

# Monitoraggio di sistemi multifalde: il caso della provincia di Venezia

M. Aurighi<sup>1</sup>, P. Zangheri<sup>2</sup>, A. Ferronato<sup>3</sup>, L. Franz<sup>4</sup>, A. Vitturi<sup>5</sup>

Publicato in :Quaderni di Geologia Applicata. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee per il III millennio. Parma 13-14-15 ottobre 1999, Pitagora Ed., Bologna.

**Riassunto.** Il sottosuolo della provincia di Venezia è schematizzabile come un sistema acquifero multifalde costituito da almeno sei falde in pressione sovrapposte (nel Portogruarese le falde acquifere sono dieci in uno spessore di 600 metri e le più profonde sono acque termali) e da una falda freatica spesso discontinua e di limitata potenzialità.

Il monitoraggio di tale sistema risulta piuttosto complicato tuttavia Regione e Provincia, in base ad un Protocollo di Intesa che prevede la collaborazione di vari Enti, hanno identificato una serie di pozzi idonei alla costruzione della rete di monitoraggio quali-quantitativa: in questa memoria vengono presentati i risultati delle prime campagne di misura e campionamento.

[Parole chiave: *acquifero multifalde, monitoraggio.*]

**Abstract.** *The underground of the Venice's district can be represented as a multiaquifer formation, composed at least by six confined aquifer (in the Portogruaro's area there are ten aquiferous stratum of 600 metres in thickness and the deeper ones are thermal waters) and by a water-bearing stratum that is often discontinuous and limited in power.*

*The monitoring of this system is rather difficult, but Veneto Region and District, according to an Agreement Protocol providing the co-operation between different Beings, have identified some wells that are suitable to the construction of qualitative and quantitative monitoring system.*

*The results of the first measures and sampling are here made known.*

[Key words: *multi-stratum aquifer, monitoring.* ]

## 1. INTRODUZIONE

Da tempo l'Amministrazione Provinciale di Venezia ha promosso studi aventi lo scopo di raggiungere una conoscenza adeguata del complesso ed importante sistema idrogeologico presente nel sottosuolo dell'area veneziana.

Nel caso della provincia di Venezia le conoscenze idrogeologiche su gran parte del territorio fino a pochi anni fa erano alquanto limitate. Esistevano infatti solo per l'area lagunare studi idrogeologici di dettaglio, realizzati a partire dalla fine degli anni '60 in relazione al grave problema della subsidenza (DAZZI ET ALII, 1994).

Per ovviare a questa lacuna e sulla base di quanto previsto dalla normativa (L.319/76, L.142/90, D.L. 275/93 D.P.R.236/88, R.D.1775/33 L.36/94 L.R.33/85...) la Provincia ha condotto un'indagine idrogeologica su tutto il territorio provinciale, iniziata nel 1990 ed eseguita per successivi stralci territoriali (PROVINCIA DI VENEZIA, 1992-98).

Nel contempo la Regione Veneto ha predisposto e sviluppato un programma per lo studio dei corpi idrici che prevede, tra l'altro, la realizzazione di una rete di monitoraggio quali-quantitativa delle acque sotterranee che risultano di importanza strategica non solo per il soddisfacimento delle esigenze acquedottistiche ma più in generale per l'intero sviluppo economico del territorio.

Il programma relativo alla rete prevede:

- raccolta di studi e dati esistenti;
- analisi critica dei dati raccolti ed omogeneizzazione delle informazioni;
- schematizzazione delle informazioni in schede ed inserimento in un adeguato database;
- studio della situazione litostratigrafica, strutturale ed idrogeologica del sottosuolo e definizione degli acquiferi;
- prima selezione dei pozzi idonei;
- verifiche in campagna dello stato dei pozzi;
- ipotesi di rete;
- campagne di misura e campionamento;
- verifiche ed ottimizzazione della rete.

Gli obiettivi del progetto sono molteplici, tra i principali si possono segnalare i seguenti:

- pervenire alla conoscenza dello stato attuale delle falde e della loro probabile evoluzione secondo gli aspetti qualitativi e quantitativi;

<sup>1</sup> Geologo – consulente Regione Veneto e ARPAV

<sup>2</sup> Geologo – consulente provincia di Venezia

<sup>3</sup> ARPAV – Area Tecnico-Scientifica

<sup>4</sup> Regione Veneto – Direzione Ambiente

<sup>5</sup> Provincia di Venezia

- identificare e proteggere le aree maggiormente vulnerabili (ad esempio le aree di ricarica degli acquiferi);
- prevedere e controllare gli episodi di contaminazione delle falde;
- progettare piani di salvaguardia delle aree da cui attingono gli acquedotti pubblici;
- poter gestire in modo adeguato, basandosi su conoscenze dettagliate, le risorse idriche disponibili;
- poter valutare correttamente le priorità di intervento.

Perseguendo obiettivi comuni Regione Veneto e Provincia di Venezia all'inizio del 1997 hanno sottoscritto un Protocollo di Intesa che impegna i due Enti a lavorare in stretta collaborazione, nel quadro di comuni iniziative, nel campo dell'idrogeologia ed in particolare per la realizzazione del progetto "rete di monitoraggio" relativamente al territorio veneziano.

Con l'istituzione dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) le competenze in materia di monitoraggi ambientali sono passati a tale Ente che, pertanto, si è preso in carico il compito di proseguire le attività legate al monitoraggio già predisposte dalla Regione e di proseguire le collaborazioni avviate con la Provincia di Venezia.

## 2. CENNI SULL'IDROGEOLOGIA DELLA PROVINCIA DI VENEZIA

In generale l'idrogeologia di quest'area è caratterizzata dalla presenza di una modesta falda freatica e di varie falde in pressione (sfruttate fino alla profondità di 600 m), che in prima approssimazione diminuiscono in spessore, granulometria (e quindi potenzialità), qualità delle acque e numero, procedendo

da nord a sud. L'area di alimentazione di queste falde è posta al di fuori del territorio provinciale.

La struttura idrogeologica è quindi caratterizzata da una serie di acquiferi in pressione sovrapposti. Questo schema concettualmente semplice a scala regionale risulta a grande scala particolarmente complesso e non per tutte le aree della provincia si ha uno schema preciso della serie idrogeologica.

