

GORTANIA - Atti Museo Friul. di Storia Nat.	21 (1999)	39-51	Udine, 30.XI.1999	ISSN: 0391-5859
---	-----------	-------	-------------------	-----------------

F. CUCCHI, G. MASSARI, S. OBERTI

FLUTTUAZIONI DELLA FALDA FREATICA NELL'ALTA PIANURA FRIULANA*

WATER TABLE FLUCTUATIONS IN THE NORTHERN FRIULI PLAIN

Riassunto - L'analisi dei valori freaticometrici della falda freatica nella Alta Pianura friulana acquisiti nel trentennio 1967-1998 evidenzia un generale abbassamento del livello di falda. I valori estremi caratterizzano la fascia a ridosso dei rilievi, quelli minimi la fascia delle risorgive. Dati storici indicano oscillazioni cicliche relazionabili con l'entità delle precipitazioni: decrementi simili a quelli attuali si sono verificati già una sessantina d'anni fa. Oggi tuttavia l'abbassamento della falda, pur legato a minori precipitazioni, è dovuto in buona parte agli intensi prelievi a scopi agricoli e idropotabili.

Parole chiave: Idrogeologia, Falda freatica, Alta Pianura friulana, Friuli.

Abstract - *The results of water table fluctuations in the Northern Friuli Plain, acquired in the period of thirty years 1967-1998, point out a general lowering of the groundwater level. The highest values are located along a line near the mountains, the lowest along the spring-line. Historical data show cyclic fluctuations related with the rainfalls: about sixty years ago took place a lowering of the water table. Today, however, the water table lowering, even if related to less rainfalls, is caused mainly by elevated agricultural and drinkable uses.*

Key words: *Hydrogeology, Groundwaters, Friuli Plane.*

Premessa

Il lento depauperamento delle acque freatiche ed artesiane delle pianure del Friuli-Venezia Giulia, il progressivo degrado della loro qualità, l'opportunità di stabilire per tempo quali potrebbero essere gli interventi di recupero e protezione hanno indirizzato parte dell'attività dell'Unità 4.7 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR (Linea di ricerca n° 4 "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi", resp. M. Civita) verso la definizione della vulnerabilità degli acquiferi interessati. In quest'ambito, al fine di caratterizzare l'evoluzione nel tempo della superficie freatica nell'Alta pianura, sono stati analizzati i dati raccolti dal 1967 ad oggi dalla rete freaticometrica di monitoraggio della Regione Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale dell'Ambiente, Servizio Idraulica.

* Pubblicazione n° 1895 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR, L.R. 4 "Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi" coordinatore prof. M. Civita. U.O. 4.7 - Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste, responsabile prof. F. Cucchi.

La rete è stata attivata nel 1967 e consta di circa 250 punti di controllo (alcuni "ereditati" dal Magistrato alle Acque di Venezia) ubicati nella pianura friulana. Fra i punti di controllo ne sono stati scelti 52, rappresentativi dell'area a monte della Linea delle risorgive, dotati di serie freatimetriche il più continue possibile, non troppo disturbati dagli emungimenti (fig. 1). Di questi, due sono sotto osservazione dal 1930.

Nel corso degli anni i dati sono stati rilevati dai funzionari regionali in maniera non omogenea, sia per quanto concerne la cadenza di misurazione (i pozzi sono visitati solitamente ogni 3-7 giorni, ma non sempre con la stessa cadenza), sia per quanto riguarda le modalità di lettura e di trasmissione dei dati al Servizio regionale. Sicché si è resa necessaria un'operazione preliminare di inserimento in tabelle di Excel dei dati, forniti in un formato proprietario, e di omogeneizzazione, anche mediandoli, per creare un archivio con i valori giornalieri del livello piezometrico.

Idrogeologia

La falda freatica studiata è contenuta a monte della Linea delle risorgive nella Alta pianura friulana, area vasta circa 1500 km², caratterizzata dalla presenza di alcuni grandi conoidi di materiale grossolano altamente permeabile, che si riconoscono nel sottosuolo

