

*Regione Basilicata*

*Regione Liguria*

*Regione Piemonte*

*Regione dell'Umbria*

*Ministero dell'Ambiente*

*ANPA*

PTTA 1994-96

SISTEMA INFORMATIVO  
NAZIONALE PER L'AMBIENTE

**PROGETTO INTERREGIONALE  
SORVEGLIANZA E MONITORAGGIO  
ACQUE SOTTERRANEE  
"PRISMAS"**

*Sintesi dei risultati*

Perugia, novembre 2000

HANNO PARTECIPATO ALLA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

**Per la Basilicata**

*Regione Basilicata - Dipartimento Ambiente e Territorio*

Achille Palma, Francesco Pesce, Mariano Tramutoli, Nicola Vignola

*Università della Basilicata, Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente*

Michele Greco

**Per la Liguria**

*Regione Liguria*

Giovanni Garaventa, Gianfranco Benegiamo

*AMGA SpA*

Osvaldo Conio (Responsabile), Anna Morgavi (Coordinamento), Luigi Perasso, Federico Pittaluga (Campagne di monitoraggio e stesura manuale), personale laboratorio AMGA SpA (Analisi chimiche), Paolo Sammartino, Paolo Borsetti, Marco Dassereto (Monitoraggio in continuo), Letizia Grattarola (Database), Gianni Casu, Laurence Puttaert, Tito Burlando (Elaborazione dati), Università di Genova - DIP.TE.RIS. (Studio geochimico e modellazione)

**Per il Piemonte**

*Regione Piemonte*

Giovanni Negro, Guglielmo Filippini, Maria Governa

*ARPA Piemonte*

Aldo Panzia Oglietti, Renzo Barberis, Michele Actis

*Università di Torino, Dipartimento di Scienze della Terra*

Giovanni Pietro Beretta, Domenico De Luca, Luciano Masciocco

*Università di Torino, Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali*

Valter Boero

**Per l'Umbria**

*Regione dell'Umbria*

Endro Martini (Responsabile progetto interregionale)

*ARPA Umbria*

Giancarlo Marchetti (Direzione tecnica interregionale), Angiolo Martinelli (Gestione progetto), Francesco Frondini, Luca Peruzzi (Raccolta ed elaborazione dati), Roberto Crea (GIS), Mirko Nucci (Reti remote), Sabrina Sonno (Database), personale Laboratori Perugia e Terni (Analisi chimiche)

**Per il Ministero dell'Ambiente**

*Servizio VIA*

Enrico Satta

**Per l'ANPA**

Claudio Fabiani

Patrizia Fiorletti

**Consulenti progetto interregionale**

Gian Pietro Beretta

Giuseppe Giuliano

**Il presente volume è stato  
prelavorato e coordinato da**

Angiolo Martinelli (ARPA Umbria)  
Giancarlo Marchetti (ARPA Umbria)

**in collaborazione con**

Gian Pietro Beretta (Università di Torino)  
Giuseppe Giuliano (IRSA-CNR Roma)  
Maria Governa (Regione Piemonte)  
Michele Greco (Università della Basilicata)  
Anna Morgavi (AMGA SpA)  
Giovanni Negro (Regione Piemonte)

Le immagini di copertina sono tratte dal volume (con allegato CD-Rom), *Ambiente @ scuola, l'ambiente umbro visto e raccontato dai bambini*, a cura del CRIDEA (Centro Regionale per l'Informazione, la Documentazione e l'Educazione Ambientale), Perugia 1999. Più precisamente, dall'alto verso il basso, i disegni sono stati realizzati: dai bambini e dalle bambine della scuola media "Galileo Galilei" di Acquasparta (i primi 3), e della scuola media "Giovanni XXIII" di Terni.

# indice

<b>Presentazione</b>	pag.	5
<b>L'ESPERIENZA INTERREGIONALE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE</b>	"	7
1. Quadro generale del progetto	"	7
2. Aspetti organizzativi, gestionali e finanziari	"	9
3. Le caratteristiche del progetto	"	9
4. Stima dei costi di realizzazione di un reticolo nazionale di monitoraggio sugli acquiferi alluvionali in attuazione al DLgs 152/99	"	12
5. Conclusioni	"	14
<b>IL SOTTOPROGETTO BASILICATA</b>	"	17
1. Inquadramento territoriale e idrogeologica dell'area di studio	"	17
2. Conoscenza pregressa dell'area e studi integrativi	"	18
3. Censimento dei punti di misura	"	19
4. Sintesi stato di fatto	"	19
5. Applicazione del DLgs 152/99 per l'interpretazione delle misure	"	21
<b>IL SOTTOPROGETTO LIGURIA</b>	"	23
Introduzione	"	23
1. Il sito applicativo	"	23
2. Le fasi del progetto	"	23

3. Raccolta documentale, delimitazione della falda alluvionale e ricostruzione delle isobate del substrato roccioso	pag.	24
	"	
4. Attività di monitoraggio	"	24
5. Monitoraggio in continuo	"	25
6. Stesura di manuale operativo finalizzato al monitoraggio delle acque di falda	"	25
7. Elaborazione dati	"	25
<b>IL SOTTOPROGETTO PIEMONTE</b>	"	29
1. Premessa	"	29
2. Generalità del progetto regionale PRISMAS	"	29
3. La rete di monitoraggio delle acque sotterranee	"	30
4. Elaborati tecnici prodotti	"	33
5. La gestione informatica dei dati della rete	"	33
6. Prima stima dei costi del progetto PRISMAS per attività svolte	"	34
7. Conclusioni	"	35
<b>IL SOTTOPROGETTO UMBRIA</b>	"	37
2. La struttura operativa e gli elementi di progetto	"	37
3. Gli strumenti operativi adottati	"	38
4. La struttura informatica del progetto	"	38
5. Metodologie di elaborazione dei dati	"	40
6. Le stazioni automatiche di misura quali-quantitativa	"	41
7. I risultati principali	"	43
8. Proiezioni future	"	47

# Presentazione

*L'approvvigionamento di risorse idriche sotterranee da destinarsi al consumo umano e ad altri usi pregiati, costituisce un problema di essenziale rilevanza in termini di reperimento delle risorse, del loro utilizzo ottimale e soprattutto della loro protezione dai rischi di contaminazione.*

*La conoscenza del quadro idrogeologico, nonché delle caratteristiche chimico-fisiche naturali delle acque e dei fattori di generazione del rischio, sono altrettanti elementi fondamentali per la definizione delle modalità operative da utilizzare nel perseguimento degli obiettivi sopra indicati.*

