere distinti in effetti diretti sulle infrastrutture presenti sul territorio ed effetti indiretti, legati agli interventi attuati dagli enti pubblici preposti alla salvaguardia delle strutture a rischio. La prima tipologia di effetti può essere identificata nei problemi di esercizio delle linee metropolitane oltre a gravi problemi legati all'infiltrazione d'acqua e alla staticità delle strutture costruite nei periodi in cui il trend della piezometria era in fase di discesa. La seconda tipologia di effetti è legata agli interventi attuati o attuabili per contrastare la risalita.

Tali elaborazioni costituiranno l'input per il modello di flusso distribuito (MODFLOW) che verrà applicato su un'area riferita alla città di Milano, con celle di 100 m di lato. In base ai dati storici relativi agli ultimi anni, il modello sarà calibrato e validato. Verranno simulati gli effetti legati a situazioni meteorologiche estreme, sia positive che negative, alle variazioni nell'uso del territorio e delle attività umane, e le loro iterazioni, non come semplice effetto cumulativo ma nel contesto del sistema idrogeologico.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1997

- Angelo Cavallin
- Pompeo Casati
- Roberto Verro
- Mattia De Amicis
- Tullia Bonomi
- Federica Facchino
- Simona Rizzi
- Giuseppe Rotondaro

BIBLIOGRAFIA

Giuliano G. (ED) (1996): Vulnerabilità naturale e rischio di inquinamento delle acque sotterranee nella pianura padana. Esempi di cartografia sperimentale a scala regionale. IRSA, Rapporti tecnici 145, 14 Tavv., Roma.

Bonomi T., Cavallin A., De Amicis M., Rizzi S., Tizzone R. Trefiletti P., 1998. *Evoluzione della dinamica piezometrica nell'area milanese in funzione di alcuni aspetti socio-economici*. Atti del convegno: La Giornata Mondiale dell'Acqua, Roma, Marzo 1998. In stampa. Pubblicazione n. 1868 del GNDCI.

CNR - GNDCI : Linea di Ricerca "Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi"
 Il Responsabile

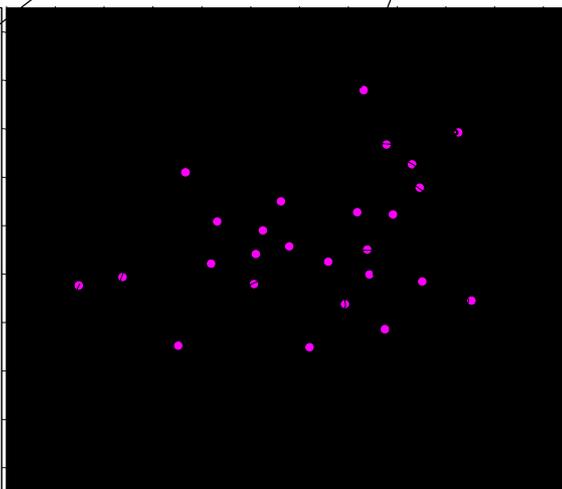
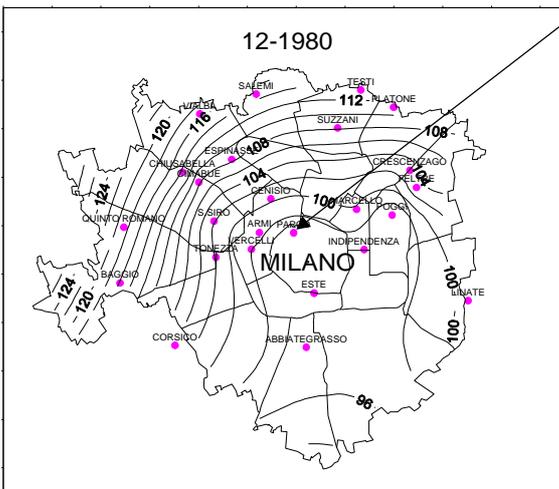
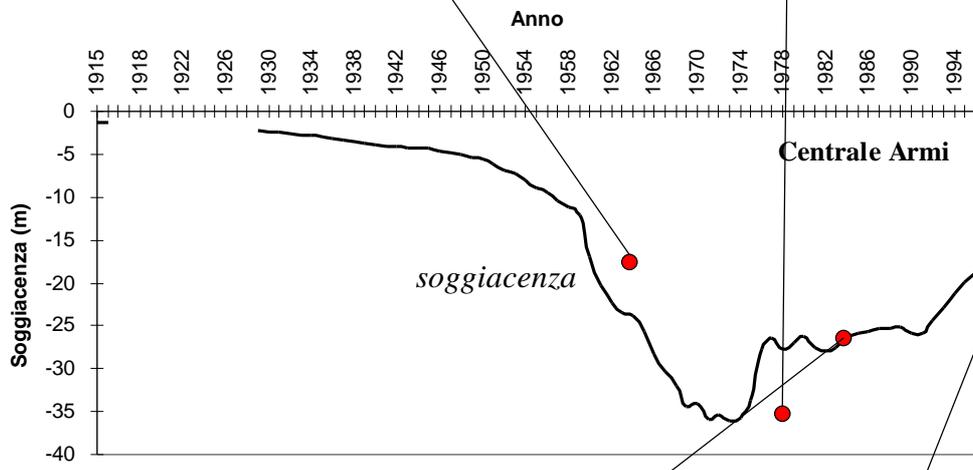
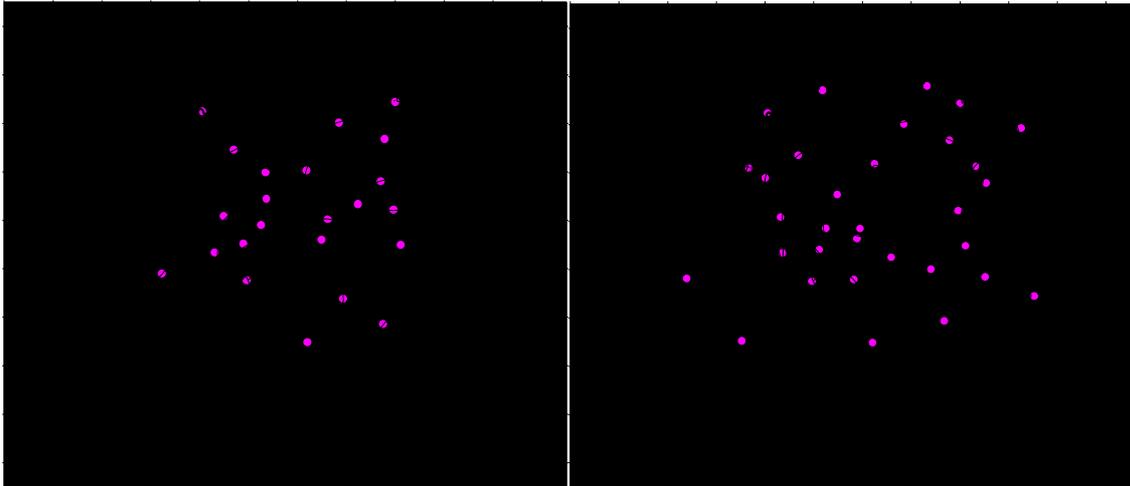


Fig. 1 - Evoluzione della profondità della falda (in m) nella Centrale Armi di Milano dal 1915 ad oggi ed evoluzione piezometrica areale (m s.l.m.) in alcuni anni significativi (1961, 1975, 1980, 1997).

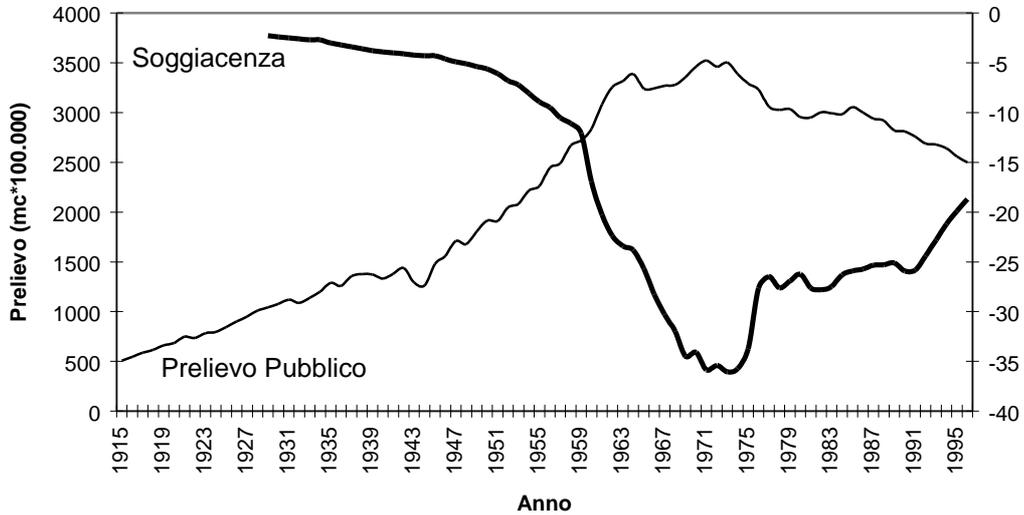


Fig. 2 - Confronto dei prelievi pubblici annuali con l'evoluzione della soggiacenza media annua della falda nella Centrale Armi di Milano dal 1915 ad oggi.

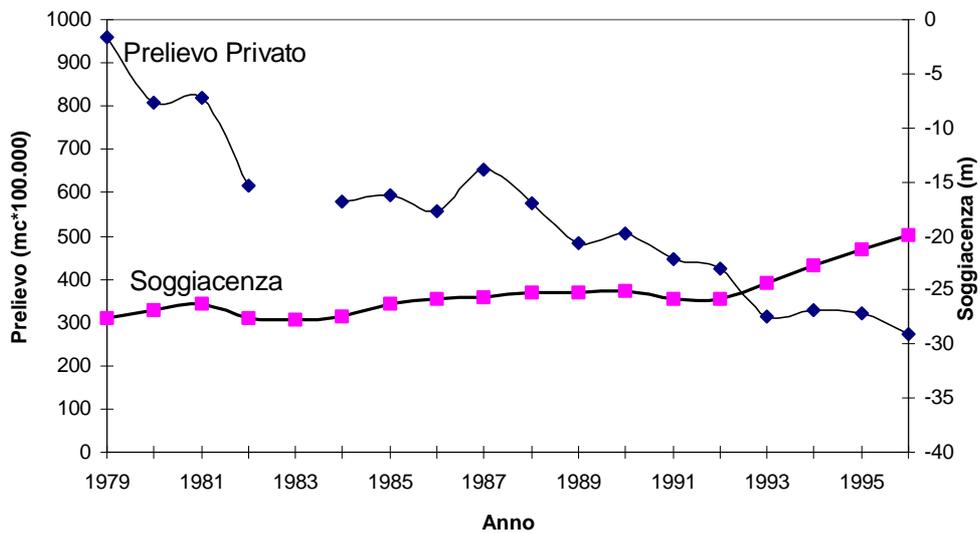


Fig. 3 - Confronto dei prelievi privati annui e l'evoluzione della soggiacenza media annua della falda nella Centrale Armi di Milano dal 1979 al 1996.

U.0.4.3

RICERCA DI AREE IDONEE PER APPROVVIGIONAMENTI IDRICI SOTTERRANEI DI EMERGENZA E PER LO SVILUPPO DELLA RETE ACQUEDOTTISTICA IN LOMBARDIA (ZONE DI RISERVA); STUDI PER IL RECUPERO E IL RISK ASSESSMENT

Prof. Vincenzo FRANCANI⁵

SOMMARIO

L'unità operativa è impegnata nella realizzazione di un programma di studi che comprende:

- difesa dall'inquinamento e recupero delle acque sotterranee (DAV)
- ricerca di fonti di approvvigionamento alternative
- analisi e cartografia del rischio di inquinamento

OBIETTIVI

L'indagine si propone di conseguire i seguenti obiettivi:

- studio per il miglioramento della disponibilità di acque sotterranee
- studio degli inquinamenti industriali e loro bonifica
- protezione degli acquiferi
- cartografia del rischio di inquinamento.

RISULTATI ATTESI

Nel corso del primo semestre del 1998 si sono ottenuti alcuni risultati di interesse, che sono in corso pubblicazione , qui di seguito riassunti.

ARCHIVIO INFORMATICO DEI DATI IDROGEOLOGICI: nel quadro delle ricerche per il miglioramento della disponibilità di acque sotterranee è stata realizzata l'informatizzazione dei dati idrogeologici della Lombardia, per ora limitatamente alle aree di pianura. Si è proceduto alla raccolta e ordinamento dei seguenti elementi:

- dati pluviometrici
- dati idrometrici
- censimento delle irrigazioni e delle portate dei canali irrigui

⁵ Sezione di Geologia Applicata del Dipartimento di Sistemi di Trasporto e Movimentazione del Politecnico, P.za L. da Vinci 32, 20133 Milano

- censimento dei pozzi utilizzabili per costituire una rete di monitoraggio piezometrico
- cartografia piezometrica della prima e della seconda falda
- censimento dei prelievi pubblici e privati
- cartografia idrochimica relativa ai solventi clorurati, cromo, nitrati e ammoniaca a scala 1/50.000.

E' stata inoltre realizzata una cartografia idrogeologica a scala 1/250.000.

Questo complesso di elementi consente di formare una base conoscitiva importante per lo studio della qualità delle acque e del suo stato di degrado, nonché per l'impostazione di analisi del rischio di inquinamento e per la gestione delle disponibilità idriche.

Sono stati a tal fine elaborati i bilanci idrici a livello provinciale e a livello sovracomunale dell'area di pianura.

Ciò ha consentito di evidenziare i prelievi attualmente accettabili per ogni zona, tali quindi da non superare l'afflusso proveniente dalle varie fonti di alimentazione.

Ritenendo che tale dato rappresenti un elemento di considerevole importanza nella pianificazione delle aree urbane, i risultati di questo bilancio verranno presentati al Convegno IAGM di Ischia (ottobre 1998).

STUDI PER IL RECUPERO DELLE AREE INDUSTRIALI DISMESSE

Buona parte della ricerca si è focalizzata su due aspetti:

- l'analisi degli inquinamenti nelle aree dismesse un tempo occupate da industrie
- l'accertamento dei valori dei parametri idrodispersivi delle contaminazioni

Questi due elementi convergono nel fornire la base dei dati indispensabili per la ricostruzione degli inquinamenti esistenti, la delimitazione delle loro zone di provenienza e l'identificazione del futuro sviluppo delle contaminazioni delle acque sotterranee.

Sul primo tema è stata messa a punto una metodologia che, tramite l'analisi multivariata, consente il raggruppamento delle aree che sono connesse con una propria fonte di contaminazione, risultato che rende più facile il riconoscimento e dei diversi centri di contaminazione nelle aree industriali dismesse, caratterizzate da un grande numero di fonti di inquinamento.

Uno studio di L.Guadagnini sviluppa questo argomento.

In un altro lavoro (V.Francani e G.Bardazza) vengono svolte alcune considerazioni relative alla identificazione delle fonti di inquinamento residue nelle aree industriali che sono state sottoposte a un primo intervento di bonifica.

PROTEZIONE DEGLI ACQUIFERI

Sul tema sono in corso approfondimenti tesi a ridurre le difficoltà che si riscontrano abitualmente nell'applicazione della metodologia di Bear per la determinazione delle isocrone degli inquinamenti affluenti a un pozzo.

Un primo articolo ,basato sulla metodologia tradizionale esponeva una tecnica che si desidera superare, in quanto rende eccessivamente complesso il reperimento dei dati voluti. Le ricerche sono tali da permettere di ritenere che entro il 1998 potrà essere presentato un aggiornamento della tecnica tradizionale.

Sulle acque circolanti negli ammassi rocciosi, uno studio di S.Morandi illustra le possibilità di applicazione della teoria della percolazione.

CARTOGRAFIA DEL RISCHIO DI INQUINAMENTO

La maggiore importanza nel quadro delle ricerche dell'U.O 4.3 viene attualmente assegnata alla redazione delle carte del rischio di inquinamento. Per tali scopi è necessario che vengano messe a punto, sulla scorta di quanto progettato dall'EPA, metodiche dalle quali possano essere desunti valori dei parametri idrogeologici e idrodispersivi che consentano di valutare in prima approssimazione e senza prove sul terreno lo sviluppo atteso degli inquinamenti.

A tal fine è in corso da due anni circa una ricerca che ha portato alla stesura di una metodologia di cui è in corso di sperimentazione la validità pratica.

I migliori risultati sono stati forniti dai casi di fonti di inquinamento da cui proviene un carico inquinante uniforme e costante . Si sono scelte quindi per la sperimentazione delle metodologie messe a punto, fonti di inquinamento naturale, come le lacerazioni del substrato della pianura dalla quale provengono soluzioni ricche di cloruri e solfati che "contaminano" le acque di falda della pianura.

I risultati ottenuti sono incoraggianti, e consentono di prevedere la soluzione per questi casi dei problemi relativi alla determinazione dei seguenti parametri:

- velocità di propagazione del contaminante
- dispersività longitudinale e trasversale media
- tempo trascorso dall'origine della contaminazione

nei casi di contaminazioni assimilabili a quelle monodimensionali.

Un articolo su questo argomento (V.Francani e C.Barrago) sarà prevedibilmente pubblicato entro l'anno 1998.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Vincenzo Francani
- Scesi Laura

- Monica Maria Chiara Avanzini
- Mirella Nardo
- Giovanni Pietro Beretta
- Monica Papini
- Maria Letizia Fumagalli
- Laura Guadagnini
- Marco Masetti
- Claudia Sorlini
- Domenico De Luca
- Fabio Colombo
- Anna Lucia Grignetti
- Daniele Daffonchio
- Guido Rosti
- Luca Raffaelli
- Emilio Annibale Denti
- Luigi Saibene
- Paolo Sala

BIBLIOGRAFIA

Franconi V. (1995) - Studi idrogeologici per la difesa dagli inquinamenti diffusi. Suppl. 2 dei Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Editrice, Bologna.

Avanzini M., Beretta G.P., Fumagalli L. e Pagotto A. (1995) - Bonifica di una contaminazione da cromo 6+ mediante lavaggio in situ del terreno nell'area di Brugherio (Milano), *ibidem*.

Beretta G.P., Colombo F. e Pranzini G. (1995) - Progettazione e ottimizzazione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee della media valle del F. Arno (Toscana) mediante l'uso della teoria delle variabili regionalizzate. Suppl. 3 dei Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Editrice, Bologna.

Beretta G.P., Giuliano G., Marchetti G. e Vacca G. (1995) - La contaminazione da nitrati del campo pozzi di Petrignano di Assisi: gli studi conoscitivi ad un sistema integrato di intervento. Suppl. 2 dei Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Editrice, Bologna.

Franconi V., Cianciaruso S. e Bagnati M. (1995) - Criteri di scelta delle aree idonee per l'insediamento di centrali di prelievo per gli acquedotti della pianura lombarda. Le Acque sotterranee, Edizioni Geograph, Milano.

Beretta G.P., Fumagalli L. e Pezzera G. (1995) - Primi risultati sull'analisi del flusso idrico e del trasporto di nitrati nel mezzo non saturo in un campo sperimentale della pianura bergamasca. Atti del 2° Convegno Nazionale sulla Protezione e gestione delle acque sotterranee, Nonantola (Modena). Suppl. 2 dei Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Editrice, Bologna.

Beretta G.P. (1995) - Schemi metodologici per la selezione dei costi delle indagini idrogeologiche e della realizzazione di interventi di risanamento e bonifica. Suppl. Quaderni di Geologia Applicata vol. 4, Pitagora Editrice, Bologna.