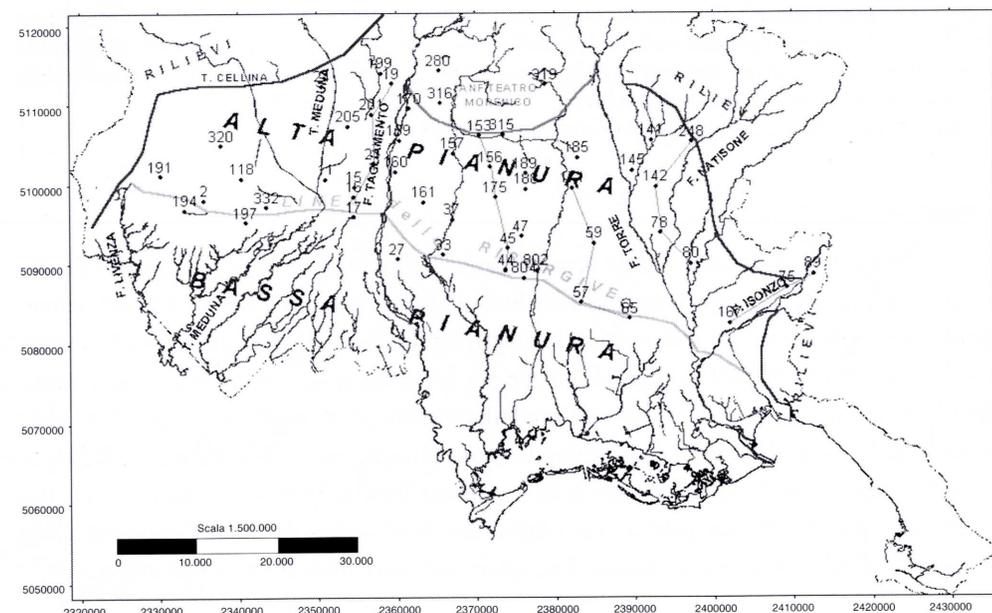


Fig. 1 - Ubicazione dei pozzi della rete regionale di monitoraggio presi in considerazione.
- Wells location of the regional monitoring net.

come potenti depositi prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi, spesso da poco cementati a conglomeratici più o meno fessurati. Le intercalazioni argillose, solitamente rare, divengono più frequenti verso valle: l'acqua di percolazione meteorica e quella dispersa dai corsi superficiali provenienti dalle aree montane va a costituire una falda freatica che si estende dai rilievi pedemontani sino alla Linea delle risorgive, in prossimità della quale livelli sempre più potenti di materiale impermeabile originano numerosi corsi di risorgiva e un complesso sistema di falde artesiane.

Dall'analisi delle precipitazioni medie annue dal 1950 al 1970 di un centinaio di stazioni di monitoraggio sparse nella regione, prendendo in considerazione le medie mensili e considerando una perdita media di acqua per evapotraspirazione del 30% circa, si sono ottenuti valori di precipitazione efficace che sono pari a circa 1500 mm/anno sui rilievi della zona occidentale e a circa 2400 mm/anno nel settore orientale. Nella zona di pianura le precipitazioni efficaci hanno valori variabili da 1300 mm/anno a 700 mm/anno procedendo da nord verso sud: la piovosità è quindi anche qui leggermente maggiore nell'area orientale.

Anche se la piovosità in pianura è relativamente elevata le falde trovano alimentazione prevalente nel contributo dei principali corsi montani che sono, da ovest verso est, i torrenti Cellina ($Q_{80}=16 \text{ m}^3/\text{s}$) e Meduna ($Q_{80}=11 \text{ m}^3/\text{s}$), il fiume Tagliamento ($Q_{80}=78 \text{ m}^3/\text{s}$), i torrenti Torre ($Q_{80}=17 \text{ m}^3/\text{s}$) e Natisone ($Q_{80}=7 \text{ m}^3/\text{s}$), il fiume Isonzo ($Q_{80}=67 \text{ m}^3/\text{s}$) e che drenano

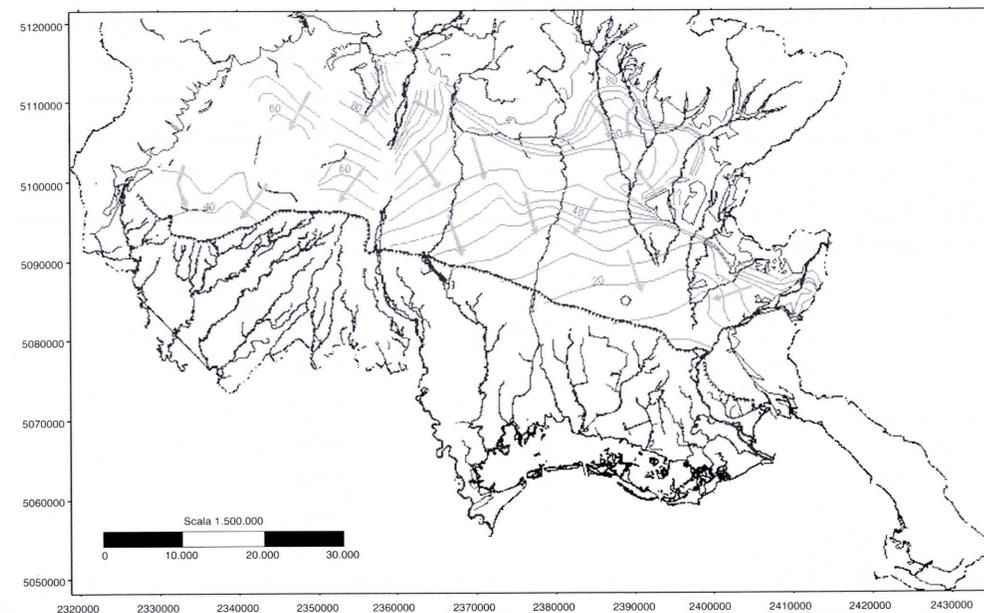


Fig. 2 - Isofreatiche nell'Alta Pianura friulana.
- Water table equipotential lines (in meters) in the Friuli Plane.

una vasta area fra le più piovose d'Italia. Esistono altri corsi d'acqua minori quali Corno e Cormor, le cui acque, nell'Alta pianura, sono state regimentate tramite apporti derivanti dal Tagliamento.