A titolo di esempio si riporta una sezione geologica tipo (figura 1).

Il profilo illustra la situazione dell'area più orientale della provincia, ai confini con la Regione Friuli Venezia Giulia. Si osserva l'alternanza di materiali acquiferi e non acquiferi ed in particolare la presenza di ghiaie alloggianti importanti falde (utilizzate a scopo acquedottistico) nella parte più a nord, prossima all'area di ricarica dell'acquifero, e a profondità di 500-600 m (queste ultime alloggianti falde termali).

Sul sistema di falde sovrapposte, al fine di conoscerne la distribuzione nel sottosuolo, le principali caratteristiche chimiche e lo sfruttamento locale, la Provincia ha condotto le seguenti ricerche:

1) raccolta ed interpretazione dei dati stratigrafici esistenti e ricostruzione della struttura geologica;

2) censimento dei pozzi intercettanti acquiferi confinati, con schedatura, rilevamento e misura dei seguenti parametri: profondità, diametro, portata di esercizio, pressione, temperatura, conducibilità elettrica, contenuto in ferro e ammoniaca;

3) raccolta delle analisi chimiche eventualmente effettuate sulle acque;

4) informatizzazione ed elaborazione dei dati tramite databases e G.I.S.

La tabella 1 riassume alcuni dei dati raccolti.

**Tabella 1. Alcuni dati di sintesi della indagini idrogeologica del territorio provinciale (per un riferimento sulle aree si veda la figura 2).**

<i>Area</i>	<i>N. pozzi censiti con profondità &gt; 10m</i>	<i>Di cui a portata spontanea</i>	<i>Di cui con stratigrafia nota</i>	<i>Prelievo stimato (l/s)</i>
Portogruarese	1120	885 (79.0%)	7 (0.6%)	500
Sandonatese	173	95 (54.9%)	8 (4.6%)	30
Area Centrale	1835	768 (43.2%)	41 (2.2%)	2.000
Area Meridionale	139	9 (6.5%)	30 (21.6%)	100
<b>Totale</b>	<b>3270</b>	<b>1757 (53.7%)</b>	<b>86 (2.6%)</b>	<b>2630</b>

La figura 2 mostra la distribuzione dei pozzi censiti, dell'area qualitativamente e quantitativamente adatta per l'approvvigionamento idropotabile

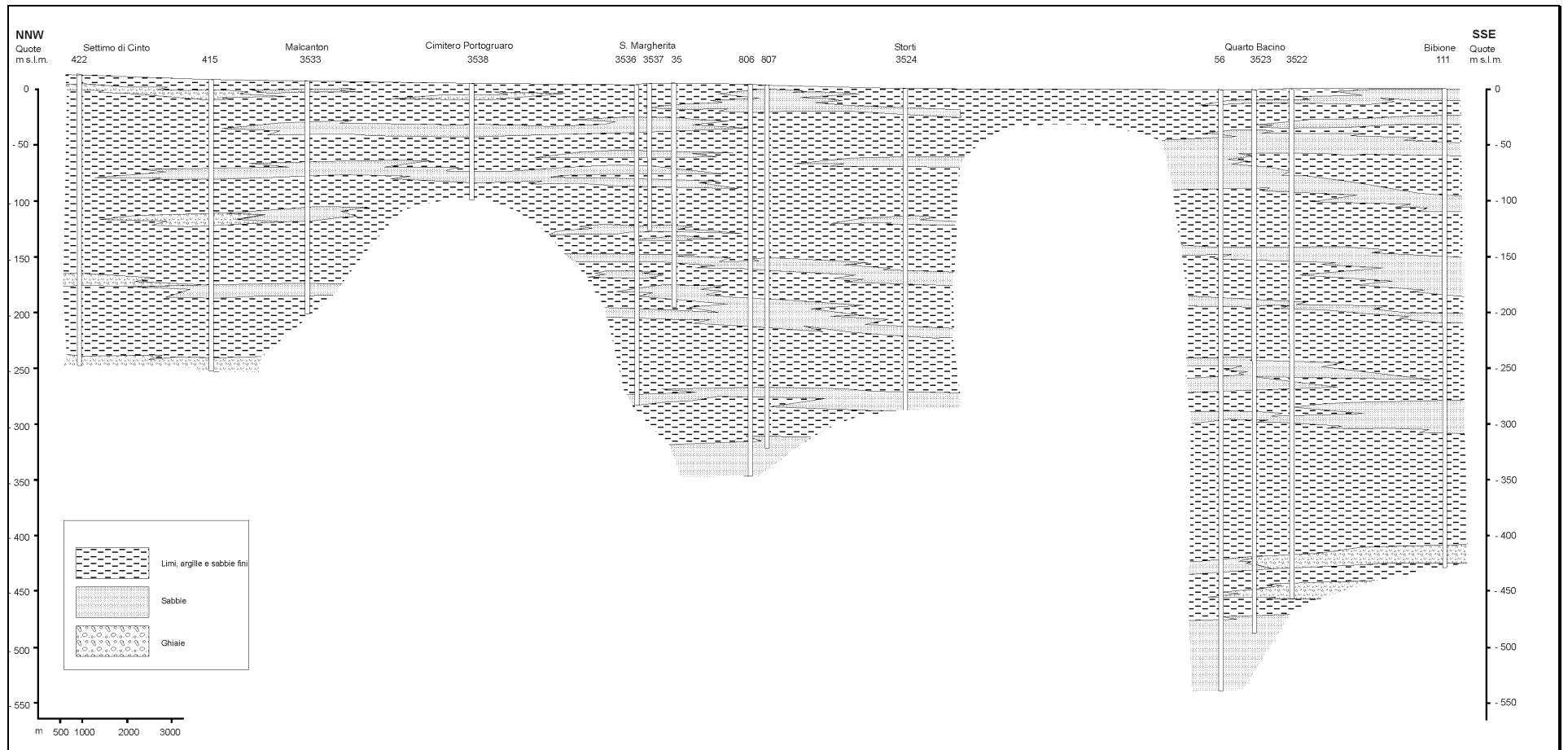
Il compito di ricostruire la struttura idrogeologica del sottosuolo si è presentato assai arduo soprattutto per l'ampio disattendimento della L. 464/84<sup>6</sup>, che detta le norme per l'acquisizione degli elementi di conoscenza relativi alla struttura del sottosuolo nazionale. Questa norma viene in genere largamente

disattesa e, nei pochi casi in cui le stratigrafie vengono compilate, risultano spesso imprecise nell'uso dei termini geologici ed idrogeologici e nelle profondità di rinvenimento delle differenti falde, quando non inventate.