- Alberti L. e Francani V. (1996) - Utilità delle carte di flusso relative a sostanze inquinanti nel campo dell'individuazione delle fonti contaminanti. Acque Sotterranee, Edizioni Geograph, Milano.
- Francani V., Cianciaruso S. e Bagnati M. (1996) - Localizzazione e gestione dei pozzi nelle aree soggette a sovrasfruttamento e contaminazione delle acque sotterranee. Quaderni di Geologia Applicata, vol. 1, Pitagora Editrice, Bologna.
- Francani V. (1996) - Proposte per la protezione della qualità delle risorse idriche in Lombardia. Atti del Convegno "Protezione e recupero delle acque sotterranee", Piacenza 3.10.1996, Edizioni Geograph, Milano.
- Fumagalli L. e Beretta G.P. (1996) - Un metodo semplificato per valutare il livello di decontaminazione in aree industriali. Atti Convegno "Protezione e recupero delle acque sotterranee", Piacenza 3.10.1996, Edizioni Geograph, Milano.
- Fumagalli L. e Beretta G.P. (1996) - Flusso idrico e trasporto di inquinanti non puntuali nella zona non satura: predisposizione di campi prova e primi risultati sperimentali. Quaderni di Geologia Applicata vol. 2, Pitagora Editrice, Bologna.
- Francani V. (1996) - Dimensionamento delle zone di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee nelle aree urbane. Acque sotterranee, dicembre 96, Edizioni Geograph, Milano.
- Francani V. e Guzzi G. (1997) - Identificazione dei parametri idrogeologici degli inquinamenti in atto: Quaderni di Geologia Applicata, vol. 1, Pitagora Editrice, Bologna.
- Francani V. e Alberti L. (1997) - Utilità delle carte di flusso per lo studio delle contaminazioni da nitrati in Lombardia. Acque sotterranee, giugno 1997, Edizioni Geograph, Milano.
- Laura Guadagnini (1998) - Applicabilità di tecniche di analisi statistiche multivariate per l'individuazione di sorgenti di contaminazione delle acque di falda (n.1870 GNDCI). Convegno di Ischia, ottobre 1998.
- Vincenzo Francani (1998) - L'archivio informatico delle risorse idriche della pianura Lombarda. (n.1866 GNDCI). Convegno di Ischia, ottobre 1998.
- Vincenzo Francani (1998) - Studi idrogeologici per la determinazione delle aree di provenienza degli inquinamenti nelle zone industriali dismesse (n.1867 GNDCI) Convegno di Ischia, ottobre 1998.
- Stefano Morandi (1998) -Teoria della percolazione e calcolo della conducibilità idraulica in ammassi rocciosi fratturati. Quaderni di Geologia Applicata, vol.2 1998, Pitagora ed.Bologna.

U.O. 4.4

METODOLOGIE AVANZATE DI TELERILEVAMENTO PER LA PREVISIONE E PREVENZIONE DEL RISCHIO DI INQUINAMENTO DELLE FALDE IDRICHE E PER L'INDIVIDUAZIONE DI RISORSE IDRICHE INTEGRATIVE E ALTERNATIVE

Dott. Bruno Marcolongo⁶

SOMMARIO

Le attività di ricerca espletate dall'U.O. 4.4 ricadono nell'ambito dell'alta-media pianura alluvionale dell'Adige a sud di Verona.

INTRODUZIONE

L'attività di ricerca durante il 1° semestre 1998 si è concentrata sull'acquisizione, assieme con il Dip. Di Geologia, Paleontologia e Fisica Terrestre/Università di Padova, di dati sperimentali di natura geofisica, idrodinamica e idrochimica nell'area interessata dallo studio di dettaglio tra Corte Vigasio e Fracazzole, località poste qualche chilometro a Sud di Verona poco a monte del limite settentrionale della fascia delle risorgive.

Nello specifico sono stati realizzati 6 profili elettrici (lunghezza media di 200 m) con configurazioni variabili del quadripolo di Wenner trasversalmente ad uno dei più estesi e continui paleoalvei dell'Adige, che attraversa la zona con direzione NNW-SSE, allo scopo di conoscerne la precisa geometria e valutarne l'influenza sui meccanismi di propagazione dell'inquinamento industriale nelle acque di falda. L'interpretazione dei risultati ha fatto constatare una ottima coincidenza tra dati telerilevati e quelli geofisici, poiché i valori di resistività all'interno del paleoalveo si differenziano in modo netto da quelli immediatamente esterni. In sostanza si registra una tendenza alla diminuzione della resistività nei primi 40 -50 m di profondità al di sotto del paleoalveo rispetto alle fasce di pianura limitrofe. Questo elettrostrato si riferisce ad un complesso alluvionale saturo sostanzialmente ghiaioso-sabbioso, in cui il decremento di resistività può essere attribuito al chimismo dell'acqua, all'aumento della frazione fine, o alla influenza di entrambi i fattori.

Parallelamente su una rete di controllo appositamente predisposta, di circa una ventina di pozzi, sono state effettuate due campagne di prelievo delle acque di falda per l'analisi chimica. I risultati sono stati confrontati con altri dati desunti da ricerche precedenti, così da poter disporre di un arco temporale di osservazione più consistente lungo il paleoalveo prescelto. Focalizzando l'attenzione sul principale contaminante diffuso nell'area (solventi organo-clorurati), si è constatata una sua concentrazione stabile superiore a 6 µg/l nei pozzi all'interno del paleoalveo, rispetto ai tenori presenti

⁶C.N.R. I.R.P.I., C.so Stati Uniti, 4, 35020 Padova

nei campioni prelevati all'esterno, quasi tutti inferiori a tale limite. In questo contesto si inserisce un peculiare comportamento del chimismo delle acque, con l'elevata variabilità dei valori del contaminante in corrispondenza di alcuni punti di risorgiva esterni alla paleostruttura.

Misure piezometriche effettuate sulla stessa rete hanno messo in evidenza un effetto spartiacque da parte della paleostruttura, provocato verosimilmente dalla presenza di sedimenti più fini e meno permeabili al suo interno, come evidenziato anche dalle prove di permeabilità eseguite contestualmente in pozzi drenanti il paleoalveo e al di fuori dello esso (valori rispettivamente di 259 m²/g e 535 m²/g).

CONCLUSIONI

A conclusione, si può affermare che il riconoscimento di un distinto comportamento idrodispersivo da parte di fasce specifiche della pianura apporta significativi elementi base di conoscenza al modello di diffusione dell'inquinamento industriale. Qualora, nella prosecuzione della ricerca, la peculiarità del ruolo esercitato dalle antiche direttrici di deflusso idrico dovesse essere ulteriormente confermata, si potrà allora codificare questa procedura di indagine per un suo uso di “routine”, che individua dapprima la presenza delle “anomalie” strutturali per descriverne poi gli effetti sulla circolazione idrica sotterranea. Ciò permetterà alla fine di elaborare una cartografia puntuale e dettagliata del rischio di contaminazione della falda acquifera, che terrà conto degli effettivi percorsi seguiti dagli inquinanti e consentirà perciò di intervenire con maggiore efficacia a livello sia di risanamento che di prevenzione.

Per quanto riguarda la collaborazione con il Dip. Di Scienze della Terra/Università di Pisa, è proseguita la raccolta, l'elaborazione e la classificazione di dati sulle condizioni idrodinamiche e chimiche delle principali falde, sfruttate a vari livelli con pozzi profondi nella piana del Fiume Cornia. Ciò allo scopo di pervenire ad una più puntuale stima della vulnerabilità, che partendo dal modello DRASTIC possa tenere anche in conto la presenza dei diversi orizzonti acquiferi e la possibilità di una loro contaminazione lungo il rivestimento dei pozzi medesimi.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Marcolongo Bruno
- Antonelli Renzo
- Dal Prà Antonio
- Zambrano Rodolfo
- Vangelista Fabio
- Mantovani Franco
- Spandre Roberto

BIBLIOGRAFIA

Antonelli R., Campagnoni A., Marcolongo B., Surian N., Zambrano R., Una ricerca integrata tra l'alta pianura veronese e l'anfiteatro morenico del Garda per il riconoscimento di risorse idriche alternative e della loro vulnerabilità, Quaderni di Geologia Applicata, 2, Pitagora Ed., Bologna (in stampa).

Altissimo L., Arca F., Dal Prà A., Ferronato A., Fumagalli F., Marangoni L., Mussato A., Zangheri P., Processi di inquinamento chimico-industriale delle acque sotterranee nella media e alta pianura veneta, Memorie dell'Istituto di Geologia, Università di Padova (in stampa).

U.O. 4.6

RISCHIO DI DEFICIENZA IDRICA, PREVISIONE E PREVENZIONE DALL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE (MODULO VAZAR).

RIFLESSI NEGATIVI SULL'AMBIENTE DERIVANTI DALL'ESTRAZIONE DI IDROCARBURI GASSOSI DALL'ALTO ADRIATICO

Dott. Giuseppe Mozzi⁷

SOMMARIO

La Pianura Veneta, apparentemente tranquilla ed esente da problemi ambientali, in questi ultimi tempi è interessata da profonde modifiche a carattere naturale ed antropico che, se non opportunamente contenute e corrette, potranno portare grave scompensamento all'ambiente. Tra queste ricordiamo, in particolare, il depauperamento e il decadimento qualitativo delle acque sotterranee, che costituiscono l'acquifero più importante d'Europa. Pesantemente minacciata è anche l'integrità dei litorali veneti, bassi, sabbiosi e sensibili a variazioni meteo-climatiche ed altimetriche anche di piccola entità.

INTRODUZIONE

GESTIONE DELLE EMERGENZE

Su invito della Prefettura e della Provincia di Vicenza e del Dipartimento Prevenzione dell'ULSS n. 3 di Bassano del Grappa, sono stati effettuati i seguenti interventi:

a) Sversamento accidentale, da una autocisterna, di gasolio lungo la Statale 47 della Valsugana, in territorio del Comune di San Nazario (VI)

Un grave incidente occorso, a metà dicembre del 1997, ad un'autocisterna lungo la Statale 47 della Valsugana ha impegnato, anche nel gennaio 1998, l'Unità Operativa in ripetuti interventi in campo. In collaborazione con i tecnici del Servizio per la Protezione Civile della Provincia di Vicenza, si è provveduto ad impedire l'inquinamento del Brenta e dei suoi canali di derivazione e a suggerire gli interventi più opportuni per la bonifica del luogo accidentato.

b) Episodio di inquinamento da organoclorurati nell'alta pianura veneta

⁷ C.N.R. Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Cà Papadopoli, S.Polo 1364, 30125 Venezia

Nei primi mesi del 1998 sono continuate le indagini finalizzate ad individuare la sorgente dell'inquinamento da organoclorurati che ha, tra l'altro, costretto la chiusura dell'Acquedotto del Comune di Rossano Veneto. Con ripetute campagne di controllo è stata delimitata la zona inquinata e seguito l'inquinamento nel suo evolversi. Individuata la zona da cui l'inquinamento ha tratto origine, non è stato, peraltro, possibile individuarne la sorgente, trattandosi presumibilmente di uno sversamento abusivo in fossato.

c) Inquinamento da gas tossici proveniente da una discarica di "inerti"

L'abbondante presenza di gas metano nel sottosuolo e negli scantinati delle abitazioni prossime ad una discarica di materiali "inerti" ha costretto l'abbandono degli edifici per un lungo periodo di tempo. Stabilito che tale persistente presenza era sicuramente dovuta alla rottura del manto di impermeabilizzazione, è stato deciso di verificare anche l'eventuale inquinamento delle acque sotterranee. Con rilievi tradizionali e tramite una "sonda termica" si è provveduto a definire la locale direzione di propagazione delle acque sotterranee e a programmare l'esecuzione di tre pozzi muniti di filtro esteso all'intera colonna. La loro realizzazione permette ora un controllo efficace della qualità delle acque sotterranee e delle eventuali perdite inquinanti dalla discarica in oggetto.

INDAGINI A CARATTERE IDROGEOLOGICO

1) Sistemi idrici da preservare per le future generazioni

L'orientamento prioritario di salvaguardare gli acquiferi ancora integri quale riserva per le future generazioni ha spinto a realizzare uno studio specifico sui sistemi idrici racchiusi entro i rilievi carsici dell'Altopiano dei Sette Comuni e del Massiccio del Grappa, aree da tempo sottoposte a stretto vincolo ambientale. Una stazione per il rilevamento in continuo di alcuni parametri chimico-fisici è stata attivata in corrispondenza della sorgente "Oliero", mentre sulla cima del Monte Grappa è stata istituita una stazione pluviometrica. In collaborazione con il Dipartimento di Prevenzione dell'ULSS n. 3 è stato, inoltre, attivato un controllo mensile delle caratteristiche chimiche delle acque di alcune sorgenti, alcune delle quali utilizzate da importanti acquedotti locali.

2) Depauperamento del sistema idrico sotterraneo del Veneto

Su incarico dell'Autorità di Bacino del Brenta-Bacchiglione, Piave e Tagliamento è stata avviata un'indagine finalizzata ad individuare le cause del depauperamento in atto nelle falde sotterranee e gli interventi più opportuni da attuare per proteggere tale patrimonio.

3) Rimpinguamento artificiale degli acquiferi sotterranei

Con il patrocinio dell'ARPAV e in collaborazione con il Consorzio Pedemontano Brenta è stato deciso di mettere a punto un progetto per il rimpinguamento del sistema idrico sotterraneo nell'Alta Pianura veneta, al fine di contrastare il depauperamento in atto.

RISCHIO DI SUBSIDENZA IN AREE DI PIANURA

a) Progetto "Alto Adriatico" redatto dall'AGIP S.p.A

Con riferimento al "Progetto Alto Adriatico - Studio di Impatto Ambientale" in oggetto, l'*Unità Speciale Interlinea per il Rischio di Subsidenza in Aree di Pianura* ha analizzato le controdeduzioni formulate dai Tecnici dell'Agip sul parere espresso dalle Autorità locali. Tale analisi ha portato a riconfermare i dubbi in precedenza espressi e ad evidenziare nuovi punti deboli che caratterizzano tale Studio (vedi nota allegata).

b) Salvaguardia dei litorali veneziani

Su incarico della Regione del Veneto l'U.O. è stata interessata a definire eventuali scompensi altimetrici del suolo lungo i litorali veneziani determinati dagli emungimenti autorizzati dalla Legge 31-5-1995, n. 206

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

Si è provveduto ad inserire nell'attività del Gruppo due neo-laureati e quattro laureandi in Scienze Ambientali che hanno adottato, quale argomento per la tesi di laurea, alcune delle tematiche trattate dall'U.O.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Dazzi Renzo
- Mozzi Giuseppe
- Dametto Loris
- Gatto Gino
- Zambon Giuseppe
- Dal Missier Giancarlo
- Fumagalli Flaminio

BIBLIOGRAFIA

Dazzi R., Gatto G., Mozzi G., Zambon G. "**Sversamento, a seguito di incidente stradale, di un'autocisterna di gasolio sulla Statale 47 della Valsugana**". TN n. 187 - CNR, I.S.D.G.M., Venezia, 1998

Dazzi R., Gatto G., Mozzi G., Zambon G.: "**Progetto Alto Adriatico - Studio d Impatto Ambientale. Sulle Osservazioni Tecniche formulate dall'Agip S.p.A.**"

Dazzi R., Gatto G., Mazzoldi A., Mozzi G., Zambon G., Fumagalli F., Guaraglia D.: "**Prevenzione dall'inquinamento del sistema idrico sotterraneo del Veneto (Italia nord-orientale)**". C.N.R. - G.N.D.C.I., Pubbl. n. 1851, Venezia, 1998

U.O. 4.7

VALUTAZIONE DELLA POTENZIALITÀ E DELLA VULNERABILITÀ DELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

Prof. Franco Cucchi⁸

INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto VAZAR l'attività dell'Unità Operativa 4.7 è indirizzata allo studio delle caratteristiche idrogeologiche della Pianura friulana tramite una rilettura dei numerosi dati bibliografici, l'acquisizione di nuovi dati e la loro informatizzazione.

Nell'ambito del progetto RISE, è continuato il monitoraggio delle acque del Fiume Timavo presso l'inghiottitoio di San Canziano (Slovenia), l'Abisso di Trebiciano e le sorgenti di San Giovanni di Duino, in collaborazione con l'Institut Za Raziskovanje Krasa di Postojna (Slovenia), e quello delle tre sorgenti principali del Fiume Livenza, Molinetto, Santissima e Gorgazzo. Sempre in quest'ambito, è iniziata l'elaborazione informatica di una carta della vulnerabilità intrinseca della Pianura friulana in scala 1:50.000.

In particolare, per quanto riguarda lo studio della falda freatica dell'Alta pianura friulana e delle falde artesiane della Bassa pianura, è iniziata una ricerca a tappeto presso Enti e privati delle stratigrafie e dei dati chimico-fisici sulle acque acquisiti negli ultimi 10 anni. Ciò a compendio di quanto già acquisito direttamente dalle USL di Udine, Pordenone e Gorizia, con cui si è collaborato negli anni passati.

Nel corso del Convegno sulle Acque tenutosi a Roma nel marzo 1998 ed organizzato dal CNR, sono stati presentati i primi risultati della campagna di analisi eseguita di concerto con le USL (*Caratterizzazione geochimica delle falde acquifere della pianura friulana*, pubblicazione n° 1832 del GNDCI a firma F.Cucchi, F.Giorgetti, F.Gemiti, G.Massari, S.Oberti) nella quale sono descritte le "province" idrologiche riconosciute ed i relativi flussi di alimentazione.

Attualmente sono in fase di elaborazione informatica i dati chimici relativi ai pozzi per acqua sotto osservazione delle USL reperiti negli ultimi tre anni e gli andamenti della falda freatica negli ultimi trent'anni misurati dall'Assessorato Ambiente - Servizio acque della Regione Friuli-Venezia Giulia. Si intende infatti determinare le linee di tendenza dell'inquinamento e del depauperamento della falda freatica, falda che è risultato alimentare, con intensità diverse, quasi tutte le falde artesiane della Bassa pianura.

Per quanto riguarda il monitoraggio del fiume Timavo e delle sorgenti del fiume Livenza, attivato quale supporto conoscitivo per l'elaborazione delle carte di vulnerabilità, gli strumenti posizionati sono stati in parte rinnovati, tanto che attualmente sono operativi 11 strumenti:

a) sorgenti del Livenza: 3 misuratori di livello centimetrico esterno delle acque (posizionati sui tre corsi immediatamente a valle delle sorgive), un misuratore del

⁸ Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine, P.za Europa 1, 34127 Trieste

battente d’acqua (posizionato in profondità nel Gorgazzo, con range 0-10 m), un misuratore di temperatura e conducibilità (posizionato a -5 m nel Gorgazzo). I primi risultati della ricerca sono stati presentati a Roma, nel mese di marzo durante il Convegno sulle Acque organizzato dal CNR (*Note idrologiche sulle sorgenti del fiume Livenza*, pubblicazione n° 1831 del GNDCI a firma F.Cucchi, P.Forti, M.Giaconi, F.Giorgetti).

b) fiume Timavo: un misuratore di temperatura e conducibilità 300 metri circa all’interno dell’inghiottitoio delle Grotte di san Canziano (Slovenia), un misuratore di temperatura e conducibilità e 2 misuratori di livello (range 0-10 m e 0-90 m rispettivamente) nella Caverna Lindner a -340 m di profondità nell’Abisso di Trebiciano (posizionato circa a metà percorso ipogeo), un misuratore di livello nel Pozzo dei Colombi (ubicato circa 300 metri a monte delle sorgenti), un misuratore di temperatura e conducibilità presso il 1° ramo delle sorgenti di San Giovanni di Duino.

Tutti gli strumenti acquisiscono dati ogni 40 minuti e vengono scaricati da speleologi e speleosubacquei ogni 3-4 mesi. La Regione Veneto fornisce i dati di piovosità del Cansiglio, l’Idroloskj Zavod di Lubiana le portate d’ingresso del Timavo-Reka a Vreme ed altri dati meteorologici, l’ACEGAS di Trieste le portate in uscita del Timavo a San Giovanni di Duino. Tutti i dati sono informatizzati in Excel a cura dell’Unità 4.7 e sono a disposizione di ricercatori ed operatori sul territorio.

Per quanto riguarda l’elaborazione delle carte di vulnerabilità, sono in corso di preparazione quelle relative al cosiddetto Carso monfalconese e goriziano (alla scala 1:10.000) e, come detto innanzi, quelle relative a tutta la Pianura friulana. In particolare queste ultime sono elaborate nell’ambito di una collaborazione fra l’Unità 4.7 e l’Autorità di Bacino dei fiumi Livenza, Tagliamento ed Isonzo.

Nel semestre inoltre, l’Unità 4.7 ha collaborato con il Servizio Scientifico della Protezione civile della Regione F.V.G. nello studio delle acque di falda presenti al disotto degli abitati di Prato Carnico e Ovaro (UD).