Nel corso dell'anno si individuano mediamente due periodi di massima piovosità, uno autunnale, da ottobre a novembre, ed uno primaverile, da aprile a giugno. In tali fasi l'apporto idrico diviene notevole e si manifesta spesso con piene fluviali che possono avere talora caratteristiche distruttive. Le canalizzazioni e le opere di contenimento hanno modificato l'evoluzione naturale dei corsi d'acqua che, normalmente, avrebbero un tipico regime torrentizio per la velocità dei deflussi legata alle forti pendenze dei tratti montani e per la mancanza di grandi riserve acquifere regolatrici naturali quali ghiacciai e laghi. Modifiche al regime naturale sono operate inoltre dai numerosi bacini artificiali presenti in destra Tagliamento.

La superficie freatica, vista la morfologia dell'Alta pianura e la diversa permeabilità dei depositi, risulta molto profonda al piede dei rilievi in destra Tagliamento, meno profonda in sinistra e tende ad alzarsi progressivamente da nord verso sud lungo la pedemontana delle prealpi Giulie (fig. 2). Le direzioni preferenziali di circolazione sotterranea sono essenzialmente meridiane con una componente da NE nella parte centro orientale della pianura e da NW in quella occidentale.

La falda freatica ha un gradiente idraulico variabile da zona a zona ed in funzione dell'intensità delle infiltrazioni: in destra Tagliamento, le isofreatiche degradano progressivamente verso valle da quote intorno a m 95 (sono a circa m 40 dal piano campagna poco a nord di Spilimbergo) a quote attorno a m 35 (poco a nord di Pordenone, ove sono subaffioranti); in sinistra degradano dai 65 metri in prossimità dell'anfiteatro morenico a sud di S. Daniele del Friuli (ove sono a circa m 100 dal piano campagna) ai 17 metri in prossimità della fascia delle risorgive presso Palmanova. Ne conseguono gradienti idraulici variabili da 12-10 ‰ nel sottosuolo di Udine a 3-2 ‰ a ridosso della fascia delle risorgive (tab. I).

ZONA	Gradiente Idraulico		
	massimo (‰)	medio (‰)	minimo (‰)
Conoide Cellina Meduna	3,1	2,8	1,3
S.Giorgio della Richinvelda	3,8	2,8	3,0
Flaibano	5,8	5,2	4,3
Sedegliano	3,2	2,0	1,1
Pozzuolo del Friuli	5,2	4,9	4,3
Udine	12,5	10,4	7,7

Tab. I - Gradienti idraulici della superficie piezometrica in fase di massimo, medio e minimo impinguamento in diverse zone dell'Alta Pianura.
- *Idraulic gradient during maximum, medium, minimum level of the water table in some areas of Friuli Plane.*

Le acque freatiche sono oggetto di un intenso sfruttamento dovuto agli attingimenti delle reti acquedottistiche, degli insediamenti industriali e delle aziende agricole. Non intesi, data la profondità delle acque e la buona copertura fornita dagli acquedotti consortili, sono gli attingimenti puntuali ad uso domestico.

Gli insediamenti industriali sono numerosi e la maggior parte di essi risulta essersi resa autosufficiente, con attingimenti da uno o più pozzi mediante l'utilizzo di elettropompe sommerse. Lungo la fascia posta immediatamente a monte della Linea delle risorgive le acque freatiche presenti a 10-15 metri di profondità vengono anche sfruttate da parte delle unità produttive del settore dell'orticoltura. Nella zona settentrionale della provincia di Pordenone costituita dal conoide Cellina-Meduna, i maggiori quantitativi di acqua per uso irriguo provengono dalle derivazioni dai due corsi d'acqua. Comunque in tutta l'area di pianura interessata dalla falda freatica, soprattutto là dove la profondità non è molto elevata e dove le oscillazioni del livello non sono marcate, sono presenti numerosissimi pozzi che vengono utilizzati come punti di attingimento in caso di accentuata siccità.

Andamento della falda freatica

Le falde risentono dell'andamento delle precipitazioni ma anche della permeabilità propria dei terreni che convogliano più o meno rapidamente le acque meteoriche in profondità, cosicché le fluttuazioni della piezometrica mostrano andamenti sfalsati rispetto a quelli dei fiumi, con massimi generalmente in ottobre-dicembre e in aprile-maggio.