*Essi devono quindi trovare spazio nella cultura tecnica ed amministrativa degli enti istituzionalmente competenti nella pianificazione del territorio e dell'uso delle risorse idriche nonché di quelli a cui è affidata la gestione dei servizi connessi.*

*Con questa logica il Progetto Interregionale Sorveglianza e Monitoraggio delle Acque Sotterranee (PRISMAS) realizzato dalle Regioni Basilicata, Liguria, Piemonte ed Umbria, oltre ad ampliare significativamente le conoscenze sulle acque sotterranee dei territori coinvolti, ha sviluppato metodologie e procedure standardizzate, producendo un'esperienza ripetibile su tutto il territorio nazionale, al fine di conseguire un quadro omogeneo sullo stato della risorsa idrica.*

*Questo l'obiettivo che il Ministero dell'Ambiente ha inteso perseguire nel finanziare il progetto nell'ambito del programma SINA, PTTA 94/96, d'intesa con l'ANPA.*

*Le esperienze condotte sono state verificate nella fase finale del progetto al fine del loro utilizzo all'interno di quanto previsto dal DLgs 152/99.*



# **L'esperienza interregionale di monitoraggio delle acque sotterranee**

## **1. Quadro generale del progetto**

### **1.1 IL CONTESTO DI ATTUAZIONE DEL PROGETTO PRISMAS**

In attuazione della legge 28 agosto 1989 n. 305 inerente la programmazione triennale per la tutela dell'ambiente, il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica, con deliberazione 21 dicembre 1993, ha approvato il Programma Triennale 1994/96 per la tutela dell'ambiente nel quale, tra l'altro, sono state previste attività che riguardano ricerche, studi ed indagini finalizzate all'attuazione del programma stesso attraverso la conoscenza ed il monitoraggio dei diversi fenomeni ambientali ed allo sviluppo di azioni di programmazione e pianificazione ambientale e territoriale, con l'obiettivo del coordinamento dei piani di settore e con riferimento alla definizione dei contenuti dei programmi regionali ambientali. Nella stessa deliberazione sono state destinate risorse finanziarie per gli interventi relativi al Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), con priorità ad interventi a rilevanza nazionale tendenti ad assicurare risultati di immediata e autonoma utilizzazione da parte dell'Amministrazione. Secondo le su riportate indicazioni il Coordinamento permanente Stato - Regioni individuava e definiva un programma di interventi interregionali che il Ministero dell'Ambiente, con proprio decreto del 25 novembre 1994, ha approvato. Tra gli interventi SINA è stato finanziato il progetto interregionale sul monitoraggio delle acque sotterranee (successivamente denominato PRISMAS), presentato congiuntamente dalle Regioni Umbria, Piemonte, Liguria e Basilicata il cui importo previsto ammonta a 4,5 miliardi di lire dei quali 3,6 a carico dello Stato e 0,9 a carico delle Regioni partecipanti, ed al tavolo di coordinamento SINA Stato-Regioni, è stato proposto alla Regione dell'Umbria, alla luce delle esperienze acquisite, di partecipare in qualità di capofila.

### **1.2 OBIETTIVI DEL PROGETTO**

Gli obiettivi del progetto che assumono rilevanza nazionale sono la standardizzazione dei criteri per la progettazione, realizzazione, gestione elaborazione e trasferimento dati quali-quantitativi di reti di sorveglianza e monitoraggio di acque sotterranee. Le Regioni proponenti si sono impegnate a formulare, sulla base dei livelli attuali di conoscenza e controllo esistenti sulle acque sotterranee nei rispettivi territori, uno standard comune di riferimento attraverso valutazioni critiche e ottimizzazioni di reti esistenti, progettazione, allestimento e sperimentazione di nuove reti, elaborazione, interpretazione, informatizzazione e trasferimento dati.

Lo standard formulato è stato sperimentato nelle quat-

tro regioni attraverso realizzazioni e/o gestioni finalizzate, tenuto conto delle diverse peculiarità di ognuna in relazione alla diversa tipologia idrogeologica e territoriale, all'utilizzo prevalente di acqua da un particolare tipo di acquifero, al diverso grado di conoscenza e controllo esistente degli acquiferi ed al diverso regime idrologico.

Lo standard ha previsto delle "linee guida", che rappresentano un modello di riferimento da esportare in altre realtà italiane, con lo scopo di sviluppare ulteriormente la cultura della conoscenza e gestione delle acque sotterranee.

Nell'ambito delle sperimentazioni previste dal progetto proposto, si è previsto di valutare i criteri di scelta ed individuati i punti significativi da utilizzare per la costruzione della rete nazionale. In ogni caso i punti della rete nazionale, che potranno avere finalità e modalità di gestione diverse, saranno congruenti con i punti delle reti regionali.

Si identificano, anche alla luce del nuovo quadro normativo, gli Enti da interessare alla realizzazione e gestione ordinaria delle reti; i flussi informativi sia verso il livello regionale, che da questo verso le Autorità di Bacino ed il SINA nazionale e ovviamente viceversa, ed il coordinamento in particolare con il progetto "Ciclo dell'uso dell'acqua" in relazione alle specifiche SINA.

Le finalità del progetto in funzione del quadro normativo ed istituzionale di riferimento sono:

- individuare lo stato quali-quantitativo della risorsa in territori regionali rappresentativi dell'intero territorio nazionale;
- cartografare di conseguenza lo stato quali-quantitativo anche mediante indicatori;
- ottenere dati sufficientemente rappresentativi dello stato qualitativo della risorsa in relazione all'uso;
- indicare le tendenze evolutive nello spazio e nel tempo della qualità e quantità delle risorse idriche sotterranee;
- valutare l'evoluzione dell'inquinamento presente in aree a rischio di crisi ambientale;
- collegare osservazioni di reti locali e regionali a quelle individuate su scala nazionale;
- stabilire standard di progettazione, sperimentazione e gestione delle reti nelle diverse situazioni geografiche, idrogeologiche e socio-economiche che possa essere esportato anche in altre regioni;
- ottenere indicazioni per la periodica revisione del sistema di monitoraggio;
- stimare i costi di gestione della rete di monitoraggio;
- verificare i risultati degli interventi normativi ed operativi attuati nel corso degli anni;
- fornire indicazioni per una revisione delle linee di intervento nel campo della gestione e tutela delle risorse idriche sotterranee.