Anche nel caso qui riportato purtroppo nonostante la miriade di pozzi esistenti le stratigrafie reperite sono limitate a soli 86 pozzi (2.6%) su 3270 pozzi censiti<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Si ricorda che la Legge 464/84 prevede l'obbligo dell'invio al Servizio Geologico Nazionale della stratigrafia di qualsiasi perforazione eseguita a profondità superiore ai 30 metri.

<sup>7</sup> Riguardo a dati di importanza primaria, come i parametri idrogeologici (T, k, h, i, S...), va notato che, nel Veneto, spesso non vengono misurati neppure sui pozzi ad uso acquedottistico!



**Figura 1- Sezione geologica dell'area del portogruarese; (traccia del profilo in figura 2)**

**(da "Indagine idrogeologica del territorio provinciale –area del Portogruarese, 1998 – autore del profilo: A. Garbellini).**

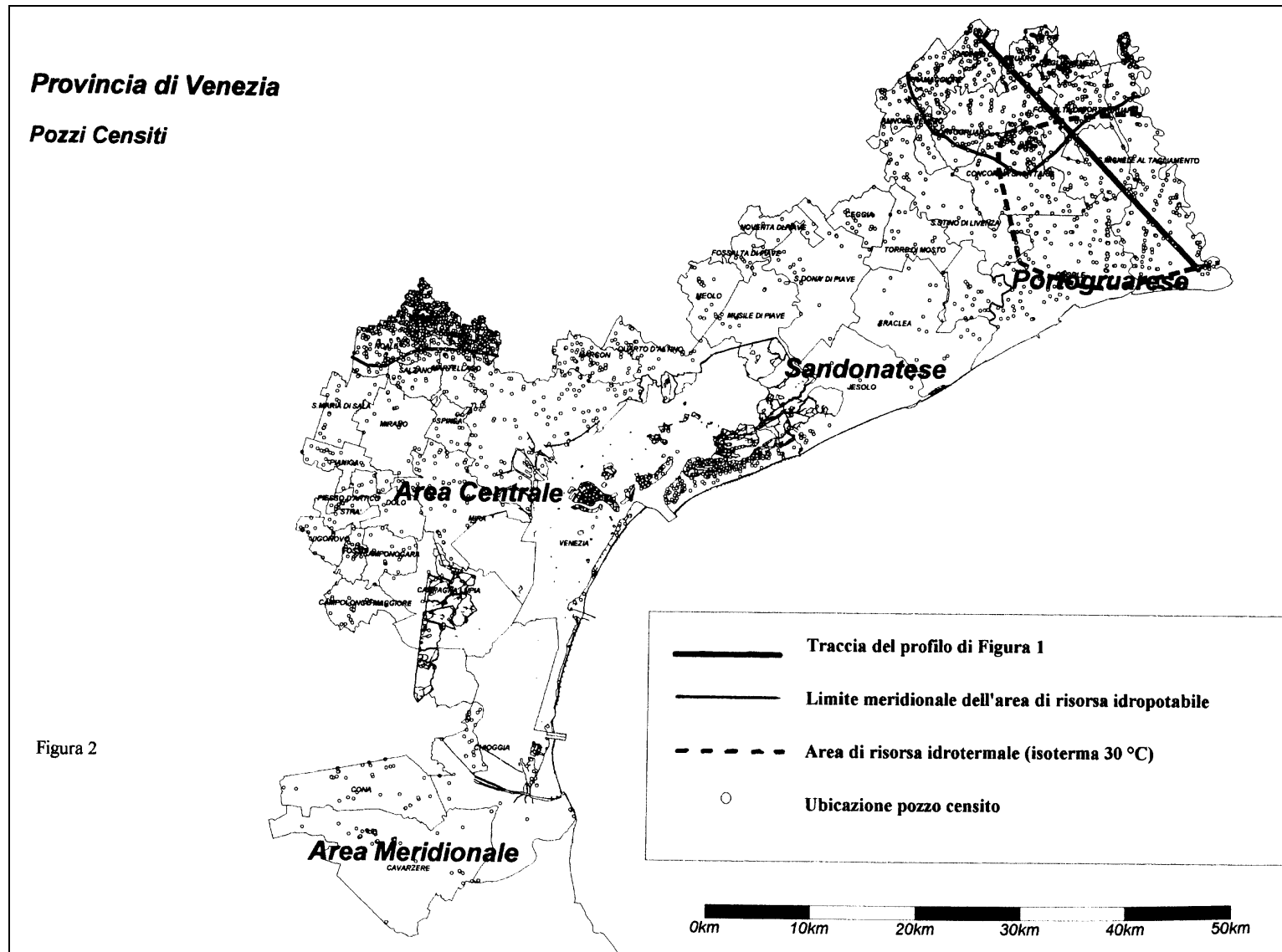


Figura 2

Figura 2 – Ubicazione dei pozzi censiti dalla Indagine idrogeologica del territorio provinciale e delimitazione dell'area di risorsa idropotabile e di risorsa idrotermale (area compresa all'interno della isoterma 30°C)

La ricostruzione dell'andamento degli acquiferi si è quindi necessariamente appoggiata, oltre che sulle poche stratigrafie esistenti, sulle caratteristiche idrochimiche ed idrauliche misurate sperimentalmente su oltre 2000 pozzi.

Come si vede in figura 2 le risorse idriche sotterranee risultano distribuite in modo non uniforme sia per quantità che per qualità. Le aree a maggiore presenza di risorsa sono l'alto Miranese e l'alto Portogruarese. In queste aree si ha anche la massima densità di pozzi, che risulta notevole anche nel litorale del Cavallino (a nord-est di Venezia) dove le acque del primo acquifero confinato (81-124 m) vengono utilizzate per l'irrigazione delle colture orticole.