In generale, inoltre, il livello freaticometrico ha escursioni elevate, con valori attorno ai 10-15 metri, nella parte più settentrionale dell'Alta Pianura, dove la falda si instaura più in profondità rispetto al piano campagna mentre scendendo verso sud e avvicinandosi alla Linea delle risorgive, le variazioni di livello diventano meno accentuate, con una diminuzione (dai 2 ai 5 metri) della differenza tra picchi di minimo e di massimo impinguamento della falda nonché della pendenza media dello specchio freatico.

I valori freaticometrici acquisiti nel trentennio 1967-1998 (altezza della falda in metri sul livello mare) competenti ad ognuno dei 52 pozzi analizzati sono stati interpretati mediante la definizione della retta di regressione (eseguita in automatico da Excel) e delle due rette tangenti ai valori estremi relativi ai massimi ed ai minimi impinguamenti (figg. 3-7).

Risulta un generale abbassamento del livello freaticometrico in tutta la Alta pianura friulana, abbassamento che trova valori estremi nella fascia a ridosso dei rilievi (fino a 12 metri nel periodo considerato) e naturalmente minimi a ridosso della fascia delle risorgive (3 metri circa in sinistra Tagliamento nel tratto Codroipo-Palmanova).

In particolare si ha il massimo abbassamento nell'area centro-settentrionale dell'Alta pianura, là dove si riconosce una tendenza alla diminuzione del livello freatico molto decisa,

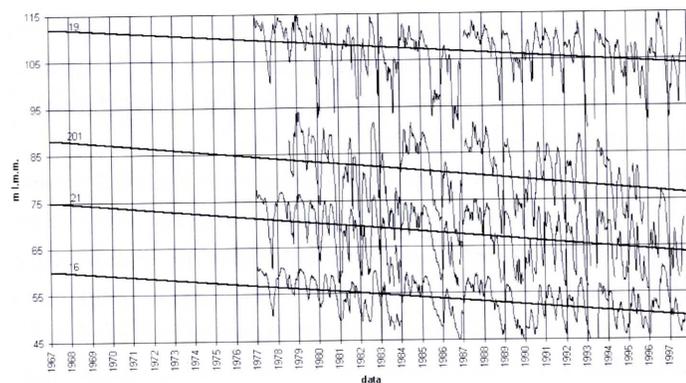


Fig. 3 - Andamento della superficie piezometrica nel periodo 1967-1998 in quattro pozzi in destra Tagliamento.
- Trend of the water table (1967-1998) in four wells on the right of Tagliamento river (in meters).

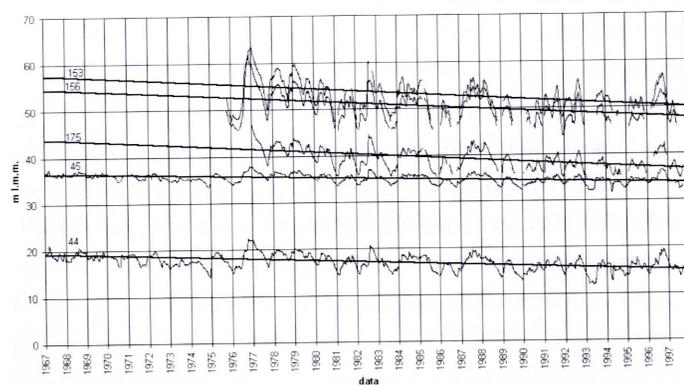


Fig. 4 - Andamento della superficie piezometrica nel periodo 1967-1998 in cinque pozzi in sinistra Tagliamento.
- Trend of the water table (1967-1998) in five wells on the left of Tagliamento river (in meters).

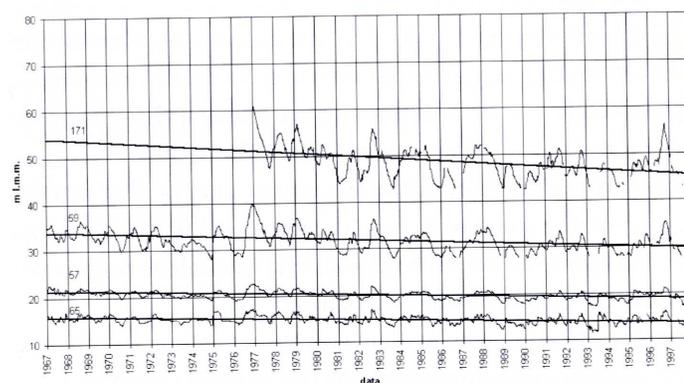


Fig. 5 - Andamento della superficie piezometrica nel periodo 1967-1998 in quattro pozzi in destra Torre.
- Trend of the water table (1967-1998) in four wells on the right of Torre torrent (in meters).