Il processo logico unitario che presiede alle attività progettuali, dei vari sottoprogetti regionali, si articola nelle seguenti fasi:

- a) Selezione e revisione delle informazioni disponibili:
  - ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico del sottosuolo;
  - identificazione del sistema idrogeologico e del sistema antropico di pressione;
  - definizione del modello funzionale e dei parametri di comportamento;
- b) Prima impostazione e gestione operativa sperimentale della rete di monitoraggio:
  - realizzazione di una "rete preliminare" di monitoraggio relativa agli aspetti quali-quantitativi e sua gestione operativa;
  - elaborazione dei dati della rete provvisoria ed individuazione della "rete definitiva" (anche sulla base di un aggiustamento delle conoscenze sul sistema idrogeologico);
- c) Gestione consolidata delle reti di monitoraggio:
  - gestione della rete definitiva;
  - gestione ed elaborazione dei dati della rete;
- d) Sintesi delle conoscenze acquisite:
  - predisposizione di rapporti tecnici;
  - presentazione e diffusione dei dati e dei risultati.

L'affidabilità e il dettaglio delle informazioni acquisite ed elaborate deve consentire inoltre la progettazione di una "rete esecutiva" in cui possa essere ipotizzato un maggiore impegno economico rispetto a quello attuale, anche in conseguenza della necessità di costruzione di nuove opere quali ad esempio nuovi pozzi di monitoraggio o attrezzature in sito.

I criteri a carattere metodologico e tecnico-scientifico che guidano la realizzazione delle attività prevedono procedure e modalità sufficienti a consentire la comparabilità dei risultati del progetto. Tali criteri formulati in modo provvisorio e preliminare all'inizio della applicazione potranno avere esito alla fine del progetto nella produzione di linee guida, standard ed altri strumenti metodologici, dopo che abbiano superato, con gli opportuni adattamenti, la sperimentazione nei differenti ambiti applicativi. In quanto tali, si trasformeranno in prodotti generalizzabili e trasferibili.

Un elenco non esaustivo di tali criteri comprende:

- le modalità di elaborazione delle informazioni per la individuazione dei sistemi acquiferi regionali da sottoporre a monitoraggio;
- le modalità di individuazione e caratterizzazione dei punti di monitoraggio;
- la scelta dei parametri e della frequenza delle determinazioni in funzione degli obiettivi;
- i protocolli necessari per assicurare un'adeguata qualità dei dati raccolti;
- le modalità di immagazzinamento ed elaborazione dei dati.

L'affidabilità e il dettaglio delle informazioni acquisite ed elaborate dovrebbe consentire inoltre la progettazione di una "rete esecutiva" in cui possa essere ipotizzato un maggiore impegno economico rispetto a quello attuale, anche in conseguenza della necessità di costruzione di nuove opere

quali ad esempio nuovi pozzi di monitoraggio o attrezzature in sito.

Partendo da conoscenze ed esperienze diverse, nelle Regioni partecipanti il procedimento logico sopra descritto ha un diverso sviluppo ed approfondimento e in particolare si osserva quanto segue.

Nell'ambito del territorio della **Regione Piemonte** si è affrontata, in collaborazione con l'Università, la progettazione e la gestione di una rete di monitoraggio nelle parti di pianura delle province di Cuneo e Torino, per le quali si è già sperimentata su piccole aree in modo autonomo da parte della Regione Piemonte la fattibilità dell'operazione.

Si tratta di un'area particolarmente importante dal punto di vista delle risorse idriche sotterranee in quanto posta nella parte iniziale della valle del Fiume Po, sulla quale grava il carico antropico di una diffusa agricoltura nel cuneese e delle attività industriali della cintura torinese; inoltre si hanno importanti captazioni di acque sotterranee a servizio del capoluogo e delle altre città insediate.

Sulla base delle esperienze pregresse e della struttura idrogeologica locale è stata prevista la realizzazione di una doppia rete, destinata alla sorveglianza della "falda superficiale" e delle "falde profonde".

Le misurazioni sono state di tipo manuale, con sperimentazione di monitoraggio in continuo del livello della falda in alcuni siti significativi per tipologia di acquifero, vicinanza di corsi d'acqua, disponibilità ed uso della risorsa.

Per quanto riguarda la **Regione dell'Umbria**, negli acquiferi delle depressioni vallive esisteva già una localizzazione di punti di misura (pozzi) che era stata sottoposta a misure nell'ambito di altri progetti; questa rete è stata ripristinata, controllata ed integrata in modo da ottenere una rappresentazione affidabile delle caratteristiche quali-quantitative delle acque sotterranee nell'area di pianura.

Per gli acquiferi delle zone calcaree è rilevante l'interezza che questa operazione riveste in quanto queste rocce costituiscono i serbatoi di accumulo di importanti risorse idriche di tutta la zona appenninica, da cui si approvvigionano anche importanti acquedotti delle zone costiere con tracciati di adduzione di notevole estensione.

Il progetto partendo dal notevole bagaglio conoscitivo disponibile ha realizzato e gestito un reticolo definitivo di sorveglianza e monitoraggio qualitativo e quantitativo dei sistemi acquiferi alluvionali e delle principali sorgenti con l'obiettivo di valutare correttamente il comportamento e le modificazioni nel tempo dei sistemi acquiferi attraverso misure periodiche sia qualitative che quantitative.

Un numero idoneo di sorgenti negli acquiferi calcarei appenninici e in corrispondenza del complesso vulcanico vulsino sono quindi state attrezzate con opere murarie e strumenti di registrazione in continuo delle portate.

La **Regione Liguria** esegue il monitoraggio del bacino del T. Bisagno, che interessa con il suo corso anche il capoluogo.

Si tratta di un bacino tipico delle zone liguri, caratterizzato da rocce con permeabilità per fessurazione (peraltro ridotta) e con depositi alluvionali in contatto idraulico con il corso d'acqua principale.

Vengo sorvegliati sorgenti e pozzi che sono utilizzati

anche per l'approvvigionamento idrico potabile, secondo uno schema già adottato presso la Regione per tutti i bacini del territorio di competenza.

Una particolare rilevanza assume la necessità di controllare la compatibilità tra insediamenti urbani e produttivi e la qualità e quantità delle risorse idriche sotterranee.

Nel bacino ligure, nella parte più a valle, si è effettuata una sperimentazione indirizzata al monitoraggio in continuo dei parametri quali-quantitativi, sia per quanto riguarda l'acquisizione che la trasmissione dei dati.

Tale sperimentazione riveste una notevole importanza per le zone in cui sono presenti "acquiferi urbani", in cui le possibilità di tutela mediante la prevenzione appaiono limitate, mentre la conservazione della possibilità d'uso delle acque viene garantita invece da un monitoraggio continuo.