Per quanto riguarda la diffusione dei dati raccolti, sono in preparazione:

- l’illustrazione degli strumenti progettati per il monitoraggio in cavità delle acque (da presentare in Mondo sotterraneo, Udine);
- le linee di tendenza dell’andamento della falda freatica dell’Alta pianura friulana (da proporre a Geologia applicata);
- le linee di tendenza di alcuni “traccianti” chimici (NO₃, SiO₂, Ca/Mg) nelle falde friulane (da proporre a Geologia applicata);
- le linee essenziali dello studio per la vulnerabilità intrinseca secondo il metodo SINTACS del Carso triestino (poster già accettato per il prossimo convegno di ottobre organizzato dall’Accademia dei Lincei a Roma);
- la Carta della vulnerabilità intrinseca del Carso Goriziano e Monfalconese.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Giorgetti Francesco
- Stefanini Sergio
- Cucchi Franco

- Giudetti Aurora
- Brandolin Davide

BIBLIOGRAFIA

Giorgetti F. (1996) I potenziali inquinamenti delle acque freatiche dell'alta pianura friulana ad opera delle discariche (Pubbl. GNDCI n. 1376)

Brandolin D., Giorgetti F. (1996) Idrogeologia dell'estremo lembo orientale della pianura friulana Boll. Soc. Adriatica di Scienze, vol. LXXVII, 19-29 (Pubbl. GNDCI n. 1595).

Cucchi F., Giorgetti F., Marinetti E., Kranic A. (1997): Experiences in monitoring Timavo River (Pubbl. GNDCI n. 1633).

U.O. 4.8

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI NELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLA

Dott. Adriano Zavatti⁹

SOMMARIO

L'U.O. 4.8 è impegnata nei Moduli DAV, RISE e VAZAR

INTRODUZIONE

1. Carta della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento della pianura romagnola a scala 1:100.000.
Prosegue e si avvia a conclusione l'informatizzazione dei dati utilizzando le banche dati disponibili presso vari Enti. Si sono peraltro acquisite le nuove informazioni sulla struttura degli acquiferi, rese disponibili dall'Ufficio Cartografico della Regione Emilia-Romagna, che hanno consentito di meglio precisare le aree di alimentazione dei vari orizzonti sovrapposti, soprattutto nella delicata fascia collinare-pedecollinare.
Il primo elaborato in bozza sarà pronto entro fine estate e la carta disponibile entro l'anno.
2. Carta del rischio di inquinamento degli acquiferi
E' in corso di predisposizione lo schema di valutazione di rischio della varie sorgenti inquinanti potenziali che potrà essere utilizzato nella metodologia messa a punto dall'U.O.4.1. Sarà quindi possibile provare la validità su aree già studiate in precedenza.
3. Nitrati negli acquiferi emiliani.
E' stato organizzato un workshop interno per l'approfondimento del problema, raccogliendo le più recenti acquisizioni prodotte da vari Enti. Il confronto tra vari esperti operanti in diversi settori ha permesso di avviare un circuito informativo che produrrà un incremento delle conoscenze complessive, consentendo di mettere a sistema le varie esperienze in corso.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Zavatti Adriano
- Tagliavini Sergio
- Tacconi Enzo

⁹ Agenzia Regionale Protezione Ambientale (ARPA), V.le Fontanelli 21, 41100 Modena

- Baraldi Fulvio
- Scialoja Maria Grazia
- Boraldi Vittorio
- Bertoni Daniele
- Pagotto Adelio
- Zanini Annalisa
- Vitali Maurizio
- Paltrinieri Nadia
- Grana Marco
- Piacentini Daniele
- Odorici Carlo

BIBLIOGRAFIA

D. Bertoni, V. Boraldi, S.Righi, N.Paltrinieri, E.Tacconi, A.Zavatti. Evoluzione idrochimica degli acquiferi dell'alta e media pianura di Modena: nuove evidenze del monitoraggio. (Pubbl. n.1233)

Zavatti A., Attramini P., Bonazzi A., Boraldi V., Malagò R., Martinelli G. Naldi S., Patrizi G., Pezzerà G., Vandini N., Venturini L., Zuppi G.M. La presenza di Arsenico nelle acque sotterranee della Pianura Padana: evidenze ambientali e ipotesi geochimiche. (Pubbl. n.1234)

Barbieri L., Boraldi V., Carta G.P., Curti G.M., Giovanardi G.L., Mozzanica E., Pelosio A., Pizzarotti A., Sorghia G., Tagliavini S., Zavatti A., Zilioli F. Ipotesi di bonifica di un sito industriale con terreni inquinati da solventi aromatici (Fidenza-Parma).(Pubbl. n.1235)

Boraldi V., Pollacci G., Righi S., Tacconi E., Zavatti A. Presenza di 1,1,1 tricloroetano nelle acque sotterranee a Castelvetro (Modena).(Pubbl. n.1236)

L. Barbieri, D. Bartoni, G.L. Fogliani, E. Passaglia, A. Pirondini, C. Santini, E. Tacconi, A. Zavatti. L'infiltrazione dei liquami zootecnici nel suolo: primi risultati di prove preliminari in pieno campo su terreni corretti con rocce zeolitiche.(Pubbl. n.1237)

L.Barbieri, P.Corsinotti, A.Zavatti. Il monitoraggio qualitativo dei suoli nella pianura della provincia di Modena.(Pubbl. n.1238)

G.Alifracò, A.Pelosio, S.Tagliavini, A.Zavatti. La carta di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della pianura di Fidenza (PR), come primo esempio di cartografia informatizzata a scala provinciale.(Pubbl. n.1239)

Baraldi F., Campana G., Castaldini D., Paltrinieri N., Spallacci P., Zavatti A.. La capacità di attenuazione del suolo tra i fattori di valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi. Due esempi: area morenica mantovana e alta pianura modenese (Italia Settentrionale).(Pubbl. n.1240)

M. Civita, G. Filippini, G. Marchetti, N. Paltrinieri, A. Zavatti. Uso della carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento nella pianificazione e gestione del territorio.(Pubbl. n.1241)

E. Coltelli, F. Canavese, C. Maltoni, A. Antoniazzi, B. Spalla, A. Valentini, C. Valentini, A. Zavatti. Un caso di inquinamento del suolo e delle acque sotterranee da solventi organo-alogenati: monitoraggio e programma di bonifica (S.Giovanni in Marignano-Rimini).(Pubbl. n.1242)

L. Barbieri, G.L. Fogliani, A. Lambertini, G. Rossi, A. Zavatti. Bonifica del suolo contaminato da rifiuti ceramici eterogenei, mediante processo di inertizzazione in situ. (Pubbl. n.1243)

F. Baraldi, G. Barzoni, E. Camerlenghi, G. Schivardi, A. Zavatti. Campi acquiferi in zone rurali e urbane in provincia di Mantova: problematiche inerenti la definizione delle zone di protezione e aspetti economici collegati. (Pubbl. n.1244)

Ulteriori lavori presentati a convegni organizzati con la collaborazione dell'U.O. 4.8:

A 1245 Disinquinamento e recupero degli acquiferi. Atti 3° Convegno "L'acqua fattore di crescita del territorio" Lecce 25-26 maggio 1995 in collaborazione con L.Barbieri;

A 1246 Vulnerabilità degli acquiferi e caratterizzazione della presenza di Arsenico nelle acque di falda. Atti Convegno "Piano Acquedotti: un salto di qualità nella gestione della risorsa idrica". Mantova 5 maggio 1995.

Zavatti A. Identificazione e valutazione dello stato di inquinamento delle risorse idriche sotterranee. Problemi Emergenti (Pubbl. N. 1331)

Alifracco G. et al. Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero principale. Alta, media e bassa pianura parmense Scala 1:50.000 (Pubbl. N. 1332).

Barbieri L. et al. Esperienze di cessione di elementi inquinanti da rifiuti speciali e tossico nocivi e valutazione dell'impatto ambientale Atti 2° Conv. Naz. Sulla protezione e gestione delle acque sotterranee Nonantola (Modena) 1995 V.4 (Pubbl. N. 1330).

Zavatti A. Le direttive CEE 91/676 ed il problema dei nitrati nelle acque. Atti Conv. La Normativa Ambientale delle Regioni Italiane Perugia, Marzo 1995 (Pubbl. N. 1283).

Zavatti A. Indici e scale di qualità delle acque sotterranee in: Valutazione di Impatto Ambientale Indici e Scale di Qualità Vismara R. Zavatti A. (Eds.) Quad. Tec. Prot. Amb. Pitagora Ed. Bologna (Pubbl. N. 1279).

Zavatti A. Qualità delle acque sotterranee: metodi di prevenzione e controllo Quad. ISTISAN (Pubbl. N. 1072).

U.O. 4.9

VALUTAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SOSTITUTIVE E DI EMERGENZA DELL'APPENNINO BOLOGNESE, DEL COMPENSORIO DELLA MONTAGNA SENESE, DELLE PREALPI BRESCIANE E DEL BACINO DEL FRIGIDO

Prof. Paolo FORTI¹⁰

PREMESSA

Iniziato nel 1996, e' proseguito per tutto il 1997 e continuato nel primo semestre del 1998 lo studio per l'individuazione delle Risorse Idriche Alternative e di Emergenza del Compensorio della Montagnola Senese, una vasta area della Provincia di Siena ove gli acquedotti pubblici hanno risorse idriche a rischio, sia per la stretta dipendenza dalla ricarica stagionale (con deficienze in caso di siccità) sia per la qualità dell'acqua (acque di cattive caratteristiche chimiche e rischio di inquinamento antropico).

Nel 1997 ha avuto inizio praticamente lo studio delle due grandi sorgenti carsiche del Bresciano, con il supporto logistico e tecnico dell'Azienda Municipalizzata di Brescia. Tale studio sara' completato nell'arco di 3 anni. Nel 1997 sono state installate due centraline meteorologiche nel bacino di alimentazione delle due sorgenti e le stesse sono state anche per il rilevamento in continuo dei dati di conducibilità, temperatura e portata. Nel secondo semestre del 1997 si e' effettuata una prova di tracciamento dal fondo di una nuova cavità che ha dato esito positivo a livello della sorgente del Fontanone di Paitone e si sono iniziati gli studi sugli isotopi stabili e sul contenuto in radon di tutta l'area al fine di meglio caratterizzarne le caratteristiche di ricarica e di idrodinamica.

Nel 1998 si e' anche ripreso lo studio della principale sorgente carsica delle Alpi Apuane al fine di redigere una carta del rischio di degrado delle sue risorse idriche con il metodo messo a punto dal Prof. Civita.

Sempre nel 1998 si e' iniziata una collaborazione con l'U.O. di Trieste al fine di ottimizzare gli studi sugli acquiferi carsici delle due rispettive zone di lavoro.

OBIETTIVI

Nel Compensorio della Montagnola Senese obiettivo della ricerca è di quantificare la potenzialità di questi acquiferi, di verificarne l'idoneità qualitativa all'uso potabile, e di individuare i punti favorevoli per la perforazione di pozzi e le modalità di sfruttamento.

Nelle Prealpi Bresciane la ricerca iniziata riguarda una area carsica limitrofa a Brescia. L'approvvigionamento idrico per la città di Brescia e' attualmente

¹⁰ Università degli Studi di Bologna Dip. di Scienze della Terra e Geologico Ambientali, via Zamboni 67, 40127 Bologna

garantito per oltre il 70% da pozzi di pianura il cui inquinamento tende ad aumentare in maniera critica.

L'U.O.4.9 ha individuato due grandi sorgenti carsiche (Botticino e Fontanone) che, con le loro portate, potrebbero agevolmente sopperire a eventuali deficit idrici. La ricerca verterà specificatamente sulla definizione puntuale del bacino di alimentazione e del regime di queste due sorgenti. Al termine della ricerca si prevede di realizzare una carta di vulnerabilità intrinseca e una carta di rischio di degrado qualitativo.

Nelle Alpi Apuane l'U.O. 4.9 intende completare gli studi che la hanno vista impegnata in tale area per oltre un decennio realizzando una carta di rischio di degrado qualitativo per la sorgente carsica più importante ed attualmente utilizzata come parte integrante del complesso acquedottistico dell'area.

RISULTATI CONSEGUITI

Per quel che concerne le Prealpi Bresciane, nel 1998 i primi dati sperimentali delle centraline meteorologiche e quelli dei datalogger posti nelle due sorgenti hanno permesso di definire in via preliminare l'idrochimica e l'idrodinamica delle due sorgenti, che sono caratterizzate da tempi di corruzione assai bassi. I dati disponibili hanno anche mostrato come pur essendo posizionate in località limitrofe e in litotipi analoghi le due sorgenti hanno risposte differenti agli impulsi meteorici.

Nel primo semestre del 1998 sono poi state effettuate due differenti prove con traccianti per meglio definire i limiti idrogeologici delle due sorgenti e identificare i rapporti esistenti tra queste e le altre sorgenti minori dell'area: i risultati ottenuti sono attualmente in elaborazione.

Si è anche completata la carta dei fenomeni carsici e quella dei produttori e riduttori di inquinamento.

I primi risultati di questa ricerca sono già stati presentati a Convegni e Conferenze e verranno pubblicati entro l'anno (v. Bibliografia).

La collaborazione con l'U.O. di Trieste, iniziata al termine del 1997 ha già permesso di ottenere alcuni risultati pratici: è stato infatti effettuato un primo studio delle caratteristiche idrochimiche e idrodinamiche delle sorgenti del Fiume Livenza (v. Bibliografia).

PROGRAMMI A BREVE SCADENZA

Per quello che concerne le Alpi Apuane si conta di completare, limitatamente al bacino del Frigido, una valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche, secondo lo schema recentemente approntato dal Prof. Civita.

Per quel che concerne il Comprensorio della Montagnola Senese gli studi preliminari iniziati permettono di sperare che, alla fine del 1998 saremo in grado di fornire un primo quadro di RISE.

Infine per quel che concerne le Prealpi Bresciane, non appena i dati che vengono raccolti in continuo copriranno almeno un anno idrologico, le prove con traccianti saranno ultimate come la raccolta dei dati isotopici, si passerà all'applicazione

del metodo SINTACS alle sorgenti medesime per ottenere una carta di vulnerabilità intrinseca.

Si intende anche effettuare su tali aree uno studio sulla valutazione del rischio di degrado delle risorse idriche, secondo lo schema recentemente approntato del Prof. Civita.

Infine, la collaborazione con l'U.O. di Trieste continuerà e verrà per il possibile espansa già da questo anno integrando le reciproche ricerche nei due territori di competenza.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Forti Paolo
- Rabbi Ernesto
- Francavilla Franco
- Pranzini Giovanni
- Civita Massimo
- Piccini Leonardo

BIBLIOGRAFIA

Piccini L., Pranzini G., Tedici G., Forti P. 1997 *Le risorse idriche degli acquiferi carbonatici del comprensorio apuo-versigliese*. Carta 1:50.000. Arca Firenze. Pubbl. GNDCI n. 1584

Cucchi F., Forti P., Giacconi M., Giorgetti F. 1998 *Note idrogeologiche sulle sorgenti del fiume Livenza* Atti Giornata Mondiale dell'Acqua, Roma. . In stampa

Forti P. 1998 *Study of the Intrinsic Vulnerability for the Catchment Areas of two Large Springs in the Brescia Pre-Alps (Italy)*. Book of Abstract, 2nd Int. Symp. On Karst Water Resources, Theran, p. 2

Forti P., Cucchi F., Piccini L. 1998 *Studio della vulnerabilità all'inquinamento di due grandi sorgenti carsiche delle Pre Alpi Bresciane*. Atti Il Rischio Idrogeologico e la Difesa del Suolo, Accademia dei Lincei, Roma, Ottobre 1998. In preparazione

U.O. 4.10N

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DELLE MARCHE ED INDIVIDUAZIONE DI RISORSE IDRICHE INTEGRATIVE, SOSTITUTIVE E DI EMERGENZA PRESENTI NELLA REGIONE

Prof. Torquato Nanni¹¹

SOMMARIO

Le ricerche sviluppate dall'U.O. 4.10N fanno riferimento ai Moduli VAZAR e RISE

INTRODUZIONE

L'attività di ricerca condotta durante il primo semestre 1998 è stata finalizzata al completamento delle indagini idrogeologiche sui differenti acquiferi campione della regione adriatica e alla pubblicazione dei risultati preliminari..

Gli studi hanno interessato i seguenti argomenti:

- idrogeologia delle pianure alluvionali adriatiche;
- idrogeologia dell'area compresa tra i fiumi Cesano e Musone;
- idrogeologia e caratterizzazione idrogeologica delle sorgenti emergenti dagli acquiferi delle dorsali carbonatiche umbro-marchigiane;
- idrogeologia di dorsali carbonatiche dell'Appennino adriatico centro-settentrionale umbro-marchigiano.
- idrogeologia della zona insatura.

IDROGEOLOGIA DELLE PIANURE ALLUVIONALI ADRIATICHE

Cartografia idrogeologica del bacino del fiume Esino (Marche) tra la dorsale carbonatica marchigiana e la costa mediante l'uso di un GIS. Lo studio è stato finalizzato alla ricostruzione dell'idrogeologia, nonché alla creazione di un Sistema Informativo Geografico di tipo vettoriale, collegato ad una banca dati alfanumerica relazionale delle informazioni raccolte, destinato a costituire uno strumento di analisi, gestione e pianificazione delle risorse idriche sotterranee. Tale sistema consente inoltre di poter integrare progressivamente i dati raccolti con nuove informazioni provenienti da successive campagne di indagini, rilievi, prospezioni ed altro, con i conseguenti vantaggi in termini di capacità gestionali ed analitiche del GIS.

Sulla base dei risultati ottenuti dall'elaborazione delle informazioni raccolte ne è derivata una cartografia tematica di tipo idrogeologico con elementi di vulnerabilità, pericolosità e rischio potenziali.

La ricerca si è svolta attraverso le seguenti fasi:

- progettazione generale della struttura del Sistema Informativo;

¹¹ Dipartimento di Scienze dei Materiali e della Terra Università di Ancona Facoltà di Ingegneria, via Brecce Bianche 24, 60131 Ancona

- individuazione delle informazioni cartografiche necessarie e progettazione della banca dati cartografica;
- individuazione delle informazioni alfanumeriche da associare ai dati cartografici e progettazione della banca dati relazionale; predisposizione della tipologia di dati sperimentali da ricercare;
- rilevamento geologico e geomorfologico del bacino del fiume Esino nel tratto compreso tra la dorsale marchigiana e la costa;
- ricostruzione della geometria dell’acquifero mediante indagini geognostiche;
- ricostruzione delle piezometrie stagionali a partire da più campagne di raccolta dati;
- analisi della qualità delle acque di falda e relativa variabilità nel tempo;
- individuazione ed analisi degli elementi di attività produttiva correlata alla produzione di prodotti potenzialmente inquinanti;
- introduzione e editing dei dati idrogeologici, cartografici ed alfanumerici, nel GIS;
- analisi dei dati e produzione di cartografie tematiche.

L’uso del GIS ha consentito di gestire i dati idrogeologici nella loro totalità e di integrarli con quelli antropici, con particolare riferimento ai produttori di inquinanti, permettendo in tal modo la realizzazione di cartografie della vulnerabilità e pericolosità potenziale di inquinamento delle acque.

Il Sistema proposto, caratterizzato da notevoli potenzialità analitiche, aggiornabilità ed integrabilità dei dati, costituisce un utile strumento nello studio, nella gestione, nella pianificazione e nel controllo delle risorse idriche e nella produzione di scenari di rischio potenziale di inquinamento delle acque.

La pianura alluvionale del fiume Pescara (Abruzzo). Le ricerche sono state finalizzate alla caratterizzazione idrogeologica del subalveo ed alla creazione di una banca dati cartografica ed alfanumerica in ambito GIS rivolta alla gestione, pianificazione e tutela delle risorse idriche. La scelta di tali sistemi consente di integrare le banche dati già costituite con informazioni provenienti da successive campagne di studio, permettendo il continuo aggiornamento delle informazioni e delle capacità analitico-gestionali dell’intero sistema.

L’analisi tramite il sistema informativo dei parametri geologici, geomorfologici, idrogeologici, chimici ed antropici ha portato all’elaborazione di una carta idrogeologica della pianura con gli elementi utili per l’analisi della vulnerabilità e pericolosità potenziale dell’acquifero alluvionale.

L’indagine idrogeologica è stata finalizzata alla ricostruzione della geometria dell’acquifero, delle piezometrie stagionali, all’analisi chimico fisiche delle acque, all’analisi dei caratteri idrologici ed idrometrici, mediante misure di portata effettuate sul fiume Pescara tra le Gole di Popoli e la foce.