Da evidenziare, inoltre, la presenza di una ricca falda di tipo termale (con temperature massime alla bocca-pozzo di 50 °C) nell'area costiera ai confini con la Regione Friuli Venezia Giulia (figura 2).

Le falde idriche sotterranee costituiscono un'importantissima risorsa, tanto che l'economia di vaste aree si è sviluppata proprio in funzione alla loro presenza e delle loro caratteristiche. A titolo di esempio si possono citare le colture orticole dell'area di Scorzé e del litorale del Cavallino e la fiorente attività di estrazione di acque per imbottigliamento nell'area di Scorzé.

### 3. IL PROGETTO “RETE DI MONITORAGGIO”

Il progetto, per quanto riguarda la Provincia di Venezia, in questa prima fase si è occupato principalmente delle falde in pressione, anche se sono presenti un limitato numero di punti di monitoraggio anche sulla falda freatica.

Nella realizzazione del progetto “Rete di monitoraggio delle acque sotterranee” si è dovuto tener conto di alcune problematiche specifiche legate alla particolare struttura geologica della Provincia di Venezia, alle caratteristiche costruttive dei pozzi esistenti ed agli usi delle acque.

In particolare va osservato che:

1. nelle aree in cui i pozzi sono ad erogazione spontanea, si ha la diffusa abitudine di lasciare i pozzi ad erogazione continua: ciò sta comportando una progressiva diminuzione della quota piezometrica delle falde;

2. negli ultimi anni, nell'area della risorsa termale, sono proliferati pozzi profondi (500-600 m) che, oltre a problemi di tipo amministrativo (irregolarità e/o abusivismo degli approvvigionamenti), comportano una serie di rischi ambientali legati alla depressurizzazione degli acquiferi (subsidenza e problemi connessi, particolarmente allarmanti in un'area di bonifica quasi totalmente posta a quote inferiori al livello del mare);

3. vi è una diffusa presenza di falde che, per cause naturali, risultano non potabili per eccesso di ferro ed ammoniaca, a cui possono essere associati altri metalli tra cui l'arsenico (si tratta di acque che secondo il recente D.Lgs. 152/99 vanno classificate in classe 0);

4. sono largamente diffusi gli approvvigionamenti idrici autonomi a scopo potabile (aree non servite da acquedotto o mancato allacciamento);

5. la struttura idrogeologica è composta da una serie di falde confinate sovrapposte. Un corretto monitoraggio in queste condizioni prevede la presenza di una rete per ciascun acquifero (BERETTA ET ALII, 1995), anche se di fatto ciò risulta complesso ed oneroso;

6. si registra la presenza di numerosi pozzi privi di stratigrafia. Tale elemento, non solo riduce drasticamente il numero di pozzi ove il monitoraggio è realizzabile in modo ottimale, ma rende difficile l'esecuzione dei profili idrogeologici, fondamentali per l'interpretazione dei dati raccolti.

7. vi è in generale perdita di efficienza dei pozzi che emungono acquiferi in pressione. Nei pozzi artesiani, in particolare quando non siano stati correttamente costruiti, con il passare del tempo si possono verificare fenomeni di occlusione e/o di incrostazione dei filtri che provocano la diminuzione dell'efficienza;

8. sull'intero territorio provinciale è presente una falda freatica che risulta però di limitato valore.

In generale il monitoraggio di questa falda è, al momento attuale, piuttosto limitato. Per quanto riguarda i controlli effettuabili sull'acquifero freatico si deve tener conto che:

- il monitoraggio è poco significativo da un punto di vista quantitativo, in quanto si tratta di una “falda”, o meglio di tante falde limitate non intercomunicanti tra loro, il cui regime dipende da fattori locali (pluviometria, rete di scolo, idrovore..);
- la realizzazione di punti di controllo su questa falda permette di controllare solo un'area limitata all'intorno;
- il monitoraggio è, per contro, altamente significativo per quanto riguarda la conoscenza del franco di bonifica, ma ciò necessita di numerosi punti di controllo e, in pratica, di un progetto *ad hoc*;
- il monitoraggio qualitativo non è significativo per quanto riguarda il possibile utilizzo di tale falda come risorsa ad uso potabile e industriale; è invece significativo per quanto riguarda un eventuale uso agricolo (che però appare di limitata entità) e per quanto concerne l'analisi dello stato di inquinamento del primo sottosuolo;
- il monitoraggio qualitativo è inoltre significativo ed importante per il problema del controllo del trasporto dei nitrati e di altri nutrienti da parte delle acque sotterranee alla rete scolante superficiale ed in particolare della rete scolante in laguna.

Date queste premesse l'ideale sarebbe costruire appositamente dei pozzi dedicati al monitoraggio sia per la falda freatica che per le falde confinate. Ciò ovviamente risulta di lunga realizzazione e comporta costi rilevanti. Di conseguenza la rete si è basata su una selezione accurata di pozzi esistenti.

Riguardo la densità dei punti di controllo va rilevato che questi non sono stati selezionati secondo maglie regolari ma in modo ragionato sulla base della struttura idrogeologica.

BERETTA (1995) riporta una dettagliata indagine sulle reti di monitoraggio a scala regionale esistenti in Italia. Se ne deduce che fino ad oggi vi è quasi ovunque una grossa disorganizzazione delle informazioni, date anche le diverse competenze amministrative e gestionali sulle acque; il problema dovrebbe essere tuttavia superato dopo l'emanazione del D. Lgs. 152/99.

#### **4. STATO ATTUALE DELLA RETE DI MONITORAGGIO REGIONALE**

La Regione del Veneto ha predisposto, all'inizio degli anni '80, una rete di monitoraggio costituita da circa 250 pozzi. Su questa rete furono effettuate nove campagne di misura dei livelli di falda (negli anni 1981-1986), non sono state invece condotte campagne di campionamento.

Nel 1995 è stato avviato un lavoro di revisione completa che ha comportato:

- una ricognizione su tutti i punti di controllo appartenenti alla rete;
- la realizzazione di nuove schede (informatizzate) contenenti tutti i dati aggiornati;
- la sostituzione dei pozzi in disuso, o aventi caratteristiche giudicate non idonee, con nuovi pozzi;
- la selezione di nuovi pozzi ad integrazione della rete, soprattutto nelle aree più vulnerabili;
- misure dei livelli di falda e misure di portata;
- analisi speditive su campioni d'acqua prelevati dai pozzi campionabili relative ad alcuni parametri chimici e chimico-fisici (temperatura, conducibilità elettrica, tenore di ammoniaca, ferro e nitrati).