Nel territorio della **Regione Basilicata** l'obiettivo delle attività progettuali è stato la progettazione e la gestione in un'area costiera di una rete di monitoraggio costituita da pozzi che possono verificare gli aspetti quantitativi della risorsa e il degrado qualitativo conseguente all'interazione con le attività agricole e urbane e all'ingressione marina.

Per tale motivo sono state eseguite misure e prelievi su una rete di pozzi preventivamente individuati.

L'attenzione è stata volta alla fase di identificazione delle strutture idrogeologiche e del loro comportamento con individuazione della rete di monitoraggio preliminare addegnata al controllo quantitativo e degli effetti sulla qualità conseguenti all'elevato prelievo e all'intenso utilizzo agricolo dell'area.

Data l'assenza di informazioni pregresse, una rilevante parte del progetto è dedicata all'acquisizione delle informazioni necessarie alla ricostruzione idrogeologica e alla selezione dei punti della rete preliminare, che verrà sperimentata sul campo.

## **2. Aspetti organizzativi, gestionali e finanziari**

Il Progetto PRISMAS è stato elaborato con la seguente struttura operativa:

- Il Tavolo di Coordinamento delle Regioni Capofila (TRC) composto da un rappresentante del Ministero dell'Ambiente, e dai Referenti SINA delle Regioni capofila di uno dei progetti interregionali PTTA 1994-1996. Il TRC è coordinato dal Ministero dell'Ambiente e dalla Regione Piemonte, in qualità di Regione capofila per l'attuazione del SINA. Nella fase realizzativa il TRC ha anche il compito di valutare gli eventuali adeguamenti al piano di progettazione esecutiva che, in corso d'opera, possono essere proposti dal Gruppo di Coordinamento del Progetto.
- Il Gruppo di Coordinamento di Progetto (GCP) composto dai referenti SINA delle Regioni partecipanti e da uno o più delegati del Ministero dell'Ambiente e dell'ANPA, subentrata successivamente nella gestione del SINA. Il GCP è presieduto dal referente SINA della Regione dell'Umbria in quanto capofila. Il GCP svolge attività di indirizzo tecnico, monitoraggio, sotto il profilo qualitativo e quantitativo, nonché verifica dello sviluppo del progetto e assicura

anche il necessario raccordo tra la Regione capofila e le Regioni partecipanti, nonché il coordinamento dei work-packages e delle attività a carico delle singole Regioni partner.

- I Direttori Tecnici Regionali (DTR), nominati da ciascuna Regione partecipante che assicurano la realizzazione del progetto. I DTR, ciascuno nell'ambito del territorio di competenza, sono incaricati della supervisione tecnica sulle attività svolte nell'ambito del Progetto, comprese le attività svolte da eventuali consulenti esterni o fornitori privati coinvolti dalla singola Regione partecipante.
- Il Direttore Tecnico di Progetto (DTP), ruolo assunto dal Direttore Tecnico della Regione dell'Umbria, ha il compito del coordinamento tecnico generale ed in particolare per quanto riguarda la corretta esecuzione delle attività in termini di modalità di realizzazione, di rispondenza alle specifiche dei prodotti consegnati e rispetto dei tempi previsti.

### **2.1 STRUTTURE OPERATIVE**

All'interno dell'organizzazione regionale, il progetto PRISMAS ha avuto una diversa organizzazione in relazione al diverso grado di esperienza e professionalità esistente negli Uffici preposti.

In generale laddove era maggiore l'esperienza sul monitoraggio delle acque sotterranee è stato necessario ricorrere ad un contenuto apporto esterno, limitato alla parte operativa (Regione dell'Umbria e in parte Regione Liguria).

Nella necessità di "riorganizzare il patrimonio" conoscitivo esistente, si è dovuto coinvolgere anche altri enti con esperienza e competenza nel settore (Regione Basilicata e Regione Piemonte).

Nello specifico si riportano di seguito i vari soggetti coinvolti da ciascuna delle regioni partecipanti:

- Basilicata: Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente dell'Università degli Studi della Basilicata
- Liguria: ARPA, Osservatorio regionale dei Corpi Idrici (c/o AMGA di Genova)
- Piemonte: ARPA, CSI, Dipartimento di Scienze della Terra e Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agro - forestali dell'Università degli Studi di Torino
- Umbria: Laboratori LESP di Perugia e Terni (attualmente ARPA), Aziende acquadottistiche, ARPA Umbria.

È stato inoltre necessario coordinare le attività del progetto con altre iniziative in corso relative alla gestione delle acque sia a livello regionale (monitoraggio delle acque superficiali, piani di risanamento acque, ambiti di gestione ottimale, etc.) che a livello centrale (progetto AQUARIUM).

## **3. Le caratteristiche del progetto**

### **3.1 LE AREE CAMPIONE SELEZIONATE**

Le Regioni partecipanti per l'attuazione del progetto hanno selezionato alcune aree-campione caratterizzate da gradi differenti di conoscenza idrogeologica.

In Basilicata l'area di studio prescelta per il progetto comprende la porzione della costa Jonica, ubicata tra i fiu-

mi Bradano e Sinni su cui insistono numerose aziende agricole, a carattere industriale e familiare, per le quali la risorsa idrica rappresenta il fondamento di ogni loro attività.

La presenza in tale fascia costiera di colture pregiate, infatti, è stata inizialmente favorita dallo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, localmente disponibili. Negli ultimi 30 anni la crescente domanda irrigua è stata soddisfatta mediante le risorse idriche superficiali accumulate dai grandi invasi appenninici, ma solo di recente, a causa del sopraggiungere di un periodo siccitoso pluriennale, è stato evidenziato che la domanda irrigua è sovrabbondante rispetto alle risorse idriche utilizzabili. Tale circostanza ha rivalutato le risorse idriche sotterranee disponibili nella zona costiera, con il rischio di inquinamenti delle falde a causa di fenomeni indotti di intrusione d'acqua marina provocata dagli emungimenti. La scarsità di informazioni pregresse ha reso necessario impostare una procedura conoscitiva di base.

La Regione Liguria utilizzando le informazioni acquisite mediate l'Osservatorio permanente dei corpi idrici ha scelto l'area campione nel bacino del Torrente Bisagno, e precisamente il suo tratto inferiore, sede di un acquifero fondamentale per l'approvvigionamento idropotabile della città di Genova ed al contempo fortemente antropizzato. Ad un quadro conoscitivo già noto si sono associate indagini integrative di completamento.

La Regione Piemonte ha in corso un progetto di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee dell'intero territorio regionale finalizzato alla gestione e tutela delle risorse idriche.