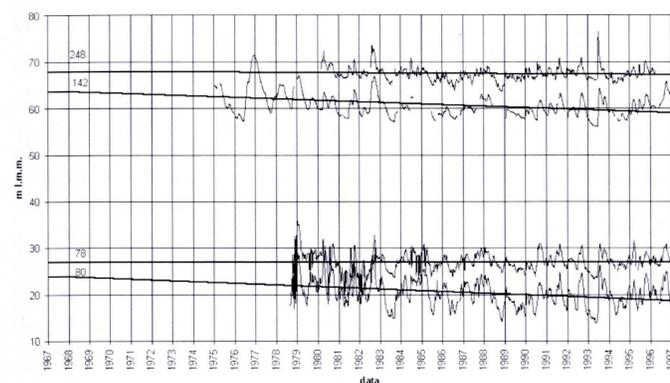


Fig. 6 - Andamento della superficie piezometrica nel periodo 1967-1998 in quattro pozzi fra Torre e Natisone.
- Trend of the water table (1967-1998) in four wells between Torre and Natisone (in meters).

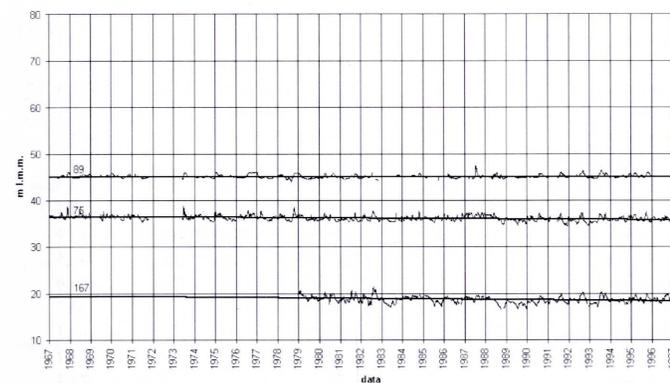


Fig. 7 - Andamento della superficie piezometrica nel periodo 1967-1998 in tre pozzi in destra Isonzo.
- Trend of the water table (1967-1998) in three wells on the right of Isonzo river (in meters).



Fig. 8 - Abbassamento medio annuo (o innalzamento in due casi) della falda misurato nei 52 pozzi analizzati nel periodo 1967-1998 (in cm).
- Annual lowering (or two cases raising) of the water table in 52 wells during 1967-1998 (in centimeters).