Allo stato attuale la rete è costituita da circa 350 pozzi sui quali la Regione in un primo tempo e l'ARPAV successivamente hanno eseguito misure e campionamenti.

#### **5. IL MONITORAGGIO DELLE FALDE NELLA PROVINCIA DI VENEZIA**

Per quanto riguarda in particolare la provincia di Venezia la rete è stata progettata ex novo nel periodo 1995-98.

E' costituita attualmente da oltre 80 pozzi, 12 dei quali pescano dalla falda freatica superficiale e vengono utilizzati per sole misure di livello; i rimanenti punti, che captano il sistema di falde in pressione, sono generalmente utilizzati sia per la misurazione dei livelli di falda, che per il controllo di qualità

La rete risulta oramai definita in tutto il territorio provinciale, eccezion fatta per l'area meridionale dove è in corso di definizione (in quest'ultima area, particolarmente povera di risorse idriche, il monitoraggio idrogeologico assume particolare importanza in relazione al problema dell'intrusione salina in falda e della subsidenza).

In figura 3 viene riportata l'ubicazione dei punti di controllo appartenenti alla rete suddivisi per classi di profondità<sup>8</sup>.

Su tale rete sono state condotte 3 campagne di misura dei livelli piezometrici (ottobre 98, maggio 99 e luglio 99) e 2 campagne di campionamento (ottobre 98, maggio 99).

I parametri chimici analizzati, stabiliti da un gruppo di lavoro interdisciplinare costituito da funzionari e tecnici appartenenti a vari enti, sono riportati in tabella 2.

Le indagini sono state svolte da Provincia e Regione (poi ARPAV) in collaborazione con altri Enti (Genio Civile, ULSS, CNR-ISDGM).

#### **6. ANALISI E DISCUSSIONE DEI DATI RACCOLTI**

Riguardo ai dati raccolti la serie di misure è ancora limitata e quindi è possibile fare solo alcune considerazioni generali.

I dati chimico-fisici rilevati sono riportati in tabella 2. I valori corrispondono ai tenori medi rilevati nelle campagne del novembre '98 e del maggio '99.

Innanzitutto vi è la conferma che in vaste aree del sottosuolo sono presenti acque in cui sono molto elevate le concentrazioni di ammoniaca e talora anche di ferro di origine naturale; i valori spesso vanno ben oltre al limite di potabilità come avviene in altri acquiferi dell'area padana aventi caratteristiche analoghe. Ciò è particolarmente evidente nell'area del Sandonatese, dove le caratteristiche idrochimiche ed idrogeologiche indicano la presenza di "acque fossili" (si vedano i dati relativi ai pozzi 314, 315, 316, 318, 319 e 320 in tabella 2).

Contrariamente a quanto previsto però non sempre tali elevate concentrazioni sono accompagnate anche da presenza di arsenico (è stato rilevato solo nel Sandonatese ed in alcuni pozzi della fascia litoranea) che molti autori (ZAVATTI ET ALII, 1995) attribuiscono (analogamente al ferro ed all'ammoniaca) alla presenza di livelli argillosi a forte componente organica. Alla luce dei dati da noi rilevati non è possibile chiarire tale legame, per il quale necessitano specifici approfondimenti. E' stata riscontrata la presenza di valori elevati di cloruri, accompagnati da sodio e potassio nelle falde, anche profonde dell'area costiera; tali valori anomali sono stati attribuiti da vari studi a cause naturali, anche se interventi antropici possono pericolosamente e rapidamente aggravare il fenomeno, con importanti ripercussioni non solo per l'uso delle acque ma anche sulla subsidenza (si ricorda che la provincia di Venezia è posta in gran parte a quote inferiori al livello del mare).

Nell'alto Portogruarese va rilevata una generale presenza di valori di solfati, cloruri e potassio superiori a quella delle altre parti del territorio.

Va rilevata inoltre la presenza di boro in diversi dei campioni analizzati.

<sup>8</sup> In figura 3 si riporta anche l'ubicazione di alcuni pozzi precedentemente utilizzati per il monitoraggio ed ora dismessi.