L’analisi dei dati ha permesso di evidenziare che:

- l’acquifero di subalveo è contenuto nei depositi terrazzati del III e IV ordine;
- la parte alta, dalle Gole di Popoli a Chieti Scalo, della pianura è caratterizzata da un acquifero monostrato costituito da depositi prevalentemente ghiaiosi di spessore variabile attorno ai 25 m;
- la parte medio bassa, da Chieti Scalo alla foce, presenta caratteristiche di multistrato costituito da un livello ghiaioso di spessore variabile tra cinque e dieci m con

sovastante una potente copertura limoso argilloso torbosa con lenti sabbiose spessa da 40 a 50 m;

- la facies idrochimica è di tipo bicarbonato calcica con tenore salino variabile da 0.08 g/l a 2.2 g/l. Sono inoltre presenti, in prossimità della costa, acque a facies cloruro-sodica dovute ad intrusione marina causate dai forti emungimenti a cui l'acquifero è sottoposto in tale area, e nella zona di Scafa, acque senza ioni dominanti con forte incremento di Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- e SO_4^{--} in connessione di un alto strutturale al cui nucleo sono presenti depositi messiniani;
- l'alimentazione dell'acquifero, come evidenziato dalla piezometria e confermato dal chimismo e dalla distribuzione della conducibilità e della temperatura delle acque sotterranee, è dovuta essenzialmente alle acque del fiume Pescara e dei suoi affluenti principali. Il drenaggio sotterraneo risulta fortemente condizionata dai principali paleovalvei del fiume Pescara e dei suoi affluenti principali.

L'analisi del sistema antropico è stata finalizzata all'individuazione degli elementi presenti nel bacino idrografico tra le Gole di Popoli e la foce che, direttamente o indirettamente, possono costituire fonte di inquinamento per le acque sotterranee (reti infrastrutturali, insediamenti e attività produttrici di inquinanti).

I dati relativi al sistema idrogeologico ed antropico, opportunamente introdotti nel GIS, sono stati utilizzati per la realizzazione di una cartografia idrogeologica informatizzata corredata di schemi illustrativi e mappe esemplificativa delle condizioni di vulnerabilità e pericolosità potenziali esistenti nella pianura del fiume Pescara.

IDROGEOLOGIA DI ACQUIFERI CAMPIONE DELLA REGIONE ADRIATICA CENTRO-SETTENTRIONALE

La ricerca sugli acquiferi carbonatici ha avuto come oggetto lo studio di acquiferi campione delle dorsali adriatiche dell'appennino centro-settentrionale. Le idrostrutture carbonatiche analizzate sono quelle del M.te Catria- M.te Nerone, di Cingoli e della Montagna dei Fiori, della Maiella e della Montagna del Morrone. Le indagini sono state rivolte alla ricostruzione della geometria e dell'assetto litostrutturale, all'analisi degli idrogrammi delle sorgenti e alla valutazione dei parametri idrodinamici. Nel primo semestre '98 sono stati analizzati i risultati degli studi condotti sulle idrostrutture analizzate i cui risultati sono attualmente in corso di stampa. Vengono di seguito succintamente riassunti i risultati ottenuti.

La sorgente di Gorgovivo. Le ricerche sono state finalizzate all'individuazione delle zone di tutela, rispetto e protezione della sorgente di Gorgovivo . Tale sorgente, ubicata nel bacino del fiume Esino nel tratto più depresso della dorsale marchigiana dove il fiume incide profondamente la struttura (Gola della Rossa), è la più importante emergenza idrica della regione marchigiana. Le acque di tale sorgente sono state recentemente captate a scopi acquedottistici per soddisfare le esigenze idropotabili della popolazione residente, circa 300.000 abitanti, nella parte medio bassa del bacino del fiume Esino e della zona costiera, tra cui le città di Ancona. L'individuazione delle zone di tutela, rispetto e protezione della sorgente è stata condotta mediante:

- ricostruzione delle condizioni lito-strutturali di un'ampia zona circostante la sorgente;
- analisi del carsismo dell'area e sua influenza nella circolazione idrica sotterranea;

- analisi delle caratteristiche di alimentazione delle sorgenti emergenti dagli acquiferi dei differenti complessi idrogeologici presenti nell'area, mediante ricostruzione degli idrogrammi sorgivi e l'analisi della variabilità dei parametri chimico-fisici delle acque. Ciò allo scopo di analizzare le modalità della circolazione idrica dei bacini di alimentazione di queste sorgenti e in particolare della zona insatura;
- ricostruzione degli idrogrammi fluviali, in sezioni idrogeologicamente significative, del fiume Esino e dei suoi affluenti Giano e Sentino nel tratto in cui tali corsi attraversano la dorsale marchigiana;
- analisi delle variazioni piezometriche e del chimismo delle acque in alcuni pozzi eseguiti nelle gallerie del sistema di captazione della sorgente.

I risultati delle indagini, condotte in arco di circa due anni, hanno permesso di:

- individuare tratti d'alveo del fiume Esino, nell'attraversamento della dorsale marchigiana, caratterizzati da decrementi di portata, da incrementi ed altre a comportamento intermittente. Il massimo decremento, circa 0.5 mc/s, si ha nel tratto terminale della dorsale, a monte degli impianti di captazione della sorgente, dove il fiume Esino insiste sul complesso idrogeologico del Massiccio;
- verificare una stretta correlazione tra variazione dei livelli idrici del F. Esino e variazioni delle quote piezometriche nei pozzi dell'acquedotto consortile;
- verificare una forte dipendenza tra precipitazioni, variazione piezometriche in alcuni pozzi dell'impianto di captazione e idrogrammi sorgivi delle sorgenti alimentate dagli acquiferi della Scaglia e della Maiolica soprastanti quello del Massiccio, che alimenta la sorgente di Gorgovivo;
- verificare l'importanza dei fenomeni carsici nella ricarica dei bacini idrogeologici che alimentano le sorgenti della Scaglia e della Maiolica e del Massiccio e in particolare nella rapida trasmissione delle acque di pioggia, attraverso la zona insatura, agli acquiferi e alle sorgenti.

Sulla base dei risultati raggiunti viene proposta una delimitazione delle zone di tutela, rispetto e protezione della sorgente.

Idrogeologia della Montagna dei Fiori (Marche-Abruzzo). La dorsale carbonatica della Montagna dei Fiori, ubicata tra i fiumi Tronto e Tordino, al confine tra Marche e Abruzzo risulta tamponata, per fattori stratigrafici e tettonici, ad oriente dalle marne e marne argillose mio-plioceniche e negli altri versanti dalle Marne con Cerrognana e dalle Marne della Scaglia Cinerea che fungono da acquiclude per l'acquifero della dorsale. Le indagini sperimentali, sviluppatasi nell'arco di circa tre anni, hanno portato alla ricostruzione delle condizioni d'alimentazione, circolazione idrica sotterranea e all'elaborazione del bilancio idrogeologico. L'analisi delle portate fluviali dei torrenti che attraversano e bordano la dorsale ha evidenziato che il torrente Salinello e il fosso Grande rappresentano delle aree d'alimentazione; il torrente Tordino, che chiude a sud la dorsale, non subisce invece incrementi di portata, pertanto non risulta idraulicamente in contatto con l'idrostruttura della Montagna dei Fiori. Elevati incrementi di portata si registrano invece per il torrente Castellano, nell'area prossima a Castel Trosino. In tale zona, infatti, emergono, nell'alveo del torrente, sorgenti con acque a facies solfato-calcica, elevata salinità e temperature costanti durante tutto l'anno idrologico. Tali sorgenti risultano l'unica zona di recapito delle acque dell'idrostruttura. In tutta la dorsale non si hanno, infatti, sorgenti alimentate dagli acquiferi della Scaglia e della Maiolica. Ciò è dovuto oltre che al particolare assetto strutturale, soprattutto alla

presenza di un carsismo più sviluppato di quanto non appaia in superficie, che permette la rapida veicolazione delle acque di pioggia all'acquifero di base. L'analisi idrogeologica e l'elaborazione del bilancio, hanno evidenziato come la dorsale della Montagna dei Fiori sia un'idrostruttura drenata dal torrente Castellano e alimentata dalle piogge e dalle acque superficiali del torrente Salinello. Il flusso di base della dorsale è diretto dal torrente Salinello verso Castel Trosino.

Idrogeologia della Montagna del Morrone (Abruzzo). La struttura del Morrone-Roccatagliata presenta, da un punto di vista stratigrafico, una netta bipartizione in un settore meridionale, dove si riscontra la presenza di litotipi carbonatici in facies di piattaforma, ed un settore settentrionale caratterizzato, invece, da una sedimentazione di tipo pelagico in facies di *slope*. Per quanto riguarda l'assetto strutturale, le ricostruzioni proposte dagli Autori individuano per il Morrone una geometria di anticlinale di rampa sovrascorsa verso nordest su depositi terrigeni. La struttura plicativa presenta, ad ulteriore complicazione, un'immersione verso nord ed una disarticolazione del fianco occidentale, che risulta essere fortemente interessato da un sistema di faglie dirette che generano la caratteristica geometria a gradinata del versante occidentale del Morrone, ribassando la struttura verso ovest. Lo studio idrogeologico della struttura è stato condotto mediante indagini sperimentali finalizzate alla ricostruzione degli idrogrammi fluviali dei corsi d'acqua che bordano o attraversano, degli idrogrammi sorgivi e mediante l'analisi idrochimica delle acque. I risultati delle ricerche hanno permesso di evidenziare che la dorsale del Morrone-Roccatagliata è un'unità idrogeologica separata con dei limiti a flusso nullo ben identificati, dovuti a fattori tettonici e/o stratigrafici, che mettono in contatto le litologie carbonatiche del massiccio, altamente permeabili per fratturazione, con i depositi terrigeni e fluvio-lacustri che fungono da acquiclude; le acque d'infiltrazione vanno ad alimentare, nella loro quasi totalità, una falda profonda i cui punti di recapito sono ubicati nelle zone più depresse della struttura. La circolazione idrica sotterranea risulta condizionata dall'assetto tettonico, sia per quanto riguarda le linee principali di deflusso, che per quel che concerne l'ubicazione dei punti di emergenza. Analogo condizionamento si riscontra nelle emergenze minori, che configurate come recapito di falde sospese minori, a ridosso del sovrascorrimento, possono essere legate a locali situazioni tettoniche e/o stratigrafiche. Le principali emergenze sono costituite dalla sorgente del Giardino di Popoli ($1\text{m}^3/\text{s}$), da quelle lineari presenti nel fiume Pescara (Gole di Popoli, $0.6\text{m}^3/\text{s}$) e fiume Sagittario (circa $0.6\text{m}^3/\text{s}$) sono ubicati nel settore nordoccidentale, in corrispondenza delle zone più depresse del limite a flusso nullo, rappresentato dal contatto con i depositi di colmamento delle Piana di Sulmona lungo la faglia bordiera. Un importante ruolo idrogeologico, soprattutto in relazione all'assetto della Piana di Sulmona dovrebbero svolgere i corpi detritici occidentali che in minima parte risultano alimentare piccole sorgenti, mentre in massima parte contribuiscono agli incrementi in alveo registrati nel fiume Sagittario.

Cartografia idrogeologica informatizzata dell'area compresa tra i fiumi Cesano e Potenza (Marche centrali). La continuazione delle ricerche in tale settore è stata finalizzata, oltre che al completamento delle ricerche sull'idrogeologia dell'area, alla progettazione di un modello concettuale di database idrogeologico georeferenziato, alla stesura della cartografia idrogeologica, all'analisi della vulnerabilità potenziale delle

condizioni di pericolosità e di rischio potenziali che gravano sugli acquiferi. La cartografia è attualmente in via di approntamento per la stampa.

IDROGEOLOGIA DELLA ZONA INSATURA

Le ricerche sull'idrogeologia della zona insatura ha come oggetto lo studio sperimentale della diffusione e dispersione di inquinanti, immessi sulla superficie del suolo o nelle acque superficiali, attraverso la zona insatura e l'analisi delle modalità di propagazione degli stessi dalla zona insatura a quella satura dell'acquifero. La comprensione di tali fenomeni è fondamentale nella prevenzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e dei suoli, nei progetti di bonifica dei siti inquinati e nel monitoraggio delle aree a rischio.

Nel periodo considerato sono state messe a punto tecniche e strumentazioni per le misure in continuo della migrazione del fronte umido e di inquinanti nella zona insatura; sono stati inoltre realizzati modelli di laboratorio (Colonne di grande diametro e vascone) e sono stati attrezzati siti campione di campagna, dati da parcelle rappresentative delle caratteristiche idrauliche delle zone insature degli acquiferi delle pianure alluvionali, in cui condurre indagini sperimentali. Disponendo di siti sperimentali di campagna e di modelli di laboratorio la continuazione delle ricerche sarà finalizzata a:

- definire le procedure sperimentali per l'acquisizione dei parametri idrogeologici e idrodispersivi;
- caratterizzare le proprietà idrauliche e circolazione idrica della zona insatura ed analizzare la propagazione del fronte umido in relazione anche alle caratteristiche geopedologiche dei suoli;
- analizzare la diffusione e la dispersione di inquinanti nella zona insatura e l'interazione tra suolo ed inquinante;
- analizzare la propagazione degli inquinanti dalla zona insatura a quella satura;
- applicare e verificare modelli matematici per la simulazione del flusso idrico, di diffusione e dispersione di inquinanti nella zona satura dell'acquifero.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Principi Libero
- Nanni Torquato
- Polonara Leonardo
- Marcellini Mirco
- Principi Marcello
- Vivalda Paola
- Caprari Maurizio
- Cinti Renzo
- Diotallevi Luigi
- Palpacelli Stefano
- Smargiasso Mario
- Giacchetta Daniele

- Folchi Vici D'Arcevia Clemente Stefano
- Ribighini Giuseppina
- Nagni Loredana
- Orelisi Stefano
- Siciliani Angela Micaela

BIBLIOGRAFIA

- Caprari M., Nanni T. & Vivalda P. (1993) Idrogeologia dell'area tra i fiumi Cesano e Potenza (Marche). 3° Conv. Naz. Giovani Ricercatori, Potenza 28-30 ottobre.
- Ciancetti G.F. & Nanni T. (1988) Note sulla geologia dell'anticlinale di Monte Acuto di Cingoli. Boll.Soc.Geol.It., 108, 553-564, 6 ff., 1 tav. n. t., Roma.
- Coltorti M. & Nanni T. (1987) La bassa Vallesina: geomorfologia, idrogeologia, neotettonica. Boll.Soc.Geol.It. 106, 35-51, 7 fig., 1 tav.f.t.. Roma.
- Coltorti M., Nanni T. & Vivalda P. (1992) La bassa valle del fiume Musone (Marche): geomorfologia e fattori antropici nell'evoluzione della pianura alluvionale. Geogr. Fis. Din. Quat., 101-111, 8 ff., Torino .
- Garzonio C.A. & Nanni T. (1989) La pianura alluvionale del fiume Musone: idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero di subalveo. Congr. Int. di Geingegneria, Vol.1, pp. 501-508, 27-30 settembre, Torino.
- Garzonio C.A., Nanni T. & Vivalda P. (1990) Le pianure alluvionali dei fiumi Esino, Musone e Potenza: idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi. 1° Conv. Naz. Protezione e Gestione delle Acque sotterranee: Metodologie, Tecnologie ed Obiettivi, 20-22 settembre, Modena.
- Garzonio C.A. & Nanni T. (1992) Idrogeologia della pianura alluvionale del Fiume Musone. Boll.Soc.Geol.It., 13, 5-22 (in stampa).
- Nanni T. (1985) Le falde di subalveo delle Marche: inquadramento geologico, qualità delle acque ed elementi di neotettonica. Ed. Regione Marche, 122 pp.
- Nanni T. & Vivalda P. (1986) Caratteri idrogeologici schematici della successione plio-pleistocenica e delle pianure alluvionali delle Marche. Mem. Soc. Geol. It., Vol. 35, pp. 12 fig., 3 tabb., Roma.
- Nanni T., Pennacchioni E., Rainone M.L. (1986) Il bacino pleistocenico marchigiano. Estratto da "Atti Riun. Est. Grup. Sed. C.N.R. sul Pleistocene marchigiano. Ancona 5-7 giugno 1986.
- Nanni T. & Vivalda P. (1987) Influenza della tettonica trasversale sulla morfogenesi delle pianure alluvionali marchigiane. Geogr.Fis.Din.Quat., 10, 180-192.
- Nanni T. (1991) Caratteri idrogeologici delle Marche. In "L'Ambiente fisico delle Marche". Ed. da Regione Marche S.E.L.C.A., Firenze, pp. 177-206.
- Nanni T. & Vivalda P. (1993) Le sorgenti delle dorsali carbonatiche umbro-marchigiane. Conv. Naz. sull'Idrogeologia del Fratturato. Brescia , ottobre, 1991
- Nanni T. & Sciarra N. (1994) Modello matematico per la simulazione del flusso nell'acquifero delle pianure del fiume Esino. Atti 77° Congr. Soc. Geol. It., Bari 23-28 settembre 1994.
- Nanni T. & Vivalda P. (1994) Idrogeologia delle pianure alluvionali dei fiumi Cesano e Potenza. Atti 77° Congr. Soc. Geol. It., Bari 23-28 settembre 1994.

Nanni T. (1994) Gli acquiferi carbonatici della dorsale carbonatica di Cingoli: idrogeologia, qualità delle acque e bilancio idrogeologico. Estr. da "il bacino del fiume Musone" (in stampa).

Nagli L., Nanni T., Siciliani M. & Vivalda P. (1995) La vulnerabilità delle sorgenti emergenti dagli acquiferi dei complessi idrogeologici delle dorsali carbonatiche umbro-marchigiane. Quaderni di Geologia Applicata, 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi, 17-19 maggio 1995, Modena, 3, 3.81-3.102.

Ciancetti G.F. & Nanni T. (1995)-Idrogeologia della dorsale carbonatica di monte Acuto di Cingoli. Boll. Soc. Geol. It. Quaderni di Geologia Applicata, Ed. Pitagora, Bologna (in bozze)

Nanni T. (1996) Caratteri geologici del bacino idrografico del fiume Musone. In " Il bacino idrografico del fiume Musone" (in bozze).

Nanni T. (1996) Gli acquiferi della dorsale carbonatica di Cingoli: idrogeologia, qualità delle acque e bilancio idrogeologico (in bozze).

Nanni T. (1996) Le sorgenti minerali nel bacino del fiume Musone. In " Il bacino idrografico del fiume Musone" (in bozze).

Nanni T., Coltorti M., Garzonio C. A. (1996) Il bacino idrografico del fiume Musone: Geologia, Geomorfologia E Idrogeologia. Carta alla scala 1:50.000, S.E.L.C.A., Firenze.

U.O. 4.11

VALUTAZIONE VULNERABILITÀ ACQUIFERI ALLUVIONALI E CARBONATICI IDENTIFICAZIONE RISORSE IDRICHE ALTERNATIVE: VERIFICA QUALITÀ E PORTATE ESTRAIBILI

Dott. Giancarlo Marchetti¹²

OBIETTIVI

1. CARTA DELLA VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DELLA MEDIA VALLE DEL TEVERE: ELABORAZIONE DATI DELLA FASE PRELIMINARE

Nel periodo agosto-ottobre '97 si è svolta un'indagine idrogeologica nell'area della Media Valle del Tevere, nel tratto compreso tra Umbertide e Todi. Il lavoro ha consistito nel censimento e campionamento di 258 pozzi, un lago di falda e 9 sezioni di alvei superficiali.

L'utilizzo di nuove schede monografiche doveva servire da test di verifica della quantità e qualità di informazioni raccolte per un loro uso finalizzato alla carta di vulnerabilità.

I dati di terreno e le analisi di laboratorio (livello di falda, conducibilità el., nitrati, nitriti, ammoniaca, solfati, fosfati, cloruri ed alcalinità) sono stati elaborati nel corso del semestre appena concluso e sono serviti ad evidenziare le relazioni falde - corsi d'acqua - acquiferi contigui, i caratteri idrogeochimici delle acque di falda e le distribuzioni areali dei parametri significativi.

2. REALIZZAZIONE DI POZZI DI PROVA NELLE STRUTTURE CARBONATICHE E VULCANICHE UMBRE (RISE)

Al fine di riorganizzare il sistema gestione delle risorse idriche regionali e valutare la disponibilità di fonti sostitutive ed integrative di quelle attualmente precarie, sono stati attualmente realizzati, su 12 previsti, 7. pozzi di prova nelle strutture carbonatiche e 3 nel complesso vulcanico vulsino.