Pozzo	Località	Comune	Prov.	X	Y	Quota	Abbassamento (cm/anno)
2	Capoluogo, P.za	Roveredo in Piano	PN	2335745	5097998	96,61	-9,5
11	Rauscedo, Borgo Meduna	S.Giorgio della Richinvelda	PN	2351124	5100557	81,91	3,7
15	Case Lenardon	S. Martino al Tagliamento	PN	2354690	5099638	75	-36,5
16	Capoluogo, Caseificio	S. Martino al Tagliamento	PN	2354640	5098365	69,14	-33,2
17	Capoluogo, P. Castello	Valvasone	PN	2354634	5095880	58,78	-19,7
19	Gaio, il Bando	Spilimbergo	PN	2359490	5112570	122,15	-26,3
21	Cosa, V.S. Antonio 8	S.Giorgio d. Richinvelda	PN	2357140	5102500	84,2	-36,5
24	Capoluogo, Impianti Depuratore	Arba	PN	2350710	5112265	200,5	-35,0
27	S.Vidotto, Code	Camino al Tagliamento	UD	2360120	5090555	40,63	-11,7
33	Villa Manin	Codroipo	UD	2365930	5091110	39,53	-10,6
37	Beano	Codroipo	UD	2367100	5095530	63,82	-17,5
44	Flambro, Sud ex Ferrovia	Talmassons	UD	2373800	5089170	34,31	-14,2
45	Galleriano	Lestizza	UD	2374070	5091900	42,53	-9,1
47	Sclaunicco, Villa Pagani	Lestizza	UD	2375780	5093400	50,14	-10,2
57	Il Lago	Gonars	UD	2383336	5085110	24,64	-8,8
59	Risano, P.zza	Pavia di Udine	UD	2384950	5092550	58,14	-13,9
65	Privano	Bagnaria Arsa	UD	2389462	5083092	18,85	-7,3
75	Mochetta	Gorizia	GO	2409315	5086915	45,72	-2,6
78	Fabbrica Braida	Manzano	UD	2393370	5093820	61	0,7
80	Villanova dello Judrio	S.Giovanni al Natisone	UD	2397202	5089985	47	-18,3
89	Sede Amega	Gorizia	GO	2412696	5088562	80,41	-0,1
118	Capoluogo, Piazza Roma	S. Quirino	PN	2340465	5100680	112,1	-19,7
141	Ad Ovest del Capoluogo	Moimacco	UD	2392220	5105450	111	-31,4
142	Orsaria, Casali Pitassi	Premariacco	UD	2392770	5099640	93	-16,1
145	Cerneglons	Remanzacco	UD	2389875	5101628	91	-39,8
153	Capoluogo, Chiesa	S.Vito di Fagagna	UD	2370523	5106077	134,5	-24,1
156	S.Martino, Piazza	Mereto di Tomba	UD	2371912	5102150	99,91	-22,3
157	Nogaredo di Como	Coseano	UD	2367200	5103795	111	-27,7
159	Filanda "Banfi"	Dignano	UD	2360395	5105442	100,7	-17,9
160	S.Odorico, Pte Roggia	Flaibano	UD	2359896	5101525	83,2	-40,5
161	Capoluogo, Piazza	Sedegliano	UD	2363456	5097660	71,5	-26,6
167	Borgo Basiol, v.Udine	Gradisca D'isonzo	GO	2402110	5082497	27,2	-3,7
170	Carpacco, F.Tagliamento	Dignano	UD	2361700	5109445	111	-5,1
171	Ospedale Psichiatrico	Udine	UD	2382244	5099422	94	-27,7
175	Vissadone, Piazza	Basiliano	UD	2372530	5098305	77,3	-23,4
185	Birreria "Dormisch"	Udine	UD	2382845	5103233	110,5	-36,9
188	Bressa, vicino Chiesa	Campoformido	UD	2376410	5099297	85,3	-27,0
189	Colloredo di Prato	Pasian di Prato	UD	2376344	5101310	97,1	-29,2
191	Zona Industriale	Budoia	PN	2330205	5101040	101,5	-8,4
194	Forcate Case Marconi	Fontanafredda	PN	2333300	5096710	75	-21,5
197	Via Maestra	Cordenons	PN	2340935	5095155	50	-5,8
199	Ampiano, Filatura S.Carlo	Pinzano al Tagliamento	PN	2358078	5113872	166	-20,4
201	Ospedale Civile	Spilimbergo	PN	2356944	5108692	131	-39,1
205	Tauriano Az. Cristofoli	Spilimbergo	PN	2353923	5107242	137	-27,7
248	Stabilimento "Friulcar"	Cividale del Friuli	UD	2397345	5105257	126	-3,3
280	Picaron	S.Daniele del Friuli	UD	2365440	5114225	213,5	-16,1
315	Ciconicco, Chiamot		UD	2373482	5106170	134,4	-27,4
316	Ghiavons		UD	2365615	5110135	132	-33,9
319	Fontanabona		UD	2378830	5112440	181,5	-6,2
320	S.Martino di Campagna	Aviano	PN	2337857	5104839	178	-35,0
332	Casa Comugna	Pordenone	PN	2343591	5097065	59,97	-5,5
802	Capoluogo, V. Talmasson 5	Mortegliano	UD	2377675	5089110	35,3	-10,2

Tab. II - Abbassamento medio annuo (1967-1998) della falda nei 52 pozzi considerati.
- Annual lowering (1967-1998) of water table in 52 wells (in centimeters).

con valori che arrivano a 35-40 cm/anno nelle aree di Flaibano, Udine, S.Martino al Tagliamento, Arba, Spilimbergo ed Aviano (figg. 8, 9 e tab. II).

Per quanto riguarda i valori delle escursioni, questi sono costanti nel tempo nonostante la generale diminuzione di quota della falda. Le rette tangenti ai valori minimi e massimi risultano infatti essere praticamente sempre subparallele alle rette di regressione.

Gli andamenti ottenuti sulla base dell'analisi su base trentennale dei 52 pozzi sono stati confrontati con quelli relativi ai due pozzi sotto osservazione costante dal 1930 e quindi dotati di una serie di dati piezometrici che copre un periodo più che doppio. Esaminando le freaticimetrie dei pozzi di Mortegliano (n° 802) e di Talmassons (n° 804) e la serie storica dei dati pluviometrici dal 1930 ad oggi della stazione di Udine (fig. 10), si nota che l'altezza della falda ha un andamento ciclico: trova conferma naturalmente l'abbassamento della falda nell'ultimo trentennio, ma si nota un comportamento simile a quello attuale una sessantina di anni fa, con una falda che fu sottoposta ad un abbassamento che iniziò nel 1934, ebbe il picco di minimo nel 1944 e che poi risalì, per tornare a valori alti, negli anni '60 (figg. 11, 12).