**Provincia di Venezia**

**Rete di monitoraggio  
Acque sotterranee**

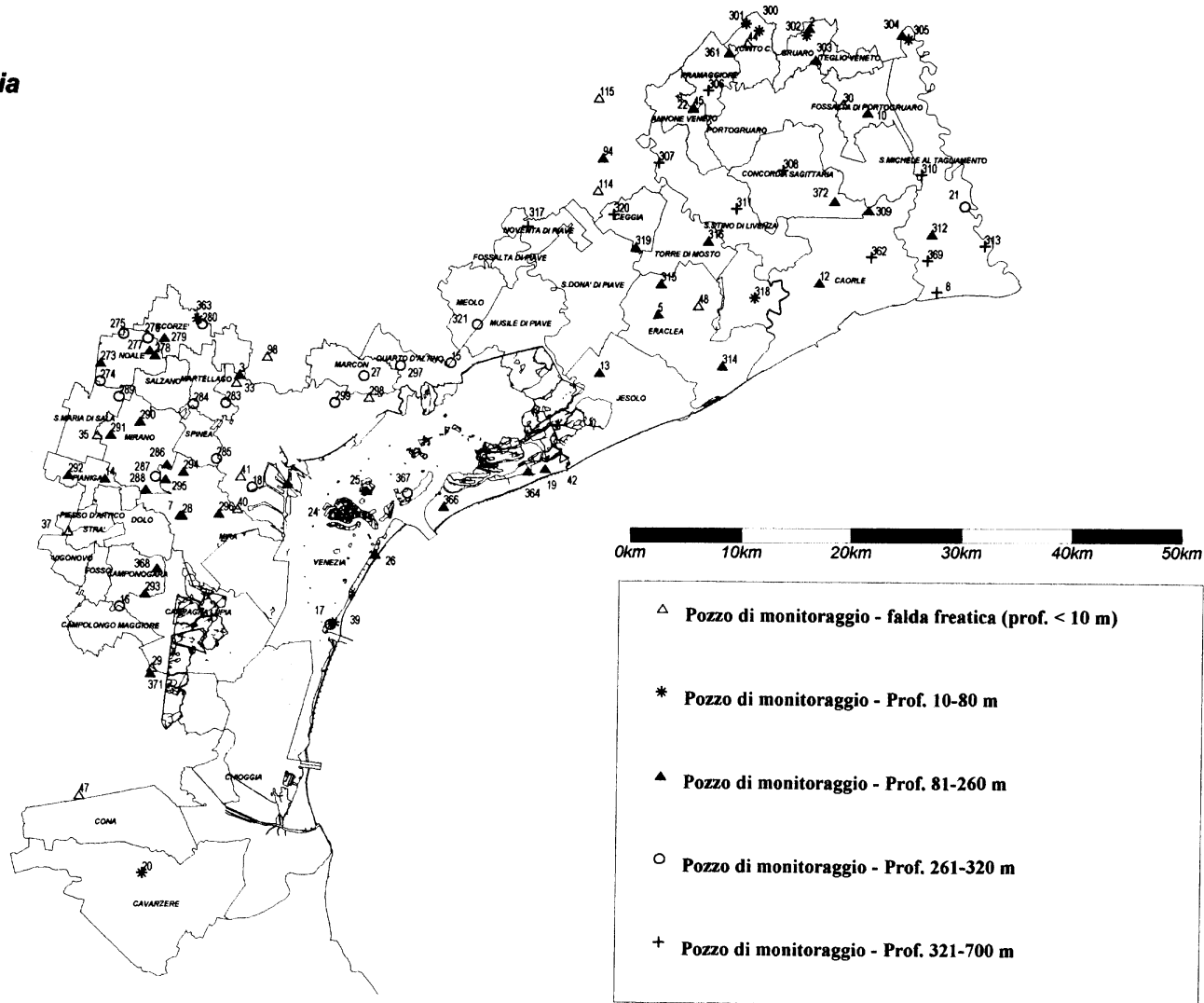


Figura 3

Figura 3 – Ubicazione dei pozzi di monitoraggio suddivisi per classe di profondità.