Successivamente agli studi svolti sia sull'attuale sistema relativo alla rete di acquedotti, sia per la definizione delle caratteristiche idrogeologiche delle strutture carbonatiche e nell'area del complesso vulcanico Vulsino si sono effettuate indagini di dettaglio per individuare le aree più favorevoli all'ubicazione di perforazioni di prova produzione per la verifica delle portate estraibili nelle seguenti aree:

- Valle del Topino
- Valle del Menotre
- Monti di Amelia

¹² Regione Umbria Area Ambiente ed Infrastrutture, P.za Partigiani 1 06100 Perugia

- Valnerina
- Monte Cucco
- Area Vulcanica di Orvieto

A seguito di manifestazioni contrarie della popolazione della Val Topino tale area è stata sostituita con quelle delle strutture carbonatiche dei M.ti di Gubbio e di Calvi dell'Umbria.

Sono state così selezionati 12 siti di perforazione ove sono stati realizzati i pozzi con relativo piezometro, finalizzati alla valutazione della quantità e qualità delle risorse prelevabili per l'utilizzo idropotabile.

Dalle risultanze di tali indagini, unitamente alla definizione delle strutture idrogeologiche e dei relativi processi di ricarica e deflusso si vuole pervenire, in funzione della progettazione con l'analisi dei costi-benefici relativi alle reti di distribuzione ottimali, alla realizzazione, successivamente anche a valutazioni di impatto ambientale, dei sistemi di captazione più idonei per il prelievo delle risorse individuate.

RISULTATI CONSEGUITI

1. CARTA DELLA VULNERABILITA' ALL'INQUINAMENTO DELLA MEDIA VALLE DEL TEVERE: ELABORAZIONE DATI DELLA FASE PRELIMINARE

Le attività svolte.

L'area esaminata (oltre 200 km² per) si caratterizza per la ridotta estensione laterale dei depositi alluvionali, contraddistinti in recenti e terrazzati. Il settore a nord di Ponte S. Giovanni presenta ampiezza massima di circa 2-3 Km, con un valore medio che è prossimo agli 1,5: le alluvioni recenti sono più estese di quelle terrazzate nella zona tra Umbertide e P. Pattoli, mentre tra P. Pattoli e P.S. Giovanni si hanno quasi esclusivamente alluvioni terrazzate. I pozzi relativi a quest'area sono 86, distribuiti in maniera omogenea e con caratteristiche costanti quanto a profondità: solo alcuni presentano valori superiori ai 20 metri.

Il settore a sud di P.S. Giovanni risulta maggiormente omogeneo ed ampio per tutta la zona fino a Montemolino. Le alluvioni terrazzate sono abbastanza estese e continue in destra del Tevere (talora raggiungono i 3 km di ampiezza) mentre le alluvioni recenti caratterizzano il lato orientale della valle.

I 170 pozzi censiti si dispongono in maniera omogenea sul territorio, eccezion fatta per la zona delle alluvioni recenti di Casalina e per le superfici prossime all'alveo del Tevere (le acque di irrigazione sono quelle superficiali). Di fatto viene a mancare un supporto di dettaglio per l'analisi dell'interazione Fiume Tevere - falda.

La distribuzione e tipologia dei pozzi è più articolata che nel settore nord della valle.

La tipologia dei pozzi.

Gran parte di pozzi censiti ha un utilizzo di tipo domestico (71%), che associato a quello idropotabile (18,5%) porta ad avere una caratterizzazione di tipo preminentemente potabile dei punti d'acqua selezionati.

I pozzi ad uso irriguo rappresentano solo il 7% del totale, quelli ad uso industriale il 2,5%.

La gamma di punti di misura risulta abbastanza omogenea per tipologia di utilizzo, con attingimenti regolari e non eccessivi, tali da assicurare facilmente condizioni statiche ed al contempo acque di campionamento con sufficiente ricambio in pozzo.

Se si va a vedere la tipologia del rivestimento dei pozzi la situazione appare subito meno positiva: ad un rivestimento in acciaio (4%, solo pozzi pubblici) ed in PVC (12%) di ridotta frequenza si contrappongono tipologie tradizionali messe in opera in tempi passati (rivestimento in muratura, 34%, pozzi di grande diametro) o ancora attualmente utilizzate nonostante il divieto normativo (rivestimento in cemento, 50% dei pozzi, diametro medio).

Dati significativi sulle altre caratteristiche costruttive sono risultati quasi sempre assenti.

La contaminazione dalla superficie è talora possibile per via diretta in pozzo, mentre la miscelazione delle falde risulta evidente nei pozzi più profondi (nitrati ed ammoniaca in tenori elevati).

I pozzi ottimali per caratteristiche costruttive risultano essere quindi una percentuale ridotta degli oltre 250 censiti.

Le informazioni stratigrafiche.

Poco numerose sono risultate le informazioni stratigrafiche raccolte sul terreno, meno ancora quelle redatte con buona attendibilità e dettaglio, per una consuetudine diffusa di mancata assistenza tecnica in corso di perforazione se non per una attività capillare ed abusiva delle imprese di perforazione che non attendono né autorizzazioni ne tantomeno i progetti preliminari.

Anche per i pozzi idropotabili le informazioni stratigrafiche si limitano a quelli di più recente costruzione.

L'analisi piezometrica.

Il rilevamento dei livelli di falda è avvenuto in un periodo di magra del sistema alluvionale in quanto le precipitazioni piovose aventi massima efficacia sono state relative ai mesi di novembre-dicembre '96 e ad aprile '97.

Le misure effettuate sui pozzi sono in genere di tipo statico, essendo le perturbazioni indotte dai prelievi di ridotta consistenza.

Le condizioni di magra hanno fatto sì che le falde e gli orizzonti acquiferi più superficiali venissero a trovarsi spesso in condizioni di secca; allo stesso modo le acque di interscambio di possibile provenienza dal Tevere sono in condizioni di minima a causa delle ridotte portate in alveo.

La ricostruzione delle curve isopiezometriche mette infatti in evidenza un generale deflusso dai lati della valle verso il Fiume, evidenza già nota dalle indagini pregresse. E' chiaro che le alluvioni terrazzate non possono interagire con il fiume, ma quelle recenti dovrebbero avere un comportamento variabile in funzione del regime idrologico del fiume.

Da prove di portata effettuate sui pozzi di Pierantonio risultava evidente l'influsso delle piene del fiume sul livello della falda e sugli emungimenti.

Nella campagna in oggetto non si hanno invece indicazioni di questo genere.

Nel solo settore di S. Martino in Campo si sono evidenziate linee di flusso parallele al Tevere che interessavano le alluvioni terrazzate. Già in passato si erano ipotizzati dei paleoalvei sepolti.

Un più che probabile ruolo di alimentazione in periodo di morbida da parte del Tevere alle sue alluvioni recenti più prossime (che talora sono risultate asciutte) potrà essere visibile ripetendo le misure in regime di morbida avanzata.

I dati chimici confermano comunque che l'effetto dell'eventuale alimentazione non perdura in regime di magra. La falda collegata al fiume potrebbe ricaricarsi in morbida ed essere successivamente drenata in magra fino al completo esaurimento (si hanno dati di perforazioni che hanno trovato le ghiaie recenti asciutte).

Le principali evidenze chimiche.

La limitata disponibilità di parametri chimici analizzati permette comunque l'elaborazione di un'analisi geochimica di dettaglio e la conseguente definizione dei processi genetico-evolutivi delle acque di falda in quanto si ripetono le situazioni geolitologiche già studiate approfonditamente negli altri acquiferi alluvionali regionali.

La necessità di determinare un numero limitato di parametri chimici (indicatori) ha permesso di aumentare notevolmente la densità di campionamento senza pesare oltremodo sulla capacità operativa del laboratorio analitico L.E.S.P.

Gli studi pregressi sugli altri acquiferi avevano messo in evidenza che gli idrotipi circolanti nei sistemi alluvionali umbri sono abbastanza ben marcati dallo ione cloro (falde collegate ai circuiti fluvio-lacustri a ridotta circolazione, o da input inquinante esterno), dalla conducibilità elettrica (cioè dalla salinità; effetti di diluizione operati da acque superficiali, aree di maggior ricarica verticale o dalle caratteristiche idrodinamiche migliori; al contrario i valori elevati si relazionano a circuiti lenti con maggiori tenori di specie carbonatiche e/o di elementi di origine esterna quali nitrati e cloro), dalle condizioni riducenti del sistema (falde confinate o inquinamenti in atto, con ammoniaca invece di nitrati associata a ferro e manganese).

L'elaborazione idrochimica è partita da un'analisi areale di distribuzione dei valori di conducibilità elettrica e dei tenori in nitrati, interfacciata con le correlazioni binarie possibili e con le considerazioni idrogeologiche dell'acquifero.

La distribuzione delle conducibilità mette in evidenza alcuni punti significativi tanto generali che di dettaglio. Nel generale si ha che:

- i valori tendono a decrescere partendo dai lati della valle e procedendo verso il centro;
- in corrispondenza degli affluenti laterali del Tevere non si notano effetti significativi di ricarica delle falde da parte di questi;
- i valori generali tendono ad aumentare da nord verso sud, e questo sia per la valle intera che per i due settori a nord e sud di Ponte S. Giovanni.

La prima evidenza è associabile sia ad una migliore permeabilità delle zone prossime al Tevere che ad un maggiore effetto di acque di origine meteorica o fluviale, mentre ai margini è possibile un chimismo maggiormente correlato a quello dei depositi fluvio-lacustri o dei flysch che bordano la valle. La seconda evidenza sottolinea l'assenza di ricarica dai corsi d'acqua, quantomeno in magra.

L'ultima informazione segnala che, come ben visto in Alta Valle del Tevere, terreni più permeabili e maggiore ricarica delle falde sono possibili dopo gli ingressi in valle (o

dopo le soglie di permeabilità) e che il deflusso sotterraneo rallenta procedendo verso alluvioni presumibilmente più ricche di frazioni fini.

I tenori di cloro mostrano una consistente dispersione verso valori alti e molto alti per la zona sud, mentre in quella nord si mantengono tra 40 e 90 mg/l; i valori in solfati superiori a 150 mg/l si rinvenivano in un gruppo di pozzi del settore centrale della valle a sud di Torgiano.

Un discorso in parte analogo si evince dai tenori in nitrati: la zona sud presenta un vasto range di valori, con una nube principale estesa tra i 20 ed i 100 ed oltre mg/l, ed una serie di punti che si disperdono fino oltre 200 mg/l. La zona nord presenta al contrario valori più compressi, mediamente compresi tra 5 e 75 mg/l, con pochi punti con valori superiori ai 100 mg/l.

La situazione nitrati è comunque la peggiore a livello regionale.

I pozzi che presentano bassi valori in nitrati corrispondono alle situazioni in cui compare l'ammoniaca, e quindi le condizioni riducenti della falda. I diagrammi nitrati-ammoniaca ed ammoniaca-profondità sono ben chiari al riguardo. Già a profondità di 20 metri nella zona sud si hanno generiche condizioni riducenti.

I pozzi che presentano abbondanti tenori di nitrati con significativa presenza di ammoniaca sono probabilmente da ricondurre alla captazione della falda superiore ossidante e di quella profonda riducente, che si miscelano in pozzo: quando invece a nitrati medio-alti si associano minime concentrazioni di ammoniaca come anche i nitrati è più probabile che ci si trovi di fronte ad un fenomeno di inquinamento organico in atto. Difatti in questo ultimo caso molto frequentemente i pozzi sono poco profondi.

Studi pregressi, imputano il fenomeno nitrati alla presenza di allevamenti suinicoli della zona, frequentemente posti sui contigui terreni collinari fluvio-lacustri.

La forma del pennacchio principale dell'inquinamento conferma questo tipo di ipotesi.

Evidenze sulla tipologia dei circuiti idrici

Come quadro globale della situazione possiamo trarre le seguenti conclusioni generali:

- la profondità della falda dal piano campagna è generalmente compresa tra 2 e 10 metri, con un valore medio di 5-6 metri, in genere si tratta di suoli e non saturo da mediamente permeabile a permeabile;
- la falda principale è quella superficiale collegata a depositi grossolani sia recenti che terrazzati del Tevere, con spessori produttivi dell'ordine dei 10 metri. I pozzi raggiungono generalmente il substrato a bassa permeabilità di questa falda (profondità media 15 metri);
- falde differenziate in condizioni riducenti si hanno già a partire dai 15- 20 metri di profondità, in alcuni casi sono state rinvenute a profondità maggiori (40-50 m.) e sono plausibilmente associabili per chimismo al ciclo fluvio-lacustre. Il pozzo Torgiano 1 ne individua almeno 4 fino ad oltre i 100 metri di profondità con una chiara stratificazione del chimismo (e presumibilmente di permeabilità e capacità di rinnovamento);
- l'influenza del Tevere sulla falda delle alluvioni recenti è sicuramente limitata nel tempo in quanto in condizioni di magra gli effetti di diluizione scompaiono o addirittura si assiste all'esaurimento della stessa falda che viene drenata dal fiume.

2. REALIZZAZIONE DI POZZI DI PROVA NELLE STRUTTURE CARBONATICHE E VULCANICHE UMBRE (RISE)

Allo stato attuale sono stati realizzati 10 pozzi di prova produzione sui quali sono stati eseguiti i tests idraulici ed i seguenti logs geofisici: potenziale spontaneo, resistività 16"-64" e laterale, radiazioni gamma naturale, resistività e temperatura del fluido, caliper.

In tabella sono riportate le principali caratteristiche della perforazione e dell'acquifero.

Sono in corso le ultime due perforazioni a cui faranno seguito le valutazioni idrogeologiche e la progettazione delle opere di captazione definitive.

n°	Pozzo	Acquifero	Profondità (m)	Liv. falda (m da p.c.)	Portata di esercizio (l/s)	Portata specifica (l/s x m)	Trammissività (m ² /g)	Coeff. di immagaz. S (adim.)
1	ORVIETO (OV1)	vulcanico	215	61	25	2,6	370	1 x10-3
2	ORVIETO (OV6)	vulcanico	260	120	13	1	2750	1 x 10-3
3	ORVIETO (OV4)	vulcanico	270	121	30	3	500	0,35
4	VALNERINA (VN2)	calcari	140	9	50	12	2350	-
5	VALNERINA (VN3)	calcari	150	3	>100	27	2700	-
6	M.TI AMELIA (AC1)	calcari	318	198	>30	70	3000	1 x10-3
7	M. CUCCO (CU1)	calcari	200	0	tests idraulici da effettuare			
8	M. CUCCO (CU2)	calcari	200	0	7	0,1	5	-
9	M. CUCCO (CU3)	calcari	250	8	2	0,015		
10	MONTI DI CALVI	calcari	280	212	15	1	in corso di elaborazione	

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Marchetti Giancarlo
- Martinelli Angiolo
- Checcucci Roberto
- Passeri Sara

BIBLIOGRAFIA

Giuliano G., Marchetti G., La contaminazione da nitrati del campo pozzi di Petrigliano di Assisi: dagli studi conoscitivi ad un sistema integrato di interventi, presentato al 2° Convegno Naz. Protezione e Gestione Acque Sotterranee, Metodologie, Tecnologie, Obiettivi, Modena, 17-19 Maggio, 1995 (Pubbl. n. 1216 GNDCI)

U.O. 4.12

RISORSE IDRICHE INTEGRATIVE E RICARICA SU ALCUNI ACQUIFERI DELLA SARDEGNA

Prof. Giovanni Barrocu¹³

SOMMARIO

L'attività di ricerca svolta dalla U.O. riguarda i seguenti programmi di ricerca della Linea 4:

- Progetto Speciale Vulnerabilità degli Acquiferi in Zone ad Alto Rischio (VAZAR)
- Progetto Speciale Risorse Idriche Integrative (RISE)
- Valutazione della attuabilità della ricarica artificiale degli acquiferi (VARA)

INTRODUZIONE

L'U.O. 4.12 è da tempo impegnata in programmi di ricerca afferenti ai diversi progetti di ricerca avviati dalla L.R. 4. Nel corso del primo semestre 1998 l'attenzione è stata particolarmente rivolta al proseguimento dei programmi relativi alla valutazione della vulnerabilità degli acquiferi del Campidano sud-occidentale di Cagliari, all'identificazione di risorse idriche integrative e alla sperimentazione di metodologie di ricarica artificiale di un acquifero costiero interessato da fenomeni di intrusione marina.

CONCLUSIONI

- *Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi del Campidano sud-occidentale di Oristano e di Cagliari*

La ricerca, avviata da diversi anni nella piana settentrionale di Oristano, nel 1° Semestre del 1998 si è concentrata sul Campidano sud-occidentale di Cagliari, dove si è riscontrato il primo caso ufficiale in Sardegna di inquinamento da nitrati di un sistema acquifero sfruttato per l'uso idropotabile. Nell'area di inquinamento diffuso identificata

¹³ Università degli Studi di Cagliari Dipartimento di Ingegneria del Territorio Sezione Geologia Applicata e Geofisica Applicata - Facoltà di Ingegneria, P.za d'Armi 16, 09123 Cagliari

in Comune di Assemini, si sono ultimate le cartografie automatiche della vulnerabilità e della vulnerazione.

- *Riserve idriche strategiche nei sistemi carsici del supramonte di Urzulei, Orgosolo ed Oliena (Nuoro).*

Allo stato attuale si sta completando la valutazione dei dati per la definizione dei rapporti con i domini idrogeologici adiacenti ed il mare.

- *Sperimentazione di ricarica di un acquifero costiero per mitigare gli effetti dell'intrusione salina*

Nell'area della piana deltizia di Capoterra, nel Campidano meridionale, scelta per effettuare esperimenti di ricarica concentrata nell'acquifero superficiale e nel sottostante acquifero imprigionato si sono trivellati altri due pozzi per prove di eduazione dall'acquifero confinato.

Si sono quindi ripetute delle prove di ricarica in entrambi gli acquiferi, con il fine di sperimentare un modulo di barriera idrodinamica atto a contenere l'intrusione dell'acqua di mare nell'acquifero superficiale freatico e nel sottostante acquifero confinato. Le prove preliminari hanno dato esito positivo.

Sono continuate le prove per la raccolta dei dati finalizzati alla validazione del codice di calcolo utilizzato.

- *Attività di consulenza per la Regione Autonoma della Sardegna*

E' divenuta operativa la convenzione stipulata alla fine del 1997 fra l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente e il Dipartimento di Ingegneria del Territorio per la preparazione di uno schema di piano regionale pluriennale di protezione civile. Il programma di lavoro riguarda, per quanto di particolare competenza dell'U.O.4.12, la definizione dei rischi di degrado delle risorse idriche sotterranee, e concerne altresì i rischi di frane, i rischi di inondazione e rischi connessi a opere di ritenuta, i rischi di tempeste e mareggiate, e i rischi connessi al sistema dei trasporti. L'U.O.4.12 svolgerà il ruolo di coordinamento per le attività svolte dalle Sezioni di Geologia Applicata, di Idraulica e Costruzioni Idrauliche e di Ingegneria dei Trasporti, in particolare per quanto riguarda la creazione di un apposito sistema GIS per la rappresentazione di tutte le informazioni di settore.

I rischi di degrado delle Risorse Idriche Sotterranee (RIS) che vengono considerati sono i seguenti:

1. Rischio di impoverimento per mancati apporti (siccità);
2. Rischio di degrado quantitativo (sovrasfruttamento) delle RIS;
3. Rischio di degrado qualitativo (inquinamento) delle RIS;
4. Rischio composto (combinazione di alcuni o tutti quelli di cui ai punti precedenti);
5. Rischio derivato (ad es. degrado quantitativo e qualitativo come conseguenza di impatti di alluvioni, frane, terremoti, eruzioni vulcaniche, etc.);

Non essendo possibile una valutazione probabilistica degli eventi inquinanti, ipotizzabile solo con la realizzazione di reti di monitoraggio strategico che ancora non viene effettuato nemmeno per la protezione delle captazioni o per il controllo di produttori di rischio (i centri di pericolo - CDP), si sta predisponendo la raccolta dei dati necessari per la prevenzione dell'intero territorio regionale attraverso la conoscenza organizzata, precisa e georeferenziata:

1. del grado di vulnerabilità dell'acquifero/acquiferi soggetti (identificazione delle aree a rischio)
2. delle caratteristiche essenziali che descrivono il moto dell'acqua sotterranea nell'acquifero (limiti, campo di moto, connessioni con le acque di superficie)
3. dei centri di pericolo (CDP), ossia dei produttori reali e potenziali di inquinamento, per tipologia di potenziale inquinante
4. dei soggetti a rischio, opere di presa, punti di accesso all'acquifero
5. delle attività connesse con la prevenzione (o con la riduzione in termini di magnitudo) dell'inquinamento (riduttori e preventori di inquinamento).