All'interno del progetto PRISMAS sono stati selezionati gli acquiferi di pianura delle province di Cuneo e Torino, mentre un progetto parallelo (PRISMAS II) e uno simile riguardante anche la vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento (Bacino del F. Tanaro: studio sui potenziali rischi dovuti all'alluvione del novembre 1994 e realizzazione di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee, nonché identificazione dei siti potenzialmente pericolosi e valutazione della vulnerabilità della falda) interessano le province di Asti, Alessandria, Biella, Novara, Vercelli e Verbania-Cusio-Ossola. Il lavoro di progetto ha richiesto la messa a punto di una fase conoscitiva di base, uniformando i livelli dei distinti settori investigati.

La Regione dell'Umbria ha scelto quali aree di progetto gli acquiferi carbonatici, vulcanico ed i principali acquiferi alluvionali, che sono i maggiori settori di approvvigionamento idropotabile. I primi sono caratterizzati da fattori idrologici che mettono a rischio la disponibilità di risorse in

periodi di magra, i secondi rappresentano situazioni particolarmente a rischio di inquinamento. Avendo già svolto indagini conoscitive sugli acquiferi oggetto di studio e disponendo di serie di dati pregressi il lavoro è partito dall'impostazione di un reticolo definitivo e dal suo inserimento in banca dati.

### 3.2 PECULIARITÀ DEI PROGETTI REGIONALI

#### *Basilicata*

Per una appropriata ricostruzione del chimismo degli acquiferi studiati e delle loro interrelazioni con le acque superficiali e la falda marina i campionamenti effettuati nell'area di studio hanno utilizzato una sonda di profondità, che consente il prelievo d'acqua al livello desiderato.

Ad essi si sono aggiunti carotaggi termo-salinometrici e gamma-logs, necessari per la ricostruzione dell'acquifero e delle sue condizioni.

#### *Liguria*

La Regione Liguria ha provveduto a realizzare un sistema di rilevazione in continuo di dati di 4 pozzi relativi ai siti piazza Paolo da Novi, via Trebisonda, piazza Giusti, Gavette posti nell'area urbana di Genova.

Alla stazione di piazza Giusti afferiscono le linee di prelievo di 6 pozzi circostanti che alimentano stagionalmente l'acquedotto cittadino; attivati prevalentemente nella stagione estiva, ad integrazione degli invasi artificiali. Quando il sollevamento è attivo la stazione di monitoraggio esegue un prelievo sequenziale dei diversi pozzi e una conseguente misura; nei periodi di inattività la stazione provvede all'adduzione dell'acqua del pozzo più prossimo all'impianto. Il sistema funziona con una gestione automatica.

Il campione da analizzare viene prelevato dall'acquifero attraverso un sistema di pompaggio o di smistamento delle 6 linee attivato automaticamente dal processore di stazione, il quale provvede anche alla gestione del programma di monitoraggio (frequenza di campionamento, di analisi) alla registrazione dei dati sull'archivio locale, all'invio dei dati, opportunamente elaborati, al Centro Operativo.

La strumentazione installata presso le stazioni di monitoraggio dell'acqua di falda nel bacino del torrente Bisagno consente le operazioni di prelievo del campione per l'analisi, le elaborazioni delle misure, i cicli di autopulizia mediante controllo da parte del sistema informatico di periferica. Ciascuna stazione è configurata per i parametri riportati nella tabella 1.

**Tabella 1: Misure effettuate nelle stazioni automatiche della Liguria**

PARAMETRO	UNIT DI MISURA	CAMPO DI LETTURA	SENSIBILITÀ
Livello di falda	m	0.0 + 20.0	0.01 m
Temperatura H <sub>2</sub> O	°C	-5 + 50	0.1 C
pH	pH	0.0 + 14.0	0.01 pH
Potenziale redox	mV	-1999 + 1999	1 mV
Conducibilità elettrica	µS/cm	0.0 + 1999	1 µS/cm
2 ulteriori ingressi configurabili			

Il Micro-Processore calcola su base programmabile i valori minimo, medio, massimo dei parametri. Il sistema di visualizzazione locale è costituito da un display.

Il programma consente di acquisire i dati che vengono memorizzati su memorie statiche.

L'elettronica di gestione della periferica è costituita dalle seguenti parti:

- elettronica di misura e di comando;
- interfaccia modem per linee telefoniche commutate;
- linee dedicate per trasmissione dati.

Ciascuna stazione è dotata dei sensori di Temperatura, pH, Conducibilità elettrica specifica, Potenziale Redox, Misura di livello e di un campionatore automatico, un dispositivo atto al prelievo dei campioni d'acqua e alla loro conservazione entro contenitori refrigerati della capacità di 2 litri.

Ciò consente una successiva analisi in laboratorio. I campioni vengono prelevati secondo una temporizzazione scelta dall'utente o conseguente ad una rilevazione di anomalia di qualunque dei parametri controllati.

#### *Piemonte*

L'impostazione delle fasi di lavoro per la definizione di un quadro conoscitivo minimo e la creazione di un reticolo preliminare costituisce l'elemento peculiare del progetto Piemonte: il lavoro ha permesso di individuare un consistente numero di pozzi potenzialmente inseribili nella prima rete di monitoraggio regionale delle acque sotterranee.

Su questi pozzi sono state eseguite verifiche, con relativi sopralluoghi, da parte dei geologi appositamente incaricati; scopo di questo primo controllo è la compilazione della scheda di archiviazione pozzo appositamente predisposta, con verifica dell'accessibilità, della possibilità di campionamento e della significatività del pozzo ai fini di un suo possibile inserimento nella rete di monitoraggio. Ove possibile, sono state inoltre effettuate delle prime misure in campo, rilevando il livello di falda, il pH, la conducibilità elettrica, il potenziale redox, la temperatura e l'ossigeno disciolto.

In seguito è stata effettuata una campagna di campionamento su tutti i pozzi giudicati come "inseribili", al fine di sottoporre le acque sotterranee ad una prima caratterizzazione analitica. Le analisi chimiche sono state condotte dai Dipartimenti ARPA interessati, prendendo in considerazione gli analiti che possono essere utili per una caratterizzazione idrochimica dell'acqua (anioni, cationi, composti azotati, metalli,) e che possono contribuire, assieme alla ricostruzione litostratigrafica, ad una prima classificazione delle falde.

Sono state previste due successive campagne di campionamento ed analisi, avendo come riferimento una lista di parametri più ampia di quella utilizzata nella prima fase; in particolare, inserendo degli analiti in grado di classificare meglio, da un punto di vista ambientale, la qualità della falda.