N.	Prof.	pH	Organo alog.	Cond. a 20 °C	Erb.	Cl	SO4-	Ca	Mg	Na	K	Dur.	NO3-	NH4+	Fe	Mn	As	Cd	Cr	Pb	Al	B	CN	F	P2O5	Ni	NO2	Cu	Temp	Zn	Se	Sb	Hg	Alcal
	m		µg/l	µS/cm	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	°C	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
2	192	8,18	<1	395		1	7,3	44	20	9	0,8	74	0,7	0,3	35	24,2	<2	<0,2	<2	<2	0,053	83	<10	172	240	<5	<0,02	<2	15,7	<50	<2	<	<	247
3	199	8,24	<1	337	<0,01	2	0,3	36	17	12	1,1	67	1,3	0,6	79	40,8	<2	<0,2	<2	<2	0,005	35	<10	129	250	<5	<0,02	<2	15,5	<50	<2	<	<	225
7	200	8,30	<1	413		2	0,3	29	19	21	5,8	70	1,7	3,6	33	8,1	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	191	541	<5	<0,02	4,1	17,3	<50	<2	<	<	273
10	200	8,05	<1	376		1	3,7	43	18	31	3,6	64	1,0	0,8	195	33,4	<2	<0,2	<2	<2	0,005	70	<10	149	290	<5	<0,02	2,1	19,5	<50	<2	<	<	258
12	250	7,87	<1	569	<0,01	1	0,4	28	18	82	8,4	53	2,3	5,9	300	13,9	81,7	<0,2	<2	<2	0,031	397	<10	410	620	<5	<0,02	<2	18,7	<50	<2	<	<	408
16	320	8,15	<1	361		3	0,3	25	16	24	3,4	57	1,2	2,8	108	25,1	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	162	340	<5	<0,02	<2	20,5	<50	<2	<	<	248
17	299	8,63	<1	544		19	0,2	20	16	73	8,3	50	2,5	5,2	104	11,9	<2	<0,2	<2	4,9		620	<10	203	340	<5	<0,02	3,7	16,1				302	
20	27	8,03	<1	338		5	25,5	46	10	6	2,7	60	4,7	0,1	43	70,0	<2	<0,2	<2	<2		44	<10	194	106	<5	<0,02	<2					136	
21	270	7,96	<1	550	<0,01	5	0,6	19	10	100	3,0	34	2,5	3,2	35	36,3	28,2	<0,2	4	<2	0,050	220	<10	161	340	<5	<0,02	<2	26,3	<50	<2	<	<	183
22	200	7,97	<1	410	<0,01	1	0,3	39	18	25	3,9	65	1,4	3,1	280	18,8	<2	<0,2	<2	<2	0,005	95	<10	231	440	<5	<0,02	<2	16,4	<50	<2	<	<	274
25	225	8,69	<1	440		3	0,1	32	18	34	4,0	56	2,2	2,8	35	9,9	28,5	<0,2	<2	2,2	0,044	152	<10	204	400	<5	<0,02	2,7	16,2	111	<2	<	<	269
27	286	8,32	<1	372		4	0,4	23	16	35	2,9	52	0,9	1,8	35	15,0	<2	<0,2	<2	<2	0,041	50	<10	184	150	<5	<0,02	<2	15,1	<50	<2	<	<	261
94		8,04		733		1	0,6	30	22	91	15,5	64	5,8	15,7	370	5,6	<2	<0,2	1,8	<2		553	<10	453	730	<5	<0,02	<2	18,8					482
273	197	8,18	<1	347	<0,01	1	0,2	38	15	12	1,2	69	1,0	1,5	105	52,6	<2	<0,2	2,4	<2	0,005	83	<10	143	280	<5	<0,02	<2	16,7	<50	<2	<	<	250
274	270	8,24	<1	352		1	0,1	25	16	8	1,9	62	1,1	0,7	51	47,0	<2	<0,2	3	<2	0,005	83	<10	131	130	<5	<0,02	<2	17,5	<50	<2	<	<	218
275	299	7,94	<1	320	<0,01	2	8,4	32	19	7	1,0	68	4,4	0,1	35	15,2	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	93	50	<5	<0,02	<2	17,0	<50	<2	<	<	202
276	300	7,89	<1	350		2	7,9	33	21	8	1,1	75	5,1	0,0	35	1,0	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	90	50	<5	<0,02	<2	17,8	<50	<2	<	<	213
277	130	8,02	<1	315		1	0,1	49	15	9	1,0	63	0,9	0,4	295	21,0	<2	<0,2	4,1	<2	0,005	56	<10	127	150	<5	<0,02	<2	15,3	<50	<2	<	<	207
278	180	8,03	<1	312		1	4,5	32	15	8	1,0	61	0,2	0,3	28	59,0	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	126	50	<5	<0,02	<2	16,4	<50	<2	<	<	201
279	200	7,91		303	<0,01	2	9,0	40	18	6	<1	66	1,0	0,1	<20	33,0	<2	<0,2	<5	<5								15,3						
280	313	7,93	<1	367		2	6,9	37	38	7	1,2	73	5,4	0,0	35	1,0	<2	<0,2	<2	<2	0,007	83	<10	90	50	<5	<0,02	<2	16,2	114	<2	3,5	<	220
281	180	8,10	<1	340		2	4,4	37	19	9	1,0	68	0,7	0,2	122	30,3	<2	<0,2	<2	<2	0,006	83	<10	109	80	<5	<0,02	<2	15,3	<50	<2	4	<	216
282	200	8,20	<1	330		2	1,2	35	18	11	1,8	63	2,0	0,4	65	23,1	<2	<0,2	<2	<2	0,013	83	<10	121	135	<5	<0,02	<2	14,7	<50	<2	3,5	<	218
283	270	8,18	<1	323		3	1,4	33	18	11	1,3	60	0,7	0,3	48	12,4	<2	<0,2	<2	<2	0,043	83	<10	119	80	<5	<0,02	3,2	14,7	<50	<2	<	<	211
284	300	8,23	<1	342	<0,01	2	1,0	29	17	19	2,8	56	1,2	1,6	33	15,5	<2	<0,2	<2	<2	0,021	42	<10	146	150	<5	<0,02	<2	16,7	<50	<2	<	<	217
285	287	8,20	<1	341		3	1,6	36	19	11	1,2	68	0,3	0,4	38	14,6	<2	<0,2	<2	<2	0,009	83	<10	107	80	<5	<0,02	<2	16,6	<50	<2	<	<	215
286	150	8,15	<1	374		2	0,3	36	14	15	2,0	64	1,1	1,6	87	29,2	<2	<0,2	<2	<2		553	<10	453	730	<5	<0,02	<2	16,4	<50	<2	<	<	263
287	280	7,88	<1	426		3	0,5	34	16	34	6,0	61	0,5	5,6			<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	148	380	<5	<0,02	3,5	16,4					
288	240	8,27	<1	374		2	0,3	27	17	19	4,1	78	1,5	2,4	35	37,9	<2	<0,2	<2	<2								17,6	<50	<2	<	<	259	
289	300	8,22	<1	318		5	0,4	28	16	14	1,3	56	0,4	0,3	48	8,8	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	161	485	<5	<0,02	7,1	17,6	<50	<2	<	<	203
290	140	8,26	<1	312	<0,01	1	0,4	23	11	14	2,4	51	0,7	1,0	54	13,2	<2	<0,2	<2	<2	0,009	40	<10	115	60	<5	<0,02	<2	17,9	<50	<2	<	<	206
291	180	8,18	<1	347		2	0,3	22	15	24	2,5	51	1,0	2,3	77	7,4	<2	<0,2	<2	<2	0,009	60	<10	138	170	<5	<0,02	<2	17,7	<50	<2	<	<	228
292	120	8,14	<1	361		3	0,3	27	16	18	2,1	61	1,0	1,9	35	17,4	<2	<0,2	<2	<2	0,018	70	<10	139	200	<5	<0,02	<2	20,4	<50	<2	<	<	241
293	175	7,95	<1	455		4	0,3	35	20	24	4,9	78	2,6	5,5	69	28,5	<2	<0,2	<2	<2	0,008	83	<10	117	210	<5	<0,02	<2	19,5	<50	<2	<	<	330
294	101	7,68	<1	458		2	0,5	49	19	11	3,0	91	2,4	6,6	491	52,2	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	209	750	<5	<0,02	<2	17,4	<50	<2	<	<	329
296	103	7,84	<1	493		3	0,3	50	23	14	3,9	93	2,5	6,1	320	72,7	6,5	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	190	750	<5	<0,02	<2	15,2	<50	<2	<	<	348
297	300	8,22	<1	421		4	0,3	22	17	24	3,8	48	1,2	2,2	103	9,6	5,2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	190	680	<5	<0,02	<2	14,9	<50	<2	<	<	279
298	221	8,28	<1	374		2	0,4	38	20	20	2,2	69	1,4	1,5	46	31,3	<2	<0,2	<2	<2	0,005	189	<10	313	170	<5	<0,02	17,1	16,3	<50	<2	<	<	266
299	280	8,25	<1	343	<0,01	2	0,3	25	18	22	3,0	53	0,9	1,9	58	17,5	<2	<0,2	<2	<2	0,025	67	<10	152	370	<5	<0,02	<2	16	<50	<2	<	<	217
300	270	7,93	<1	430	<0,01	1	42,5	54	21	7	0,7	93	0,9	0,8	293	57,0	<2	<0,2	<2	<2	0,005	54	<10	171	200	<5	<0,02	4,5	16,2	<50	<2	<	<	230
301	37	7,97	<1	375	<0,01	1	15,7	55	20	7	1,0	75	0,9	0,4	202	29,7	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	163	170	<5	<0,02	<2	14,8	<50	<2	<	<	235
302	80	7,87	<1	428		1	0,4	56	22	13	0,8	90	1,5	1,8	344	48,1	<2	<0,2	<2	<2	0,005	83	<10	136	240	<5	<0,02	<2	15,7	<50	<2	<	<	249
303	230	7,96	<1	383		1	30,0	48	22	6	0,7	87	0,5	0,0	25																			

Si conferma e si specifica la presenza, all'interno dell'area di risorsa idropotabile, di falde aventi caratteristiche qualitative ottime (vengono infatti sfruttate sia ad uso acquedottistico sia per l'imbottigliamento).