Le carte automatiche della vulnerabilità integrata degli acquiferi all'inquinamento rappresentano lo scenario di riferimento dinamico, prodotto in tempo reale con un GIS interfacciato con una banca dati costantemente aggiornata dall'Ente (Regione, Provincia) che deve gestire i programmi.

Per l'analisi dei rischi d'inquinamento delle RIS saranno fornite su base informatica in scala 1:250.000 le seguenti corografie originali:

- corografia generale con i limiti dei territori dei consorzi di bonifica, dei consorzi agrari e dei territori di competenza degli enti pubblici di controllo nonché i limiti accertati o presunti dei diversi acquiferi e le coperture esistenti con reti di monitoraggio delle acque sotterranee;
- basi tematiche per la valutazione della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi secondo il metodo SINTACS, ufficialmente adottate per aree prototipo dalla Linea 4 del GNDCI:
 - carta della soggiacenza;
 - carta dell'infiltrazione efficace;
 - carta dell'effetto autodepurativo dell'insaturo;
 - carta della tipologia di copertura;
 - carta delle caratteristiche idrogeologiche;
 - carta della conducibilità idraulica.

Le cartografie saranno integrate, sulla scorta dei dati reperibili, con le curve isopiezometriche e le direzioni di flusso rappresentanti i campi di moto medio dei singoli acquiferi, la posizione georeferenziata dei Centri di Pericolo puntuali e non puntuali, la posizione georeferenziata dei soggetti a rischio (captazioni e punti d'acqua)

con le rispettive aree di salvaguardia previste dal DPR 236/88 e le aree di riserva previste dal medesimo DPR e dalle Leggi 36/94 e 37/94.

Sulla scorta del prodotto fornito sarà possibile elaborare **la carta della vulnerabilità integrata degli acquiferi all'inquinamento**, contenente i limiti delle aree classificate secondo il grado di vulnerabilità dell'acquifero soggiacente (da estremamente elevato Ee ad elevato E, da alto A a medio M, e da basso B a estremamente basso Bb);

Tutta la cartografia sarà necessariamente rappresentativa di una fase di accertamento preliminare alla scala 1/250.000 per gli acquiferi più importanti, specie per l'uso idropotabile.

Le azioni di pianificazione e tutela delle RIS riguarderanno:

1. l'identificazione di zone che meglio si prestano per l'insediamento di attività potenzialmente pericolose per l'acquifero soggiacente (scala 1/50.000÷5.000)
2. un giudizio di compatibilità tra attività esistenti e vincoli da imporre su parti del territorio al fine di prevenire inquinamenti (scala 1/50.000÷10.000)
3. indicazione di opere di presa idropotabili a rischio o indifendibili con il sistema di aree di salvaguardia (scala 1/50.000÷5.000)
4. identificazione di RIS strategiche, scarsamente soggette a rischio di inquinamento, da vincolare preventivamente (aree di riserva) (scala 1/500.000÷50.000)
5. identificazione delle priorità nelle operazioni di disinquinamento degli acquiferi vulnerati (piani di risanamento puntuali e zonali) (scala 1/500.000÷50.000)
6. la progettazione di reti di monitoraggio, a qualsiasi livello territoriale, sia per la sorveglianza sia per la previsione di inquinamenti (scala 1/500.000÷50.000)

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Barrocu Giovanni
- Vernier Antonio
- Barbieri Giulio
- Uras Gabriele
- Sitzia Avellino Mario
- Lai Antonio
- Contu Giovanna
- Noli Luigi Michele
- Ardaù Federica
- Ghiglieri Giorgio
- Sciabica Maria Grazia
- Pani Fausto
- Uda Gianni Andrea
- Alemayehu Tamiru
- Sanna Roberta

BIBLIOGRAFIA

Sciabica M.G., Uras G., Pani F.A., Sanna R.M., Sistema informativo della vulnerabilità nel territorio comunale di Assemini (Sardegna meridionale), lavoro presentato al IV Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Riccione, Ottobre, 1994.

U.O. 4.12, Carte della vulnerabilità intrinseca e della vulnerazione dell'agro comunale di Assemini, lavoro presentato al Convegno CNR-GNDCI 10 Anni, Roma, Dicembre, 1994.

U.O. 4.13

RISCHIO DI CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE: BANCHE DATI E MODELLI DI RAPPRESENTAZIONE

Dott. Giuseppe Giuliano¹⁴

PREMESSA

Le attività della U.O. 4/13 ricadono nei progetti di ricerca BIAS e QUAS.

OBIETTIVI

Le attività nel settore del progetto BIAS riguardano la riqualificazione e l'aggiornamento della Banca Dati dei casi di inquinamento delle acque sotterranee predisposta nel passato dall'IRSA e l'implementazione del collegamento in rete con il Dipartimento della Protezione Civile.

Le attività nel settore del progetto QUAS hanno come obiettivo la predisposizione di carte sperimentali a media scala della qualità di base delle acque sotterranee in differenti situazioni idrogeologiche rappresentative e con particolare riferimento alla Pianura Padana.

RISULTATI CONSEGUITI

Nel 1° semestre è stata finalizzata la stampa della cartografia sinottica a larga diffusione sui casi di inquinamento delle acque sotterranee ed è continuata la preparazione della monografia descrittiva che apparirà edita come Quaderno IRSA.

Aderendo all'invito del DPC è stato progettato ed avviato l'adeguamento del codice di calcolo RISFA, in ambiente informatico WINDOW 95, come presupposto delle iniziative di disseminazione del prodotto presso gli utenti istituzionali.

Per quanto riguarda il progetto QUAS è stato approfondito lo studio di dettaglio della qualità di base delle acque sotterranee della area modenese, utilizzando tecniche geostatistiche avanzate, con particolare riferimento alla variabilità spazio temporale della classificazione idrochimica in un arco temporale decennale.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Giuliano Giuseppe
- Cicioni Giovanbattista
- Carone Giuseppe
- Caggiati Giuseppe
- Cavallin Angelo

¹⁴ CNR Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA), via Reno 1, 00198 Roma

- Piazza Domenico
- Prestininzi Alberto

BIBLIOGRAFIA

Giuliano G. Il quadro nazionale della contaminazione delle acque sotterranee ed uso potabile. Convegno "Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo". Accad. dei Lincei, 1-2 ottobre 1998.

Giuliano G., Carone G., Cicioni Gb., Corazza A. Carta dei casi di inquinamento delle acque sotterranee destinate ad uso potabile (scala 1:1.200.000).

U.O. 4.14

VALUTAZIONE DELLO STATO DI INQUINAMENTO E DEI CARATTERI IDROLOGICI IN BACINI IDROGEOLOGICI PUGLIESI E LUCANI. PROBLEMATICHE DEL RIUTILIZZO COME RICARICA DI ACQUE REFLUE NEGLI ACQUIFERI CARBONATICI. STESURA DELLA CARTA DI VULNERABILITÀ PER L'ACQUIFERO MURGIANO-SALENTINO. VALUTAZIONE DI RISORSE DA VINCOLARE COME RISERVA STRATEGICA

Prof. Vincenzo Cotecchia¹⁵

SOMMARIO

I programmi di ricerca dell'U.O. 4.14 afferiscono ai progetti di ricerca RISE e VAZAR della L.R. 4.

INTRODUZIONE

Rispondendo al preventivo di attività programmato per l'anno 1998 per il relativo consuntivo sono da annoverare prioritariamente gli studi svolti sulla vulnerabilità degli acquiferi, soprattutto riferiti alle unità idrogeologiche pugliesi e con particolare attenzione rivolta agli acquiferi carbonatici.

La tutela e la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee presenti negli acquiferi carbonatici e carsici pugliesi e lucani rappresentano del resto il principale obiettivo degli studi che, in materia di risorse idriche sotterranee, il Centro, di concerto con l'Istituto di Geologia Applicata del Politecnico di Bari, conduce sistematicamente da lungo tempo.

L'attività svolta ha riguardato pertanto essenzialmente le problematiche inerenti la protezione delle acque circolanti negli acquiferi carbonatici, in particolare quelli della Murgia e del Salento.

I prelievi di acque sotterranee destinati all'uso potabile sono in Puglia attualmente di circa 4.400 litri/secondo. Essi rappresentano, rispetto alla complessiva distribuzione di acqua potabile operata dall'Ente Autonomo Acquedotto Pugliese pari a circa 18.000 l/s, il 25% del totale. I carichi di inquinamento sono rappresentati sia dalla salsificazione della falda, conseguente dall'intrusione marina nel continente aggravata dagli attingimenti in atto, sia da circostanze legate allo stoccaggio generalizzato nel sottosuolo di reflui urbani inadeguatamente trattati, delle acque di vegetazione ed altri inquinanti dalla superficie.

Gran parte dei pozzi di captazione potabile trae alimentazione da vasti acquiferi carbonatici che presentano una notevole continuità in termini di circolazione idrica sotterranea, pur avendo caratteristiche idrogeologiche peculiari, variabili da zona a zona.

¹⁵ CNR CE.R.I.S.T. Centro di Studio sulle Risorse Idriche e la Salvaguardia del Territorio Istituto di Geologia Applicata e Geotecnica Politecnico di Bari, via E. Orabona 4, 70125 Bari

Le falde circolano talora in pressione ad elevata profondità dal piano campagna, con zone di alimentazione che possono localizzarsi a notevoli distanza e quota, rispetto al recapito naturale finale, come si verifica nell'Alta Murgia; questa ultima circostanza rende assai difficile la difesa dal trasporto degli inquinanti.

Intanto l'argomento "Emergenza Ambientale Puglia" ha notoriamente assunto, a partire dall'anno '95, carattere di calamità nazionale, tanto da innescare l'attenzione dei ministeri interessati (Ministero Ambiente in particolare e Dipartimento Protezione Civile), i quali hanno dato il via ad approfondimenti nella materia delle fonti inquinanti la "falda idrica sotterranea" dalla superficie, operazione che per l'anno 1997 il C.E.R.I.S.T. e l'Istituto universitario che lo ospita hanno seguito molto da vicino, interpretando e sviluppando dati provenienti dagli accertamenti di vario ordine, idrogeologico, idrochimico e microbiologico in corso.

Le difficoltà connesse alla soluzione delle attuali problematiche di tutela e salvaguardia derivano dal fatto che numerosi e diversi fattori di possibile degrado della risorsa idrica del sottosuolo, legati alla forte antropizzazione del territorio, si sovrappongono allo sfruttamento incontrollato delle risorse idriche stesse, circostanza che determina, stante la circostanza che gli acquiferi della Puglia sono costieri, la salinizzazione delle acque dolci da parte dell'acqua marina intrusa nel continente. Si ricordi in particolare che gli acquiferi in questione hanno caratteristiche di grande complessità dal punto di vista idrogeologico, trattandosi di acquiferi fessurati, fortemente anisotropi e vulnerabili.

In relazione alle estese unità idrogeologiche pugliesi, in conseguenza dell'incremento spaventoso dei prelievi in questi ultimi anni, è stato dato dal Centro impulso, in particolare nell'anno decorso, a uno studio unitario delle principali problematiche connesse alle esigenze di tutela e salvaguardia della falda idrica profonda, il cui equilibrio è molto fragile, proprio in virtù dei rapporti che la stessa ha con l'intrusione marina nel continente e con tutte le fonti antropiche inquinanti dalla superficie. Lo sforzo di sintesi e d'integrazione delle conoscenze ad oggi maturate in molteplici aree pugliesi, con studi di dettaglio e con le diverse metodologie concepite, nel tempo sperimentate, stanno confluendo in una visione unitaria, che sarà auspicabilmente descritta quanto prima da un'opera monografica in corso di elaborazione.

In termini di nuove conoscenze sulle dinamiche interenti la qualità delle acque sotterranee e il degrado della stessa le maggiori novità studiate hanno riguardato il contributo alla definizione e allo studio dei dati rinvenuti dalle reti di monitoraggio idrogeologico. Si tratta di un complesso sistema, costituito da oltre 100 pozzi dotati di strumentazioni elettroniche che presto faranno riferimento ad un unico sistema informativo territoriale, in grado di rilevare le variazioni piezometriche e i parametri significativi per la qualità delle acque sotterranee, in particolare di quelle mirate alla irrigazione.

Passando al campo degli approvvigionamenti potabili del sottosuolo, al fine di definire le cosiddette "aree di salvaguardia" per la tutela e la protezione delle opere di captazione delle falde, gli studi intrapresi sono mirati a fornire le metodiche di indagine per le unità idrogeologiche interessate e a tarare un modello di gestione, riferito a quattro specifiche e più esposte «aree pilota», appositamente prescelte.

Sia il tema della vulnerabilità "intrinseca" degli acquiferi carsici e quindi delle conseguenti metodologie di rappresentazione per tali acquiferi del fattore di rischio antropico, che quello della "vulnerabilità specifica" (relativa ai potenziali impatti

antropici sul sistema) risultano ad oggi di grande attualità. La definizione stessa delle metodologie per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi carsici richiede una particolare attenzione ed un nuovo approccio interdisciplinare, cui appunto il CE.R.I.S.T. tende con le ricerche avviate e in corso.

Gli studi svolti e quelli che si prevede di svolgere sono motivati soprattutto dalla necessità, da parte della comunità scientifica internazionale, di standardizzare i criteri di rappresentazione del rischio indotto dalle attività umane: i parametri di base devono essere definiti quantitativamente, perché essi siano in grado di caratterizzare localmente il tipo ed il livello del rischio indotto da tutte le attività antropiche capaci di rilasciare inquinamento nell'ambiente. Così come per altri paesi, anche a livello nazionale il principale obiettivo dovrebbe essere quello di stabilire criteri più rigidi, da un punto di vista scientifico, standardizzati e quindi universalmente applicabili, in funzione del riconosciuto tipo di acquifero carsico che si considera.

Infine, nell'ambito delle problematiche idrogeologiche pugliesi, particolare rilevanza assume inoltre la valutazione di quelli che sono gli apporti delle acque di pioggia alla falda idrica sotterranea. Di conseguenza si è affrontato il tema dell'alimentazione della falda attraverso l'analisi delle precipitazioni e della loro distribuzione sul territorio e la valutazione di quelli che sono i processi evapotraspirativi, caratterizzati mediante algoritmi ampiamente accreditati a livello internazionale, e i processi evaporimetrici che si acquisiscono con strumentazioni (CLASSE A) già installate in Puglia.

L'analisi comparata dei dati rinvenuti da queste ultime elaborazioni ed acquisizioni con i dati di pioggia, al momento in corso, fornirà un ulteriore contributo alla definizione dell'alimentazione che, peraltro, nella sua distribuzione, sarà analizzata anche in relazione con i caratteri di permeabilità, per fessurazione e carsismo, delle rocce affioranti e costituenti la porzione non satura dell'acquifero stesso.

BIBLIOGRAFIA

Cotecchia V., Daurù M., Limoni P., Polemio M., Spizzico M., Tadolini T. (1998). *Il controllo idro-chimico-fisico della falda idrica carbonatica murgiano-salentina (Puglia)*. Pubbl. GNDCI n. 1861, Conv. “Acque sotterranee, risorsa invisibile”, Giornata mondiale dell'acqua, ICID, CNR, Roma, 23 marzo 1998, in corso di stampa.

Cotecchia V., Polemio M. (1998). *The hydrogeological survey of Apulian groundwater (Southern Italy): salinization, pollution and over-abstraction*. Proc. Int. Conf. on «Hydrology in a changing environment», British Hydrological Society, Exeter, 6-10 July, 1998 United Kingdom, John Wiley & Sons, II, 129-136.

D'Ecclesiis G., Polemio M., Sdao F. (1998). *Le sorgenti dell'alta valle del F. Agri (Italia meridionale): caratteri idrogeologici e idrochimici*. Pubbl. GNDCI n. 1838, Acque sotterranee, GEO-GRAPH, Segrate (MI), 1998, in corso di stampa.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Cotecchia Vincenzo

CNR - GNDCI : Linea di Ricerca “Valutazione della Vulnerabilità degli Acquiferi”
// Responsabile

- Trizzino Rosamaria
- Daurù Marcellino
- Tadolini Tiziano
- Spizzico Michele
- Dragone Mario
- Sciannamblo Donato
- Tulipano Luigi
- Polemio Maurizio
- Tinelli Roccaldo
- Fidelibus Maria Dolores
- Amantonico Natale
- Corposanto Anna

U.O. 4.15N

VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DA AGROCHIMICI

Prof. Attilio A.M. Del Re¹⁶

SOMMARIO

Il progetto rientra nella Linea di Ricerca “Vulnerabilità degli Acquiferi” nel programma speciale per la previsione e la prevenzione del rischio degli inquinamenti delle acque sotterranee, di cui è responsabile il Prof. M. Civita.

OBIETTIVI

Sviluppo di indici parametrici valutativi per differenziare l'impatto ambientale derivante dal diverso uso del suolo al fine di ottenere strumenti da implementare nel modello SINTACS.

RISULTATI CONSEGUITI

Definizione di indici di pericolosità delle attività agricole.

I centri di pericolo per la contaminazione diffusa dati dall'attività agricola sono stati fatti coincidere con le classi di uso del suolo a scale regionale quest'ultime ottenute dall'elaborazione di immagini telerilevate. Successivamente è stato elaborato un inventario delle attività agricole che potenzialmente possano originare una contaminazione diffusa.

Ad ogni classe di uso del suolo il proprio fattore di pericolo (FP) tenendo conto delle modalità di inquinamento, dell'intensità dell'inquinamento sia per quantità immessa, sia per durata temporale, infine della probabilità che avvenga il fenomeno di inquinamento per fertilizzanti e/o ammendanti e pesticidi. La soggettività di queste misure ed eventuali errori di stima sono attenuati dalla successiva suddivisione in ampie classi di punteggio, in una scala da 0 a 5

Moltiplicando tra loro i fattori di pericolosità e di controllo, si calcolano, infine, gli indici di pericolosità (IP) di ciascuna delle classi di uso del suolo, i quali vengono a loro volta parametrizzati in una scala da 1 a 10.

Gli indici di pericolosità sono quindi calcolabili per tutte le classi di suolo presenti in una area e quando sovrapposti alla mappa di vulnerabilità permettono di costruire la mappa di rischio potenziale dell'area stessa. L'approccio presentato è in corso di convalida nelle provincie di Cremona e Piacenza per le quali verrà costruita una mappa di rischio potenziale, dalla sovrapposizione della mappa di vulnerabilità costruita con il metodo SINTACS, con la mappa IPA.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

¹⁶ Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale Università Cattolica del Sacro Cuore, via Emilia Parmense 84, 29100 Piacenza

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Del Re Attilio Amerigo Maria
- Capri Ettore
- Trevisan Marco
- Boccelli Raffaella

BIBLIOGRAFIA

Trevisan M., Padovani L., Errera G., Capri E., Del Re A.A.M. (1998) - *Indici di pericolosità delle attività agricole per il calcolo del rischio di inquinamento delle acque sotterranee a scala regionale*. Giornata Mondiale dell'acqua, Roma 23/3/98. Pubbl.n° 1869 GNDCI-CNR.

U.O. 4.16

VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DEGLI ACQUIFERI NELLA SICILIA CENTRALE

Prof. Vincenzo Ferrara¹⁷

PREMESSA

L'attività di ricerca del primo semestre 1998 è consistita nel completamento degli studi per la definizione delle caratteristiche idrogeologiche e di vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi nel settore centrale della Sicilia, rappresentato principalmente dal territorio della provincia di Enna, seguendo criteri e metodologie coerenti con le linee del P.S. VAZAR.

Sono state inoltre proseguite le ricerche in alcuni settori già analizzati per gli aspetti legati alla vulnerabilità, al fine di individuare situazioni favorevoli per l'applicazione di metodologie innovative per la captazione e gestione di risorse idriche da utilizzare nei casi di emergenza, secondo le linee del progetto RISE.

Si è iniziata l'elaborazione degli elementi disponibili per l'area vulcanica dell'Etna al fine di valutare il rischio di inquinamento delle RIS, secondo i criteri e la metodologia proposta al riguardo da CIVITA.