La prima fase di monitoraggio analitico, effettuata su tutti i pozzi, ha previsto, oltre alla misura del livello di falda, la determinazione dei parametri chimico-fisici ritenuti significativi.

Le modalità di prelievo, trasporto, conservazione e trattamento del campione sono state definite attraverso una apposita procedura redatta dall'ARPA.

La seconda fase di monitoraggio analitico si è concretizzata in due campagne di prelievo condotte solamente sui pozzi che, in base ai risultati della prima fase, sono stati considerati significativi ai fini del loro inserimento nella rete di monitoraggio preliminare.

#### *Umbria*

La realizzazione del laboratorio mobile per il campionamento delle acque costituisce un momento di importante sviluppo nelle attività di controllo e gestione del territorio da parte della Regione dell'Umbria, in quanto l'utilizzo di tale strumentazione apre nuove possibilità di indagini sulle condizioni ambientali delle acque sotterranee. Notevoli difatti sono sempre state le difficoltà di agire con procedure standardizzate rapide ed impegnative, dal punto di vista del contenuto tecnico-scientifico, sia per quel che concerne la gestione quotidiana delle attività di monitoraggio, sia in situazioni di protezione civile.

La possibilità di disporre di un mezzo dedicato con strumentazione adeguata per le determinazioni chimico-fisiche ed idrogeologiche di campagna e la preparazione e stoccaggio dei campioni, rappresenta un traguardo organizzativo rilevante che assicura una presenza altamente qualificata dell'Amministrazione Pubblica nel territorio.

I prelievi di aliquote consistenti per la determinazione di microinquinanti quali Fenoli, IPA, Pesticidi ed Idrocarburi totali, che non rendono possibile il rispetto delle condizioni di conservazione ed analisi dei campioni (a 4 °C, determinazioni nel giro di 24-48 ore) sono stati sostituiti dall'installazione nel laboratorio mobile di un concentratore prototipo realizzato ad hoc (GILSON WATER TRACE) che permette di concentrare le aliquote di campione necessarie per le analisi di laboratorio in cartucce facilmente stoccabili nel frigorifero del laboratorio mobile.

La tecnica di concentrazione utilizzata è l'estrazione in fase solida SPE su colonnine specifiche impiegando grossi volumi di campione (1 litro o più), che consentono poi di utilizzare tecniche analitiche quali GC o HPLC.

I metodi di concentrazione su colonnine SPE prevedono tutti una fase di attivazione e condizionamento che consiste nel passaggio di solventi per solvatare la fase solida e preparare la colonnina a "intrappolare" gli analiti di interesse.

Nella pratica del laboratorio, l'attivazione delle colonnine, il passaggio del campione da concentrare, la successiva eluizione, sono operazioni che, se eseguite manualmente, richiedono tempo e l'impiego costante dell'operatore.

L'apparecchio denominato WATER TRACE, è stato progettato per poter effettuare le operazioni descritte in totale automazione e nel più breve tempo possibile su un mezzo mobile o in laboratorio. Lo strumento, alimentato a 12 Volt con una batteria da automobile, sopporta fino a 4 colonnine SPE che possono essere utilizzate contemporaneamente.

WATER TRACE è gestito da un PC mediante il quale è possibile impostare e modificare il file di gestione delle operazioni: il file può essere comunque memorizzato e "trasfe-

rito" nella Eprom dello strumento permettendo di operare senza l'utilizzo del computer.

Il monitoraggio dei sistemi sorgentizi appenninici, soggetti ad una elevata variabilità stagionale e periodica, è stato sviluppato con la realizzazione di stazioni remote che consentono la trasmissione dei dati delle portate totali ed addotte ed anche delle misure di conducibilità elettrica e temperatura. Il sistema messo in atto permette l'archiviazione dei dati in loco, mediante stazioni dotate di memoria non labile, l'acquisizione dati ed il controllo delle stazioni in modo remoto mediante collegamento telefonico.

Strumentazione e software di base utilizzati provengono dal campo dell'applicazione industriale: le condizioni logistiche e climatiche dei siti hanno richiesto una messa a punto del sistema per eliminare e minimizzare tutti gli inconvenienti tanto dei collegamenti che dell'acquisizione dati.

Per la gestione dei dati archiviati è stato messo a punto un software specifico che permette sia la visualizzazione di informazioni specifiche che l'automatizzazione di alcune elaborazioni idrogeologiche e previsionali delle singole sorgenti. Tale software acquisisce ed utilizza anche i dati di stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico della Regione dell'Umbria associabili alle sorgenti, per meglio sviluppare le relazioni tra alimentazioni e deflussi.

#### 4. Stima dei costi di realizzazione di un reticolo nazionale di monitoraggio sugli acquiferi alluvionali in attuazione al DLgs 152/99

Le esperienze maturate dalle quattro regioni partecipanti al progetto coprono gran parte delle problematiche del territorio nazionale per quello che riguarda le aree alluvionali e costiere.

I costi di realizzazione delle varie fasi di messa a punto delle reti di monitoraggio possono essere considerati come rappresentativi delle diverse condizioni ambientali regionali e costituiscono nel loro insieme un quadro completo dell'intero iter procedurale.

Nel caso della Regione dell'Umbria i costi unitari estrapolati, per le attività di gestione della rete definitiva, sono stati riportati nella tabella che segue, mentre per le regioni Piemonte e Liguria e Basilicata sono presentati nelle tabelle 2-5.

Tra i costi della Regione Piemonte sono incluse le voci relative all'impostazione delle reti preliminari su acquiferi estesi e consistenti, quelli della Basilicata sono relativi ad un intero ciclo progettuale (dalla fase preliminare a quella definitiva) di un solo acquifero di tipo costiero ad uso agricolo, mentre per la Regione Liguria si tratta di problematiche più ristrette in aree urbane ad alto rischio di inquinamento.

Nel tentativo di fornire una valutazione generale di quali potrebbero essere i costi di applicazione del DLgs 152/99 per quanto riguarda il monitoraggio delle acque sotterranee, sono state considerate in misura prioritaria le informazioni fornite dal PRISMAS di Umbria e Piemonte che ben si interfacciano e completano tra loro.

Nella tabella 5 è proposta una stima dei costi estrapolati a livello nazionale per quanto riguarda le aree alluvionali, costituenti circa il 25% del territorio nazionale, su cui insistono gli acquiferi maggiormente vulnerabili da cui provengono gran parte delle risorse idropotabili nazionali.