Va rilevato infine, che le singole falde sono normalmente caratterizzabili tramite i valori di temperatura e conducibilità elettrica. Va inoltre notato come queste falde abbiano un regime idrochimico e idraulico caratterizzato da bassissima variabilità (in assenza di impatti antropici).

Non è stata rilevata presenza di solventi<sup>9</sup> o erbicidi, come d'altro canto ci si aspettava dato il tipo di acquiferi, situati lontani dalle aree di alimentazioni e protetti da potenti livelli argillosi; lo stesso vale per il parametro nitrati (valori quasi sempre inferiori al limite strumentale) anche se nell'area più a monte si segnala la presenza di tale composto, pur se in concentrazioni molto basse. Il fatto è comunque significativo perché evidenzia un trasferimento di nitrati, molto diffusi nella falda freatica dell'alta pianura, dall'area di ricarica al sistema di acquiferi in pressione.

Analogamente si riscontrano uniformemente concentrazioni in genere inferiori ai limiti strumentali per i metalli.

Il confronto tra le misure piezometriche eseguite e quelle preesistenti (ad es. rilevate nell'ambito dell'Indagine idrogeologica del territorio provinciale negli anni 1990-93 per i comuni di Noale e Scorzè) mostrano che vi è un significativo calo generalizzato dei livelli piezometrici proprio nelle aree caratterizzate da maggiore presenza di risorsa.

## 7. CONCLUSIONI

Il lavoro svolto fino ad oggi ha permesso di acquisire una prima base di informazioni sulle acque sotterranee (indispensabile alla loro corretta gestione), inoltre si sono iniziate sistematiche misure in un'area dove da una parte la ricchezza delle risorse idriche sotterranee è stato il presupposto per lo sviluppo di importanti attività economiche e dall'altro esistono reali rischi di sovrasfruttamento degli acquiferi che comporterebbero importanti effetti sull'equilibrio idrogeologico (subsidenza, cuneo salino, depauperamento quantitativo).

Il lavoro è stato possibile solo grazie alla collaborazione di più Enti che, dato il frazionamento delle competenze sulle risorse idriche, risulta l'unico metodo efficace per il monitoraggio ed il controllo. Va rilevato come nei piani di lavoro degli enti coinvolti dal progetto "rete di monitoraggio" sia previsto il proseguimento progetto che dovrebbe quindi comportare un progressivo incremento della base informativa che verrà applicata alla gestione delle acque sotterranee.

---

<sup>9</sup> Si ricorda che i solventi organo-alogenati rappresentano i più diffusi inquinanti presenti nelle acque sotterranee della Pianura Veneta, anche se negli ultimi anni si è avuta una progressiva e sensibile diminuzione della presenza di questi inquinanti, legati in molti casi a sversamenti effettuati anche alcune decine di anni prima (ZANGHERI, 1994a, 1994b).

## BIBLIOGRAFIA

BERETTA G.P. (1995) - *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*. Quaderni di Tecniche di Protezione ambientale, Pitagora Editrice, Bologna, pp 45.

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G. & ZAMBON G. (1994) - *Lo sfruttamento degli acquiferi artesiani di Venezia e suoi riflessi sulla situazione altimetrica del suolo*. C.N.R. I.S.D.G.M. Venezia.

I.R.S.E.V. - ISTITUTO REGIONALE DI STUDI SULL'ECONOMIA DEL VENETO S.P.A. (1977) - *Studio per la revisione del piano regolatore generale degli acquedotti del Veneto*. A cura di Pilotto E. - Regione del Veneto - Giunta Regionale - Venezia.

LANDREAU A., LALLEMAND-BARRES A., SEGUIN J.J. (1986) - *Réseaux de contrôle de la pollution: quelques remarques sur leur mise en oeuvre et leur exploitation*. Hydrogéologie n. 3/1986, pp. 265-268. Orléans.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1969-72) - *Catasto dei pozzi artesiani*. A cura dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova. 17 fascicoli. Padova.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1974) - *Catasto dei pozzi artesiani. Relazione conclusiva*. A cura dell'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova. Fascicolo 18: Relazione conclusiva. Padova.

PROVINCIA DI VENEZIA (1992-98) - *Indagine idrogeologica del territorio provinciale*. Inedito (a cura di BASSAN V., BISAGLIA V., CONCHETTO E., DAL PRÀ A., DE ROSSI J., FABBRI P., GARBELLINI A., GOBBO L., RICCATO O., VITTURI A., ZANGHERI P.).

REGIONE VENETO - SEGRETERIA PER IL TERRITORIO - DIPARTIMENTO PER L'AMBIENTE (1987) - *Censimento dei corpi idrici*. Venezia.

ZANGHERI P. (1994a) - *Sulla persistenza di alcuni episodi di inquinamento da solventi organo-alogenati nella media e alta pianura veneta*. Geologica Romana, vol. XXX, pp. 403-410, "Atti II Conv. Naz. Giovani Ricerc. in Geol. Appl". Viterbo 28-31 ottobre 1992.

ZANGHERI P. (1994b) - *Indagine sull'inquinamento delle acque sotterranee nella Pianura Veneta*. Ambiente, risorse e salute, n. 2/94. Padova.

ZAVATTI A. (1988): *Organizzazione delle analisi e dei controlli sulle acque sotterranee*. In: *Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee*, FRANCANI V. CIVITA M. Editori, Pubbl. n. 75 del CNR-GNDICI, Ed. Geo-graph, Milano.

ZAVATTI A., ATTRAMINI D., BONAZZI A., BORALDI V., MALAGÒ R., MARTINELLI G., NALDI S., PATRIZI G., PEZZERA G., VANDINI W., VENTURINI L., ZUPPI G.M. (1995) – *La presenza di Arsenico nelle acque sotterranee della Pianura Padana: evidenze ambientali e ipotesi geochimiche*. Atti del 2° Conv. Naz. protezione e gestione delle acque sotterranee. Nonantola (MO) 17-19/5/95. Quaderni di Geol. Appl., suppl. 2, 1/95, pp. 301-316. Pitagora ed., Bologna.