OBIETTIVI

1) Progetto VAZAR

L'attività di ricerca di questo primo semestre ha avuto come obiettivo l'acquisizione, mediante rilievi di campagna e consultazione di documentazione varia, di dati inerenti le caratteristiche idrogeologiche e ambientali dell'area comprendente il placcone sabbioso-calcarenitico su cui ricadono gli abitati di Leonforte, Agira, Assoro e Nissoria.

Scopo finale era quello di delineare un quadro sufficientemente completo delle condizioni di vulnerabilità degli acquiferi presenti in detto territorio, da cui vengono tratte risorse utilizzate per uso idropotabile e agricolo.

L'area interessata dalla ricerca costituisce l'estensione più settentrionale della sedimentazione sabbioso-calcarenitica inframedioptiocenica di Enna - Capodarso e di Piazza Armerina - Valguarnera.

¹⁷ CSEI-CATANIA, via Cifali 27, 95123 Catania

2) Progetto RISE

Obiettivo di questo aspetto della ricerca era l'individuazione e la caratterizzazione di aree favorevoli per la captazione di risorse idriche sotterranee, da utilizzare in casi di emergenza, nell'ambito del complesso vulcanico etneo e di alcuni bacini idrografici dell'area peloritana.

Utilizzando le conoscenze sull'idrogeologia di tali settori sono state selezionate delle aree su cui approfondire gli studi di fattibilità di opere che consentano una razionalizzazione dei prelievi ed una regolazione dei deflussi sotterranei, evitando gli effetti di sovrasfruttamento esistenti nelle aree a più bassa quota, con garanzia al contempo di elevata qualità delle acque per l'esistenza di vincoli sul territorio già operanti o per la loro possibile istituzione.

I risultati di tale attività rivestono notevole importanza nel caso dell'area etnea, dove si verificano ricorrenti crisi idriche per effetto in parte della siccità ed in parte dell'irrazionale sfruttamento delle risorse idriche sotterranee in corrispondenza della fascia pedemontana densamente antropizzata, dove i numerosi centri di pericolo comportano un elevato rischio di deterioramento della qualità delle risorse. L'esistenza alle quote più elevate di vaste aree vincolate a parco assicurano di contro condizioni di sicura protezione da fenomeni di inquinamento di origine antropica.

RISULTATI CONSEGUITI

Gli elementi acquisiti per quanto riguarda l'attività afferente al progetto VAZAR relativamente all'area studiata hanno permesso di delineare un quadro abbastanza completo delle condizioni idrogeologiche, che ha permesso di valutare la vulnerabilità dell'acquifero sabbioso-calcarenitico e la pericolosità a cui sono esposte le risorse idriche in esso presenti.

In particolare l'assetto strutturale profondo con la morfologia del substrato impermeabile sono stati ricostruiti utilizzando dati di rilievi geofisici tarati con stratigrafie di pozzi e sondaggi. Da tale assetto sono state delineate le direzioni di deflusso delle acque sotterranee verso i margini della placca permeabile. Una definizione più precisa è derivata dal censimento e dalla caratterizzazione delle manifestazioni acquifere (pozzi e sorgenti), alcune delle quali utilizzate per l'approvvigionamento idropotabile dei centri urbani della zona.

Attraverso i dati ottenuti da prove di emungimento su alcuni di questi pozzi sono state definite le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero ed in particolare della trasmissività.

Contemporaneamente si è proceduto al censimento ed alla valutazione delle attività costituenti potenziali centri di pericolo di inquinamento, nonché delle modalità di smaltimento dei reflui dagli abitati.

La qualità di base delle acque sotterranee è stata inoltre definita, mediante la metodologia proposta da CIVITA et alii, utilizzando dati analitici esistenti e di nuova acquisizione.

I risultati di tale elaborazione sono serviti per la stesura della carta relativa da cui si può dedurre l'idoneità all'uso delle risorse disponibili, in relazione alle esigenze della zona.

Relativamente al progetto RISE è stato ulteriormente sviluppato lo studio sulla struttura idrogeologica del versante nord-orientale dell'Etna, scelta fra le cinque in precedenza selezionate in quanto ospitanti falde di significativa potenzialità.

Questa struttura, alimentata da una estesa area di ricarica, interessa un territorio quasi del tutto privo di insediamenti antropici e vincolato dall'esistenza del Parco dell'Etna. Essa sottende la fascia pedemontana orientale del vulcano, dove si ha una elevata densità di insediamenti e di attività antropiche che producono elevati volumi di scarichi potenzialmente inquinanti, con elevato rischio di degrado delle risorse idriche sotterranee ivi captate e utilizzate.

Gli elementi acquisiti hanno permesso di elaborare uno studio di fattibilità di opere di presa, a cui fare riferimento quali fonti di approvvigionamento idropotabile nei casi di emergenza dovuti a calamità naturali, siccità o inquinamento delle fonti in atto utilizzate.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Ferrara Vincenzo
- Amantia Andrea
- Barbagallo Matteo
- Bivona Carmelo
- Cubito Antonino
- Pappalardo Santi
- Pennisi Alfredo
- Sciacca Anna Stefania

BIBLIOGRAFIA

FERRARA V., PENNISI A. (1995) - *Lo sviluppo urbano nell'area metropolitana di Catania ed i conseguenti problemi di protezione delle acque sotterranee*. 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi,

Nonantola (Modena) 17-19 maggio 1995, - Quaderni di Geologia Applicata, 1, (1), 193-198, Suppl. 1 dei Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Ed., Bologna.

FERRARA V., PENNISI A. e SCIACCA A.S. (1995) - *Criteri per mitigare il rischio di inquinamento degli acquiferi alluvionali del territorio messinese*. 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, Nonantola (Modena) 17-19 maggio 1995, - Quaderni di Geologia Applicata, 1, (2), 489-496, Suppl. 1 dei Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Ed., Bologna.

FERRARA V., PENNISI A. e SCIACCA S. (1995) - Valutazione del rischio di inquinamento delle acque sotterranee da discariche non controllate di RSU: i casi delle discariche di Catania e di Acireale. 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, Nonantola (Modena) 17-19 maggio 1995, - Quaderni di Geologia Applicata, 1, (2), 479-488, Suppl. 1 dei Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Ed., Bologna.

AMANTIA A., BARBAGALLO M., BIVONA C., FERRARA V., PENNISI A. (1995) - *Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'area peloritana (Sicilia NE)*. 2° Conv. Naz. sulla Protezione e Gestione delle Acque Sotterranee: metodologie, tecnologie e obiettivi, Nonantola (Modena) 17-19 maggio 1995, - Quaderni di Geologia Applicata, 1, (3), 217-220, Suppl. 1 dei Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, Pitagora Ed., Bologna.

FERRARA V. (1996) - *Carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi dell'area peloritana (Sicilia NE) alla scala 1:50.000*. C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, S.E.L.C.A. - Firenze.

FERRARA V. (1998) - *Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania (Sicilia NE) alla scala 1:50.000*. C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, S.E.L.C.A. - Firenze (In stampa).

U.O. 4.17

VULNERABILITÀ DELLE UNITÀ IDROGEOLOGICHE DELLE MADONIE, SICANI E SCIACCA

Prof. Aurelio Aureli¹⁸

SOMMARIO

Le ricerche effettuate dall'U.O. 4.17 fanno riferimento ai progetti di ricerca VAZAR RISE e VARA

CONCLUSIONI

L'unità Operativa durante il primo semestre dell'anno 1998 si è dedicata esclusivamente agli accertamenti in sito, e alle elaborazioni relative, riguardanti gli acquiferi del territorio provinciale di Agrigento.

La complessità delle strutture idrogeologiche presenti, caratterizzate da sinclinali, spesso smembrate, dalla serie evaporitica siciliana e da anticlinali carbonatiche mesozoiche ha richiesto un impegno molto rilevante di mezzi e di tempo per chiarire i rapporti tra i vari acquiferi e le loro relazioni spaziali. Un aspetto di particolare interesse si è rilevata la presenza di discariche incontrollate e di depositi residui di miniera, particolarmente quelli delle miniere di sali potassici, per le possibilità di inquinamento delle falde idriche che da tali discariche e depositi scaturiscono.

Il censimento delle sorgenti non ha creato problemi di sorta ma ha fatto constatare la frequente scomparsa di questo fenomeno naturale o la diminuzione drastica delle portate rispetto ai dati noti da un precedente censimento eseguito dal S.I.I. nel 1930.

Per quanto riguarda i pozzi il rilievo eseguito in loco ne ha riscontrato altre 5000, il riscontrato abusivismo fa però presumere che molti altri siano sfuggiti al censimento. Anche le autodenuce previste dalla Legge Galli non coprono che in parte l'entità reale del fenomeno.

Per quanto si attiene alla predisposizione della cartografia si ritiene, per ora di approntare le basi cartacee, ma considerati gli oneri di stampa si sta valutando l'opportunità di produrre un C.D.Rom. per l'intero territorio provinciale.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Aureli Aurelio
- Adorni Grazia
- Sciuto Lanfranco

¹⁸ Università di Catania Istituto di Geologia e Geofisica, P.za Università, 95125 Catania

- Pistorio Giuseppe
- Fazio Franco
- Silluzio Carmela
- Di Cara Antonino
- Cusimano Gioacchino
- Romano Michele
- Algeri Mario
- Caruso Carmelo
- D’Urso Alessio
- Pappalardo Carmelo
- Spagnolo Bruno
- Branciforti Anna
- Pierini Sebastiano

BIBLIOGRAFIA

Adorni G., Esempio di rappresentazione cartografica degli elementi geologici e geomorfologici cui possono essere associate condizioni di pericolosità nel corso dei terremoti (versante tirrenico dei M.ti Peloritani compreso tra C. Calavà e S.P. Patti Siciliano) (Pubbl. n. 1138 GNDCI)

Aureli A., Alcuni esempi di variazioni di livello piezometrico come precursori di fenomeni sismici, Atti 2° Convegno di Geoidrologia, 1993 (Pubbl. n. 1139 GNDCI)

Adorni G., Valutazione dell'infiltrazione efficace nell'alimentazione degli acquiferi del settore nord orientale Ibleo, Atti 2° Convegno Int. di Geoidrologia, 1993 (Pubbl. n. 1140 GNDCI)

U.O. 4.18N

VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA DI PISA

Prof. Costanzo Panichi¹⁹

ZONA DI STUDIO

La pianura di Pisa, cioè l'area compresa tra il fiume Era ad Est, le colline pisane-livornesi direttrice Ponsacco-Collesalveti-Livorno a Sud ed il fiume Serchio a Nord.

PREMESSA

Il richiedente ed i suoi collaboratori, durante gli anni 1996-1997, hanno effettuato campionamenti ed analisi ripetute delle acque dell'Arno, dei principali affluenti e di alcuni pozzi presenti nella parte centrale della pianura pisana, che hanno portato ad una prima valutazione delle caratteristiche idrodinamiche della zona e della presenza di elementi inquinanti trasportati dalle acque superficiali.

OBIETTIVI

L'obiettivo della ricerca è quello del completamento del quadro descrittivo delle acque superficiali con lo studio del Bacino del fiume Serchio, attiguo a quello dell'Arno, e la valutazione dei meccanismi di interazione tra le acque superficiali e quelle degli acquiferi limitrofi, allo scopo di individuare e distinguere i differenti contributi idrici a questi ultimi, valutare i potenziali apporti antropici ed individuare e descrivere le principali fonti puntuali ed areali di inquinamento.

ATTIVITÀ SVOLTA

Durante il 1998 è stata effettuata una indagine conoscitiva mirata all'ampliamento della rete di monitoraggio dei pozzi della pianura di Pisa, allo scopo di completare l'area in studio, che nelle campagne precedenti era limitata ai pozzi freatici presenti nelle zone immediatamente adiacenti all'Arno. È stato compiuto un censimento di 15 pozzi situati fra il Monte Pisano a N, le Colline pisano-livornesi a S, la via Emilia a W e la direttrice Cascina Cenaia a E. Questi pozzi hanno profondità comprese fra 40 e 60 m ed erogano da acquiferi prevalentemente clastici costituiti da ghiaie, che possono ricevere contributi sia dai margini N e S dell'area, sia da circolazioni sotterranee provenienti dalla pianura dell'Arno.

È stato inoltre effettuato un primo campionamento, in condizioni di magra, del fiume Serchio e dei suoi principali affluenti; sono stati raccolti 15 campioni (11 lungo l'asta fluviale principale e 4 lungo gli affluenti, subito prima della loro confluenza nel Serchio), dei quali sono state eseguite le analisi chimiche degli elementi maggiori e la determinazione della composizione isotopica dell'idrogeno e dell'ossigeno.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

¹⁹ IIRG-CNR, P.zza Solferino, 2 - 56100 PISA

- Sergio Grassi
- Gianni Cortecchi
- Luca Fanfani
- Giorgia La Ruffa
- Silvia Rossi
- Liu' Bellucci
- Enrico Calvi
- Claudio Corsi
- Enrica Gherardi

BIBLIOGRAFIA

Adorni Braccesi A., Bellucci L., Panichi C., La Ruffa G., Podda F., Cortecchi G., Dinelli E., Bencini A. & Gimenez Forcada E. (1998). The Arno River catchment Basin, Italy: chemical and isotopic composition of waters. In: Proceedings del WRI-9, New Zealand, 1998.

Cortecchi G., Dinelli E., Lucchini F., Fanfani L., La Ruffa G., Podda F., Bencini A., Gimenez Forcada & Adorni Braccesi A. (1998). Geochemistry of the Arno River, Italy: natural and anthropogenic contributions. In: Proceedings del WRI-9, New Zealand, 1998.

Grassi S. & Rossi S. (1997). Il cloro delle acque sotterranee della pianura di Pisa. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A. 103: 1-8.

U.O. 4.20U

MAPPATURA DELLA VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO ED INDAGINE SULLE RISORSE IDRICHE SOSTITUTIVE E DI EMERGENZA DEGLI ACQUIFERI DELLA VALLE DELL'ARNO E DEI SUOI AFFLUENTI

Prof. Paolo Canuti²⁰

SOMMARIO

L'unità operativa svolge la propria attività nei seguenti programmi speciali di ricerca: RIAS e ISRA.

CONCLUSIONI

Programma speciale **ISRA**:

SPERIMENTAZIONE SUL FLUSSO DI INQUINANTI TIPO NAPL E PERCOLATI ATTRAVERSO MEZZI POROSI A BASSA PERMEABILITÀ

E' stata continuata la sperimentazione tendente a determinare la variabilità areale delle condizioni di infiltrazione di **inquinanti in fase non acquosa** attraverso terreni superficiali. In una zona nei pressi della discarica comprensoriale di Case Passerini (Sesto Fiorentino) sono stati prelevati 14 cilindri indisturbati di mezzo poroso naturale di natura argillo-limosa, di cui 14 dal top soil (0-0,5 m di profondità) e 14 dal bottom soil (0,5 - 1 m di profondità). Entro ciascuna della fustelle, conferite in laboratorio in un ambiente controllato, è stato effettuato lo sversamento di 100 cc di tetracloroetilene, con determinazione dei volumi percolati attraverso il mezzo e dei tempi di percolazione. La ricerca sta continuando su campioni prelevati da un altro sito (Prato, area del depuratore di Baciacavallo).

E' stata pubblicata la ricerca concernente la misura della velocità d'infiltrazione di un solvente organico **tipo DNAPL (tetracloroetilene)** attraverso un mezzo poroso limo argilloso saturo d'acqua artificialmente compattato; i risultati della ricerca verranno presentati a Tubingen (GER), nel Settembre p.v., in occasione del convegno internazionale GQ'98 - Groundwater Quality: Protection and Remediation. Fra i principali risultati della ricerca si segnala la variazione delle caratteristiche meccaniche e di permeabilità intrinseca del mezzo poroso se pervasivamente saturato da DNAPL e l'effetto barriera capillare, e quindi l'elevata capacità di protezione, che un mezzo argilloso saturo manifesta nei confronti dell'infiltrazione di una fase organica non miscibile in acqua.

E' stata avviata la sperimentazione sullo studio dell'infiltrazione di **percolati da discarica**, in condizioni ambientali di elevata temperatura, attraverso mezzi porosi poco

²⁰ Dipartimento di Scienze della Terra, via G. La Pira 4, 50121 Firenze

permeabili. La ricerca è svolta in collaborazione con Fiorentinambiente di Firenze. Presso l'impianto di selezione e compostaggio di Case Passerini è stata allestita una stazione sperimentale per il monitoraggio, con tecniche infiltrometriche automatiche, della velocità d'infiltrazione del percolato. Il percolato prescelto è "giovane", per quanto concerne lo stadio di maturazione, caratterizzato da una estrema acidità ed aggressività chimica. I primi risultati evidenziano una diminuzione della velocità d'infiltrazione rispetto all'acqua, probabilmente per un effetto barriera capillare già visto per il DNAPL.

STUDIO DELLA CONTAMINAZIONE DA DISERBANTI IN AREE VIVAISTICHE

E' stata portata a termine la sperimentazione su parcella concernente il trasporto di principi attivi diserbanti attraverso la zona non satura nella pianura Pistoiese. Sono stati effettuati campionamenti della fase solida e liquida del terreno e misure tensiometriche e piezometriche fino a Giugno 1998:

Sono state anche effettuate prove batch in laboratorio per verificare le capacità di interazione dei mezzi porosi indagati nei confronti dei 4 principi attivi considerati (Alachlor, Terbutylazyn, Oxadiazon, Pendimetalin). I primi dati testimoniano di un potenziale di trasporto assai differenziato fra i vari principi attivi in relazione al coefficiente di partizione e della forte influenza dell'idrostruttura della copertura sul pattern di distribuzione dell'inquinante nel sottosuolo:

I primi risultati saranno illustrati e pubblicati in occasione del VI Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata a Chieti nell'Ottobre p.v.

REDAZIONE DELLA CARTA DELLA VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DELLA PIANURA ALLUVIONALE DEL FIUME SIEVE

E' iniziata la raccolta dei dati sul campo per la realizzazione della carta di vulnerabilità del fondovalle del Mugello (pianura alluvionale del fiume Sieve). Nel tratto di fondovalle compreso fra S. Piero a Sieve e Vicchio è stata effettuata una campagna piezometrica di morbida integrata con circa 70 sondaggi elettrici verticali, e assieme alla raccolta dei dati litostratigrafici disponibili.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1998:

- Pranzini Giovanni
- Canuti Paolo
- Casagli Nicola
- Bonciani Silvano
- Vannocci Pietro
- Agati Lario
- Brugioni Marcello
- Rinaldi Massimo
- Gargini Alesandro
- Ballerini Piero

- Masotti Luigi
- Lubello Claudio
- Landini Filippo
- Preti Federico
- Gabbani Giuliano
- Olivero Giovanni

BIBLIOGRAFIA

Focardi P., Gabbani G., Gargini A., Isolani R., Vannocci P. - *Effectiveness of aquicludes media as hydraulic barriers in respect to DNAPLs: an experimental study.* pubbl. CNR-GNDCI n.1838.

Presentato a "GQ'98 Groundwater Quality: Protection and Remediation", Tubingen (GER), Settembre 1998.

Affuso A., Gabbani G., Gargini A., (in prep.) – *Indagini sperimentali nel bacino dell'arno sui processi di ricarica e trasporto solidi attraverso la zona non satura.* Presentato al VI Convegno Nazionale Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Chieti, Ottobre 1998:

U.O. 4.21N

VULNERABILITÀ ALL'INQUINAMENTO DI ALCUNI ACQUIFERI DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE.

Prof. Pietro Bruno Celico²¹

SOMMARIO

L'U.O. 4.21N concentra le proprie attività nei programmi speciali RIAS ed ISRA.

CONCLUSIONI

Nel corso del I semestre del 1998 l'Unità Operativa 4.21N ha proceduto:
al perfezionamento delle metodologie attualmente disponibili, finalizzate alla valutazione della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi, con particolare riferimento a quelli calcareo-silico-marnosi del Molise; più in dettaglio, ci si è soffermati sull'idrostruttura di Monte Totila s.l., la quale verrà utilizzata quale area campione;

alla redazione di carte della vulnerabilità all'inquinamento di alcuni acquiferi di particolare interesse idrogeologico; più in dettaglio, sono in fase di completamento le carte inerenti all'acquifero vulcanico del Somma-Vesuvio, a quello alluvionale della Piana del Sele, nonché alla su citata idrostruttura di Monte Totila s.l.;

alla definizione dei criteri di salvaguardia dall'inquinamento di alcuni acquiferi di particolare interesse; più in dettaglio, sono stati delineati i criteri di protezione dell'acquifero che alimenta la sorgente S. Martino (Isernia), sia alla scala di bacino, sia all'intorno dell'opera di captazione.