Sulla base delle conoscenze acquisite si è considerato che su circa il 70% della superficie delle aree alluvionali ci siano già delle conoscenze idrogeologiche ed esperienze di monitoraggio tali da ritenere sufficienti le informazioni necessarie per poter impostare e gestire un reticolo di monitoraggio, passando direttamente alla fase a regime prevista dagli allegati del DLgs 152/99 relativi al monitoraggio.

Nel rimanente 30% della superficie delle aree alluvionali del nostro paese si ritiene che sia necessario promuovere la fase conoscitiva prevista dal DLgs 152/99 non avendo informazioni e dati sufficienti.

I costi previsti per tali attività e riportati ai punti A e B della tabella 6, sono chiaramente da considerarsi come costi "una tantum" da prevedere cioè nella fase di avvio delle operazioni di monitoraggio previste dal Decreto.

Anche per quanto riguarda la densità dei reticoli di

Tabella 2: Costi unitari significativi delle attività di progetto della Regione dell'Umbria

	ATTIVITÀ	UNIT DI MISURA	QUANTITÀ	IMPORTO UNITARIO (Lire)
a	Rielaborazione dati pregressi, impostazione e gestione reticolo definitivo: (5 acquiferi alluvionali per circa 1.000 km <sup>2</sup> , 1400 punti di misura a differente frequenza e numero di parametri misurati per oltre 50.000 dati)	km <sup>2</sup> ACQUIFERI	1.000	100.000
		PUNTI RETICOLO	230	435.000
b	Realizzazione di un laboratorio mobile, compreso il prototipo di concentratore Water Trace	UNIT MOBILE	1	115.000.000
c	Campionamento del reticolo, esecuzione di misure quantitative (livelli statici e dinamici, portate) e chimico-fisiche di terreno con l'uso di un laboratorio mobile (T <sub>aria</sub> , T <sub>campione</sub> , pH, Cond., Redox, OD, HCO <sub>3</sub> ), con operazioni di filtraggio, condizionamento e preconcentrazione	CAMPIONI/ANNO	1.000	75.000
d	Strumentazione in continuo delle sorgenti medio-grandi con portate superiori a 50 L/s (finora completate)	NUMERO SORGENTI	14	45.000.000

Tabella 3: Costi unitari significativi delle attività di progetto della Regione Piemonte

	ATTIVIT	UNIT DI MISURA	QUANTITA	IMPORTO UNITARIO (Lire)
a	Rielaborazione dati pregressi, impostazione e gestione reticolo preliminare (475 punti) (acquiferi alluvionali per circa 2.500 km <sup>2</sup> )	km <sup>2</sup> ACQUIFERI	2.500	85.000
		PUNTI RETICOLO	475	400.000
b	Campionamento del reticolo preliminare e definitivo, esecuzione di misure quantitative e chimico-fisiche di terreno (T campione, pH, Conducibilit , a volte anche OD e Redox).	CAMPIONI/ANNO	1.000	40.000
c	Realizzazione e strumentazione in continuo di piezometri superficiali e profondi (in corso)	NUMERO PIEZOMETRI	34	19.000.000

Tabella 4: Costi unitari significativi delle attività di progetto della Regione Liguria

	ATTIVIT	UNIT DI MISURA	QUANTIT	IMPORTO UNITARIO (Lire)
a	Ricerca bibliografia geologica, geomorfologica e idrogeologica, ricerca d archivio dei punti d acqua, indagini in campo e selezione del reticolo definitivo	km <sup>2</sup> ACQUIFERI	4.5	1.000.000
		PUNTI RETICOLO	25	180.000
b	Campionamento dei pozzi ed esecuzione di misure quantitative (*)	CAMPIONI/ANNO	80	125.000
c	Esecuzione di analisi chimico-fisiche in laboratorio (34 parametri)	CAMPIONI/ANNO	80	753.000
d	Stazione multiparametrica per 6 linee di analisi acqua in continuo	NUMERO STAZIONI	1	73.500.000
e	Campionatore automatico per 12 bottiglie da 2 litri	NUMERO CAMPIONATORI	1	8.500.000
f	Piezometro per la misura in continuo	NUMERO PIEZOMETRI	1	15.000.000

(\*) Il campionamento dei pozzi in ambito urbano comprende: impiego di mezzo furgonato, gruppo elettrogeno, pompa sommersa, canne di smaltimento acque da cantine verso tombini, attività di spurgo per i pozzi in disuso, riempimento di 5 contenitori

Tabella 5: Costi unitari significativi delle attività di progetto della Regione Basilicata

	ATTIVIT	UNIT DI MISURA	QUANTITA	IMPORTO UNITARIO (Lire)
a	Rielaborazione dati pregressi, impostazione reticolo preliminare (130 punti), creazione del sistema informativo territoriale	km <sup>2</sup> ACQUIFERI	400	175.500
		PUNTI RETICOLO		
b	Indagini idrogeologiche (gamma log, termosalinometriche)	NUMERO PUNTI	48	1.050.000
c	Campionamento del reticolo preliminare e definitivo, esecuzione di misure quantitative (georeferenziazione, livelli statici) e chimico-fisiche delle acque (in situ e laboratorio), organizzazione del dato	NUMERO PUNTI	200	85.000

monitoraggio si sono considerate le varie esperienze condotte dal Progetto PRISMAS e quelle di altre realtà del nostro paese, stimando che con 0,15 punti/km<sup>2</sup> come media nazionale, si possano avere informazioni sufficienti per il raggiungimento degli obiettivi del Decreto in questione.

## 5. Conclusioni

Il Progetto PRISMAS può considerarsi come una sperimentazione di quanto richiesto dal DLgs 152/99 sull'attivazione e gestione delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee, che assume, insieme a quello delle acque superficiali, un ruolo strategico nella definizione dei piani di tutela previsti dal decreto stesso. Si è potuto procedere quindi anche alla classificazione qualitativa delle acque sotterranee e alla delimitazione delle aree vulnerabili da nitrati.

Il progetto fornisce anche indicazioni sulle metodiche e sui costi di impostazione e gestione che tale attività comporta, pur mantenendo le dovute differenze rispetto all'impostazione legislativa e strutturazione prevista dal decreto.

In particolare occorre sottolineare che l'attività di monitoraggio prevista dal decreto è essenzialmente finalizzata, come tempistica e come parametri, alla classificazione dei corpi idrici: l'esperienza del PRISMAS ha in alcuni casi evidenziato la necessità di proseguire scelte maggiormente adattate alle situazioni locali e quindi meno vincolate concettualmente.