Anche se non con altrettanta chiarezza, risulta tuttavia che anche le precipitazioni nei due periodi considerati abbiano subito fluttuazioni cicliche: dal 1937 al 1945 e dal 1965 al

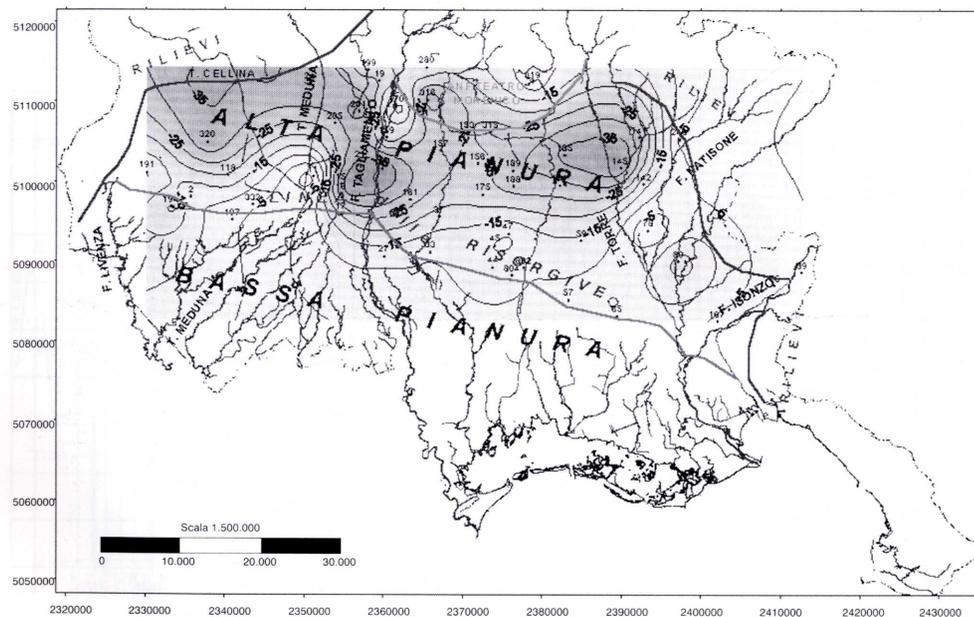


Fig. 9 - Linee di equal abbassamento medio annuo della falda nell'Alta Pianura friulana nel periodo 1967-1998.
- Annual iso-lowering of the water table in the Friuli Plane during 1967-1998 (in centimeters).

1973 si assiste ad un decremento delle precipitazioni atmosferiche che potrebbe essere una concausa degli abbassamenti.

Visti i dati a disposizione, si è inoltre tentata una prima quantificazione della velocità di trasferimento, da monte verso valle, delle acque freatiche per definire l'unità di grandezza della trasmissività. Procedendo secondo alcune linee di deflusso preferenziale e prendendo in considerazione i picchi di minimo si è cercato di quantificare gli intervalli temporali fra gli arrivi dell'onda di piena. Indubbiamente i valori di trasmissività rilevati, che mediamente si attestano tra i 4 ed i 2 km/giorno (fig. 13, tab. III), vengono falsati sia dalla permeabilità propria degli strati attraversati, sia dall'ingresso in falda di acque meteoriche permeate verticalmente nei pressi dei pozzi in esame, sia dall'impinguamento della falda da parte delle dispersioni dei corsi d'acqua durante il veloce flusso di piena. Tuttavia i valori di permeabilità e di trasmissività indirettamente ricavabili da questa analisi rientrano nel quadro dinamico regionale ed aumentano la invero scarsa disponibilità di questo tipo di dati.

Considerazioni

In definitiva, l'analisi delle fluttuazioni della superficie piezometrica della falda freatica contenuta nell'Alta pianura friulana negli ultimi trent'anni ha confermato la "sensazione" degli operatori nel settore dell'utilizzo di queste acque, riconoscendo areali in cui all'abbas-

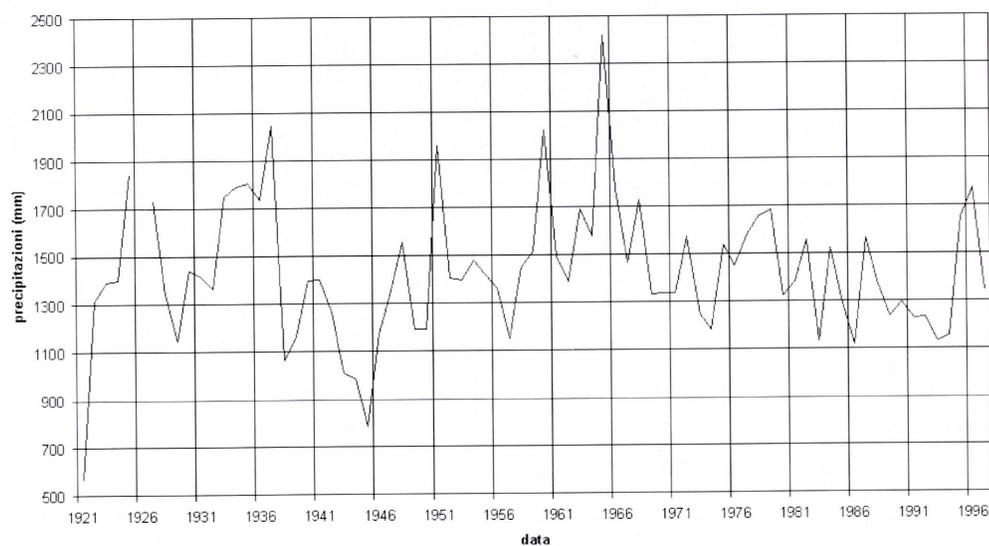


Fig. 10 - Precipitazioni medie annue registrate alla stazione pluviografica di Udine nel periodo 1921-1996.
- Annual rainfall at the pluviographic station of Udine during 1921-1996 (in millimeters).