Al contempo, si è proceduto all'approfondimento delle conoscenze idrogeologiche di base inerenti ad alcuni acquiferi della Calabria settentrionale e della Campania, ponendo particolare attenzione, non solo al mero interesse scientifico, ma anche al valore strategico degli stessi. Anche per questi acquiferi, l'obiettivo è quello di giungere alla valutazione della vulnerabilità all'inquinamento ed alla definizione degli ottimali criteri di protezione dall'inquinamento.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1997:

²¹ Università degli Studi di Napoli Federico II Dip. di Geofisica e Vulcanologia, C.so Umberto I, 80138 Napoli

- Celico Pietro Bruno
- Mele Rita
- Casale Manrico
- Celico Fulvio
- De Luca Mario Domenico
- Esposito Libera
- Habetswallner Federica
- Piscopo Vincenzo

BIBLIOGRAFIA

Celico F. (1996): "Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi e delle risorse idriche sotterranee in realtà idrogeologiche complesse: i metodi DAC e VIR". Quaderni di Geologia Applicata, 1, memoria n. 1277 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F. (1996): "Sui criteri di salvaguardia delle risorse idriche sotterranee in acquiferi ad elevato grado di carsificazione: l'esempio delle sorgenti Capo Verrino e S. Mauro (Molise)". Quaderni di Geologia Applicata, 2, memoria n. 1319 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F., Cirillo R., Esposito L., Guida M., Aquino S. (1996): "La propagazione in falda degli inquinanti idroveicolati, in relazione alla morfologia della superficie piezometrica". L'Acqua, memoria n. 1323 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F. (1996): "Considerazioni sulle problematiche inerenti alla delimitazione delle aree di salvaguardia delle opere di captazione in acquiferi carbonatici". Geologia Tecnica & Ambientale, 2, memoria n. 1324 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F. (1996): "La protezione degli acquiferi dall'inquinamento: aree di salvaguardia, vincoli territoriali, soluzioni complesse e interventi in scenari dinamici". Quaderni di Geologia Applicata (in corso di stampa), memoria n. 1575 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Casale M., Celico F., Cirillo R., Esposito L., Habetswallner F. (1996): "Aree di salvaguardia e vincoli territoriali nei principali acquiferi carbonatici del bacino del Fiume Volturno (Italia Meridionale)". Geologia Tecnica & Ambientale, 3 (in corso di stampa), memoria n. 1365 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F., Trombetti R., Warfa A., Aquino S. (1996): "Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero carbonatico del monte Taburno (Campania)". Geologia Applicata e Idrogeologia (in corso di stampa), pubblicazione n. 1366 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F., Trombetti R., Warfa A., Aquino S. (1996): "Modificazioni antropiche degli equilibri idrogeologici e conseguenze sulla vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi: l'esempio del monte Taburno (Campania)". Geologia Applicata e Idrogeologia (in corso di stampa), memoria n. 1367 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F., Esposito L., Piscopo V., Aquino S. (1996): "Sulla vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi, indotta dall'infiltrazione di acque superficiali: l'esempio del Monte Camposauro e della piana del Calore Irpino". Geologia Applicata e Idrogeologia (in corso di stampa), memoria n. 1368 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F., Esposito L., Piscopo V., Aquino S. (1996): "Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero carbonatico del monte Camposauro (Campania)". Geologia Applicata e Idrogeologia (in corso di stampa), pubblicazione n. 1369 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Celico F., De Caprio A., Esposito L., Liberti A. (1996): "Applicazione del metodo DAC per la valutazione della vulnerabilità all'inquinamento di acquiferi profondi: l'esempio della Piana di Presenzano (Caserta)". Atti del V Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori in Geologia Applicata, Cagliari, 8 - 11 ottobre 1996, memoria n. 1551 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

Casale M., Celico F., Habetswallner F. (1996): "Definizione dei criteri di salvaguardia dall'inquinamento dei principali acquiferi carbonatici del Cilento (Campania)". Atti del V Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori, Cagliari, 8-11 Ottobre (in corso di stampa), memoria n. 1552 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

L. Esposito (1996): "L'area ad Oriente di Napoli (Campania): caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero e comportamento idrodinamico della falda". Atti del V Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori, Cagliari, 8-11 Ottobre (in corso di stampa), memoria n. 1553 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

M.R. Ghiara, V. Piscopo, C. Castaldo, C. Fusco, A. Lamberti, V. Ragone (1996): "Idrodinamica sotterranea dell'acquifero carbonatico dei monti Lattari (Campania) alla luce di nuovi dati strutturali, idrogeologici e idrogeochimici". Atti del V Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori, Cagliari, 8-11 Ottobre (in corso di stampa), memoria n. 1559 del C.N.R. - G.N.D.C.I.

U.O. 4.22

INDIVIDUAZIONE DI AREE CON RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE SOSTITUTIVE, INTEGRATIVE E DI EMERGENZA E DEFINIZIONE DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI.

Prof. Roberto de Riso²²

SOMMARIO

Le ricerche programmate dall'U.O. 4.22 fanno riferimento ai Moduli VAZAR e RISE

OBIETTIVI

- 1) Realizzare una Carta della vulnerabilità integrata all'inquinamento della falda del settore nord-occidentale del massiccio carbonatico del Matese.
- 2) Individuare aree con risorse idriche sotterranee da sottoporre a tutela e da utilizzare in casi di emergenza s.l.

RISULTATI

Per quanto riguarda il Matese è stato ultimato lo studio idrogeologico della Piana di Venafro e dei rilievi carbonatici che la bordano (si sta completando la parte cartografica della Nota riassuntiva).

E' iniziata l'elaborazione della Carta della vulnerabilità all'inquinamento della zona e si prevede di presentare i primi risultati (quelli relativi alla Piana) nell'ambito del Convegno *Il rischio idrogeologico e la difesa del suolo* promosso dall'Accademia dei Lincei (ottobre, 1998).

Nel frattempo è stato effettuato uno studio sulla vulnerabilità all'inquinamento del settore meridionale del *Vulcano del Roccamonfina* ed i risultati sono stati riassunti in una Nota (Pubbl. n° 1850 del CNR-GNDCI Linea 4) già accettata per il Convegno GQ 98 (Tubingen).

La valutazione della vulnerabilità è stata qui effettuata con due metodi parametrici, utilizzando il Sistema Informativo Geografico ILWIS: ciò ha consentito anche una comparazione dei metodi DRASTIC e SINTACS su un'area vulcanica campione.

Il Roccamonfina, il più antico vulcano quaternario della Campania, è un vulcano-strato con pendenze modeste e quota massima di 1006 m s.l.m (sup. ~ 400 km²). Il settore occidentale è costituito da un'alternanza di lave e prodotti piroclastici, mentre nel settore orientale sono predominanti i prodotti esplosivi. Il disegno piezometrico mostra un flusso di base radiale che alimenta in parte, per travaso

²² Facoltà di Ingegneria Istituto di Geologia Applicata, P.le Tecchio, 80125 Napoli

sotterraneo, gli acquiferi limitrofi, in parte i corsi d'acqua e, solo in misura molto contenuta, le numerosi sorgenti di modesta portata ubicate sui fianchi del vulcano. L'acquifero è alimentato solo per infiltrazione diretta ($\sim 113 \times 10^6$ m³/anno in Alvino, 1997 – tesi di dottorato).

La Carta di vulnerabilità è stata redatta per la sola parte meridionale del vulcano e ciò soprattutto in ragione dei dati disponibili. La falda è freatica nel settore occidentale dell'area di studio ed in piccole porzioni del settore orientale, dove è prevalentemente confinata.

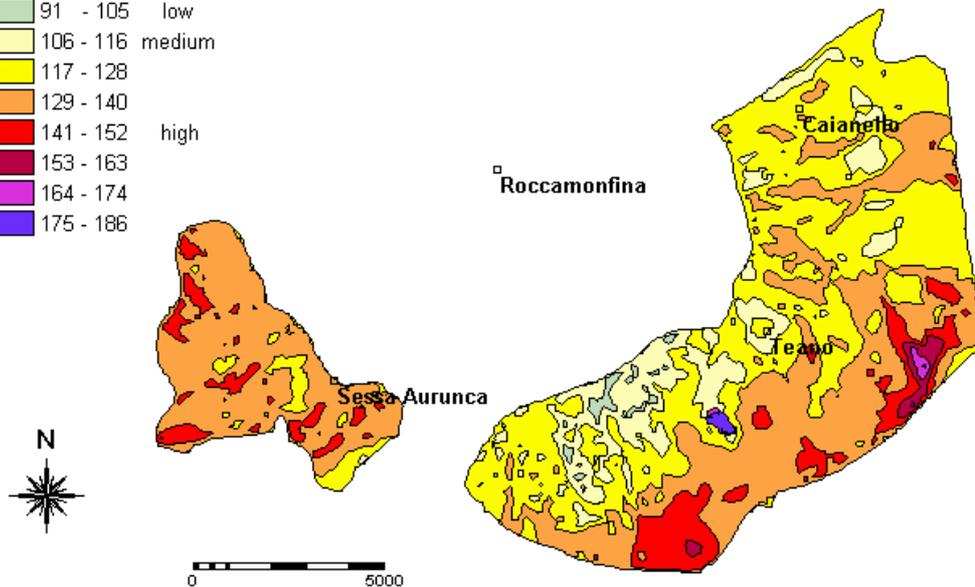
Il grado di vulnerabilità prevalente è basso nella Carta redatta con il metodo DRASTIC, e medio in quella redatta con SINTACS (Fig. 1), probabilmente per le diverse linee di pesi adottate in quest'ultimo. Le uniche aree ad alta vulnerabilità sono a SE dove la soggiacenza è molto bassa e, in SINTACS, a SW di Teano dove c'è un piccolo affioramento di rocce carbonatiche. Anche nel settore occidentale dell'area di studio dove la falda è libera il grado di vulnerabilità è quasi ovunque basso o medio per l'elevata soggiacenza (> 50 m) e per l'elevato peso attribuito a tale parametro in entrambi i metodi.

Le maggiori differenze fra le due Carte, redatte con i due diversi metodi, sono da attribuire ai parametri Conducibilità Idraulica (i ranges considerati nei due metodi differiscono) e Infiltrazione (SINTACS considera l'effetto diluizione degli inquinanti).

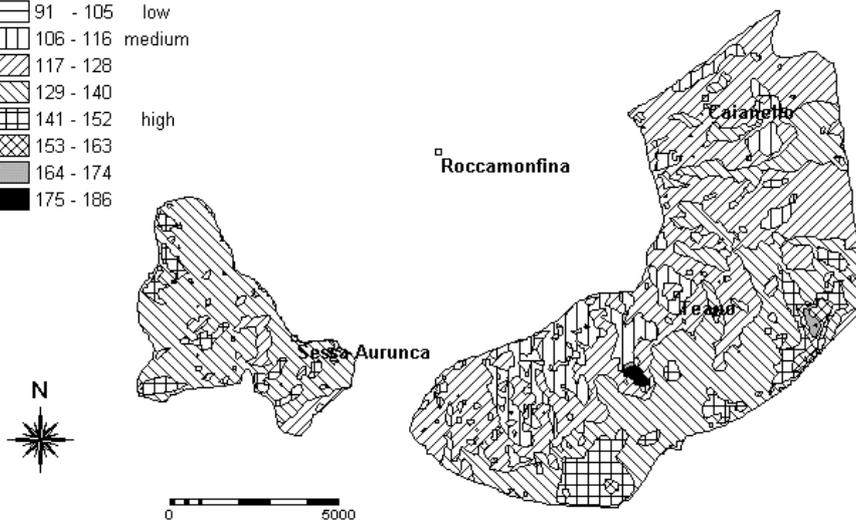
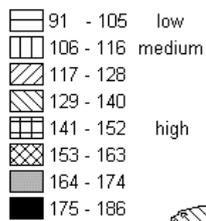
In conclusione DRASTIC e SINTACS danno risultati comparabili negli acquiferi porosi (cfr. anche Corniello et al., 1997), mentre laddove affiorano rocce fessurate e carsificate, per le quali SINTACS prevede una specifica linea di pesi, il grado di vulnerabilità è differenziato.

Grado di vulnerabilità SINTACS

91 - 105	low
106 - 116	medium
117 - 128	
129 - 140	
141 - 152	high
153 - 163	
164 - 174	
175 - 186	



Grado di vulnerabilità SINTACS



Per quanto attiene al secondo obiettivo è stato portato a termine la ricostruzione del modello geologico dell'area sorgentizia dell'alto F. Tusciano che a breve sarà riassunta in una Nota scientifica unitamente alla caratterizzazione chimica delle scaturigini.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1997:

- De Riso Roberto
- Corniello Alfonso
- Carravetta Roberto
- Ducci Daniela
- Santo Antonio
- Calcaterra Domenico
- Guarino Paolo Maria
- Napolitano Paola
- Alvino Roberta
- Iovinelli Roberto
- Budetta Paolo

Bibliografia

- ALVINO R., CORNIELLO A., DUCCI D. (1998) - *Aquifer pollution vulnerability in the "Roccamonfina Volcano" area (southern Italy)*. Convegno GQ 98 Tubingen.
- BELLUCCI F., CORNIELLO A. & DE RISO R. (1993) - *Geology and hydrogeology of Somma-Vesuvio volcano (southern Italy)*. Atti XXIV Congr. Intern. AIH, Oslo.
- BELLUCCI F., CORNIELLO A., DE RISO R. & RUSSO D. (1990) - *Idrogeologia della Piana a nord-est di Napoli*. Mem. Soc. Geol. It., 45.
- CORNIELLO A. (1994) - *Lineamenti idrogeochimici delle sorgenti dei principali massicci carbonatici della Campania*. Atti 77 Congresso della S.G.I., Bari 1994.
- CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NAPOLITANO P. (1994) - *Problematiche idrogeologiche relative alla realizzazione mediante GIS di Carte della vulnerabilità degli acquiferi: un esempio relativo alla Piana Campana*. Atti 77 Congresso della S.G.I., Bari, 1994.
- CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NAPOLITANO P. (1994) - *Salt water intrusion in the Ischia Island (Southern Italy)*. Atti 13 SWIM, 5-10/6, Cagliari.
- CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NAPOLITANO P., GUARINO P. & BELLUCCI F. (1995) - *Carta della vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero della zona orientale della Piana Campana*. 2° Conv. Naz. Sulla Protezione E Gestione Delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi. Quaderni di Geologia Applicata suppl. n. 3, n. 1, 1995.
- CORNIELLO A. & DUCCI D. (1996) - *La Carta del rischio di inquinamento delle risorse idriche sotterranee. Un esempio in Piana Campana*. Quaderni di Geologia Applicata, Pitagora Ed., Bologna.
- CORNIELLO A., DUCCI D. & NAPOLITANO P. (1995) - *Piana del medio Corso del F. Volturno: Carta della qualità delle acque sotterranee*. 2° Conv. Naz. Sulla Protezione E Gestione Delle Acque Sotterranee: Metodologie, Tecnologie e Obiettivi. Quaderni di Geologia Applicata suppl. n. 3, n. 1, 1995.
- CORNIELLO A., DUCCI D. & NAPOLITANO P. (1996) - *Comparison between parametric methods to evaluate aquifer pollution vulnerability using a GIS. An example in the "Piana Campana" (southern Italy)*. Symposium IAEG, Atene, giugno 1997.
- CORNIELLO A. & RUSSO D. (1991)- *La piana del medio corso del fiume Volturno: idrogeologia e vulnerabilità all'inquinamento delle falde*. Atti I Conv. Naz. sulla "Protezione e gestione delle acque sotterranee", Marano sul Panaro (20-22/9), Modena.
- DE FALCO M., DE RISO R., DUCCI D. (1997) - *La piovosità della Penisola sorrentina e dei M.ti Lattari in relazione all'evento del gennaio 1997*. Atti IX Congr. Naz. Geologi, Roma.
- DUCCI D., IOVINELLI R. & SGAMBATI D. (1993) - *L'uso di un G.I.S. nella redazione della carta della vulnerabilità all'inquinamento delle falde della bassa piana del f. Sangro (Abruzzo)*. 3° Convegno Nazionale dei Giovani Ricercatori di Geologia Applicata. Potenza 28-30 Ottobre.

U.O. 4.23

VULNERABILITÀ DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE PRESENTI NEI BACINI DEI FIUMI SINNI E AGRI (VAZAR) RISORSE IDRICHE DI EMERGENZA SITUATE NELL'ALTA VAL D'AGRI (RISE)

Prof. Damiano Grassi²³

SOMMARIO

L'attività di ricerca dell'U.O 4.23 è inerente al Progetto Speciale RISE e al Programma Speciale VAZAR.

CONCLUSIONI

L'attività di ricerca dell'U.O 4.23 è inerente al Progetto Speciale R.I.S.E. e al Programma Speciale V.A.Z.A.R.. Nel I semestre 1998 l'attività dell'U.O. si è concentrata su alcuni studi riguardanti i caratteri di vulnerabilità di taluni importanti acquiferi carbonatici della Basilicata. Si fa in particolare riferimento agli impotenti acquiferi dei Monti di Maratea. Con tale studio si è portata a compimento una attività di ricerca che vede impegnati alcuni dei componenti dell'U.O. da lungo tempo realizzando la carta della Vulnerabilità SINTACS dell'intera area dei Monti di Maratea . un altro importante acquifero carbonatico sottoposto a studio è quello presente nel gruppo montuoso del Sirino. Anche in questo caso si è proceduto alla valutazione della vulnerabilità.

Infine, un altro importante acquifero su cui è da poco cominciata una attività di studio e di ricerca è quello detritico-alluvionale ricadente nella porzione lucana della Fossa Bradanica, compresa nell'ambito della bassa valle del F. Basento. Lo studio è stato pubblicato nella collana degli atti del dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria dell'Università degli Studi della Basilicata.

L'area è caratterizzata da una sequenza litostratigrafica plio - pleistocenica, costituita dalla Formazione delle Argille Azzurre sormontate da depositi regressivi sabbioso-conglomeratici o detritico-calcarenici. La successione litologica e i caratteri strutturali e morfologici generano un acquifero significativo in ragione della notevole estensione areale. Tuttavia, a causa dell'altrettanto esteso sviluppo perimetrale, esso è generalmente interessato da diffuse perdite idriche lungo linee sorgentizie, con l'eccezione di alcune importanti emergenze sorgentizie.

COLLABORATORI ALLA RICERCA

²³ Università della Basilicata Facoltà di Ingegneria Dip. di Strutture, Geotecnica e Geologia Applicata, v.le della Tecnica 3, 85100 Potenza

Hanno collaborato alla ricerca nel corso del 1997:

- Grassi Damiano
- Spilotro Giuseppe
- Sdao Francesco
- Grimaldi Salvatore
- D'Ecclesiis Giampiero

BIBLIOGRAFIA

D'ecclesiis G., Grassi D., Grimaldi S., Polemio M., Sdao F. (1995): Carta della vulnerabilità potenziale degli acquiferi dei M.ti Volturino e Serra di Calvelluzzo (Alta Val D'Agri BASILICATA). Arti grafiche Paternoster Matera.

D'ecclesiis G., Grassi D., Grimaldi S., Polemio M., Sdao F. (1995): Potenzialità e vulnerabilità delle risorse idriche dei monti Volturino e Serra di Calvelluzzo (Alta Val d'Agri Basilicata) 2° Conv. Naz. sulla Protezione e gestione delle acque sotterranee. Modena, 17-19 maggio 1995

D'ecclesiis G. & Polemio M. (1995): Vulnerabilità degli acquiferi dei Monti di Maratea. Convegno Nazionale “Grandi Fenomeni Gravitativi Lenti nei Centri Abitati delle Regioni Alpine ed Appenniniche: Maratea, un approccio interdisciplinare per la convivenza con una secolare instabilità”. Maratea, 1995

D'ecclesiis G. & Sdao F. (1995): Vulnerabilità dell'acquifero del M.te Sirino. In via di ultimazione.

3

CONCLUSIONI GENERALI

La ricerca finalizzata della Linea di Ricerca n.4 del GNDCI è, come si vede, proceduta regolarmente secondo quanto previsto dal Modulo Esecutivo a suo tempo stilato. Per alcune UU.OO., anche di nuova istituzione, gli obiettivi già raggiunti ed i prodotti relativi travalicano addirittura i programmi.

Torino, 30/11/1998