È necessario quindi che si faccia strada un convincimento più "scientifico" e meno metodologico delle reti di monitoraggio, con la possibilità di pensare, situazione per situazione, modalità e tempi di esecuzione di misure ed analisi, considerando come minimo indispensabile quanto richiesto dal recente decreto legislativo 152/99.

**Tabella 6: Stima dei costi di una rete nazionale sugli acquiferi alluvionali (circa 77.000 km<sup>2</sup>)**

	ATTIVIT	UNIT DI MISURA	QUANTITA	IMPORTO (milioni di Lire)
A	Impostazione e gestione reticolo preliminare (30 % degli acquiferi alluvionali per circa 23.000 km <sup>2</sup> ) con una densità media di 0,15 punti/ km <sup>2</sup> pari a circa 3.450 pozzi Fase conoscitiva del DLgs 152/99	km <sup>2</sup> ACQUIFERI	23.000	1.000
B	Rielaborazione dati pregressi, impostazione e gestione reticolo definitivo: (70% degli acquiferi alluvionali per circa 54.000km <sup>2</sup> ) con una densità media di 0,15 punti/ km <sup>2</sup> pari a circa 8.100 pozzi Fase a regime del DLgs 152/99	km <sup>2</sup> ACQUIFERI	54.000	2.500
C	Campionamento dei reticoli preliminari ed esecutivi con esecuzione di misure quantitative e chimico-fisiche semestrali con costo indicativo di £ 50.000 a campione	CAMPIONI/ANNO	23.000	1.540
D	Analisi chimico-fisiche di laboratorio fase conoscitiva (chimismo di base e alcuni elementi specifici) Rif. Indicativo £ 100.000/camp.	CAMPIONI/ANNO	6.900	690
E	Analisi chimico-fisiche di laboratorio fase a regime (chimismo di base e parametri addizionali). Rif. Indicativo Lire 400.000/camp.	CAMPIONI/ANNO	16.200	6.500
F	Archiviazione, gestione, elaborazione e divulgazione dati e risultati. Rif. 100 milioni annui per ARPA/APPA o Regioni.	UNIT DI GESTIONE	21	2.100
	<b>COSTO TOTALE ANNUO STIMATO AD INIZIO ATTIVITA (PRIMI 2 ANNI)</b>			<b>13.900</b>
	<b>COSTO TOTALE ANNUO STIMATO A REGIME (DAL 3 ANNO)</b>			<b>12.450</b>

### ALTRE OPERAZIONI PREVEDIBILI PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLE RETI (costi di impianto - da diluire in più anni)

	ATTIVIT	UNIT DI MISURA	QUANTITA	IMPORTO (milioni di Lire)
G	Strumentazione in continuo di piezometri e pozzi superficiali e profondi (costo medio Lire 5 milioni)	NUMERO PIEZOMETRI	1.500	7.500
H	Realizzazione di piezometri superficiali e profondi (costo stimato medio Lire 15 milioni)	NUMERO PIEZOMETRI	500	7.500

## Riferimenti bibliografici

AA.VV. (1999)

*Progetto interregionale PRISMAS. Relazione intermedia al 31/12/1998. Regioni Basilicata, Liguria, Piemonte e Umbria, Ministero dell'Ambiente, ANPA, rapporto interno a cura della Regione dell'Umbria.*

Beretta G.P., Marchetti G., Martinelli A., Sonno S. (1999)

*Reti di monitoraggio discreto su acquiferi alluvionali. Il Dbase PRISMAS: impostazione, gestione ed analisi dei dati. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Parma 13-15 ottobre 1999. Pubbl. n. 1983 GNDICI-CNR. "Quaderni di geologia applicata", Pitagora Editrice.*

Beretta G.P. (1994)

*Lo stato attuale delle conoscenze sulle reti di monitoraggio delle acque sotterranee in Italia. In Il controllo dell'Ambiente: sintesi delle tecniche di monitoraggio ambientale. Pitagora Editrice.*

Checucci R., Frondini F., Marchetti G., Martinelli A., Peruzzi L. (1998)

*Il monitoraggio degli acquiferi umbri nell'ambito del progetto interregionale Sorveglianza e monitoraggio acque sotterranee (PRISMAS): aspetti tecnologici e gestionali. Convegno "Nuove tecniche per l'acquisizione, il monitoraggio e l'elaborazione dei dati idrogeologici a fini ambientali", Geofluid '98 Piacenza, 1° ottobre, organizzato dal Politecnico di Milano.*

Giuliano G., Marchetti G., Martinelli A., F. Frondini, L. Peruzzi (1999)

*Nuove procedure operative e strumentali sulla rete di monitoraggio delle acque sotterranee in Umbria. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Parma 13-15 ottobre 1999. Pubbl. n. 1985 GNDICI-CNR. "Quaderni di geologia applicata", Pitagora Editrice.*

International Organization of Standardization (1993)

*Water quality - Sampling - Part 11: Guidance on sampling of groundwaters. ISO 5667-11, Genève, Switzerland.*

Marchetti G. (1999)

*Esperienze nel monitoraggio delle acque sotterranee. Atti 1ª Conferenza Nazionale sulla Tutela delle Acque, Ministero dell'Ambiente, Roma 28-30 settembre 1999.*

Marchetti G., Martinelli A., Crea R., Riva C. (1999)

*Una rete di monitoraggio remoto in continuo di sorgenti: tecniche operative, software di gestione, qualità dei dati e risultati. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Parma 13-15 ottobre 1999. Pubbl. n. 1984 GNDICI-CNR. "Quaderni di geologia applicata", Pitagora Editrice.*

Regione dell'Umbria (1996)

*Progetto interregionale PRISMAS, Sorveglianza e monitoraggio qualitativo acque sotterranee. Sistema Informativo Nazionale per l'Ambiente PTTA 1994-96. Progetto esecutivo, ottobre 1996.*

Regione dell'Umbria (1997)

*Progetto interregionale PRISMAS, Sorveglianza e monitoraggio qualitativo acque sotterranee, Sottoprogetto Umbria. Sistema Informativo Nazionale per l'Ambiente PTTA 1994-96. Progetto definitivo, gennaio 1997.*

Regione Piemonte (2000)

*Proposta al Consiglio regionale di prima individuazione delle zone vulnerabili dai nitrati di origine agricola ai sensi del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. DGR del 31 luglio 2000, n. 130-716.*

Repubblica Italiana (1999)

*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. DLgs 11 maggio 1999, n. 152, suppl. ord. alla GU n. 124 del 29 maggio 1999, Roma.*

UNICHIM (1997)

*Acque destinate al consumo umano. Metodi di Campionamento. Manuale n. 157, Milano, 1997.*