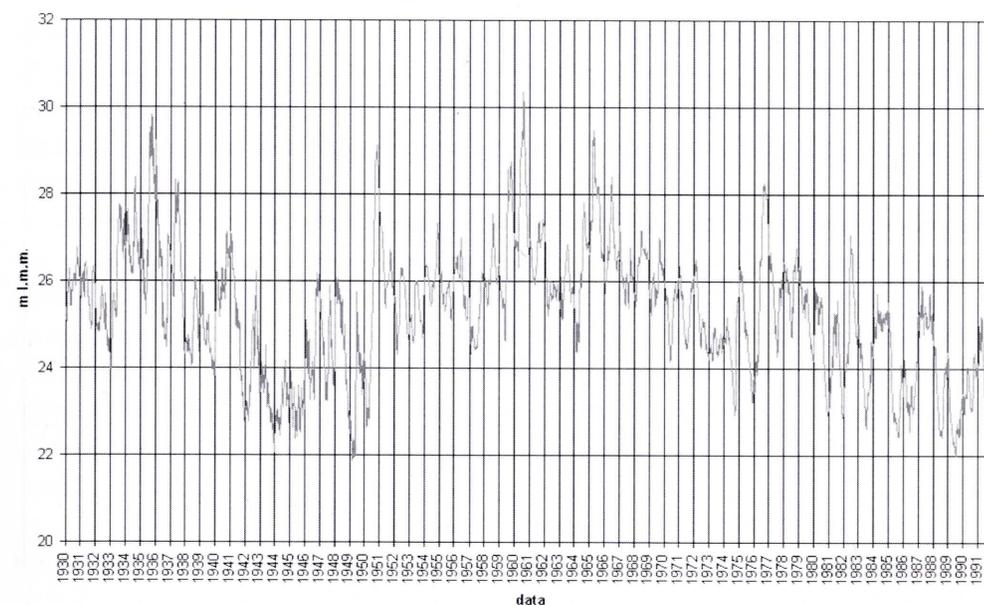


Fig. 11 - Andamento della superficie piezometrica nel pozzo n° 802 presso Mortegliano nel periodo 1930-1992.
- Trend of the water table in the well n°802 during 1930-1992 (in meters).

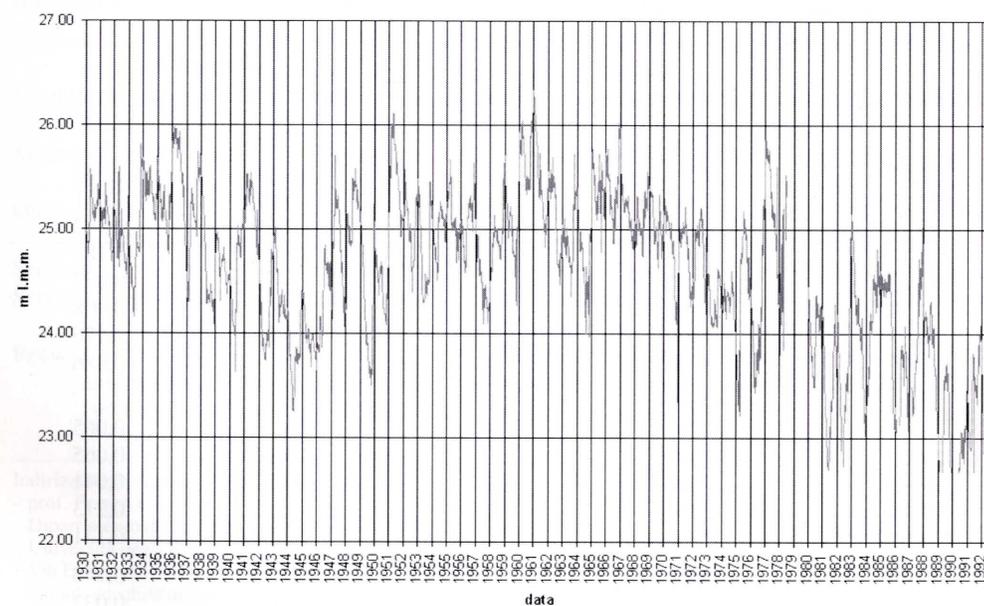


Fig. 12 - Andamento della superficie piezometrica nel pozzo n° 804 presso Talmassons nel periodo 1930-1992.
- Trend of the water table in the well n°802 during 1930-1992 (in meters).

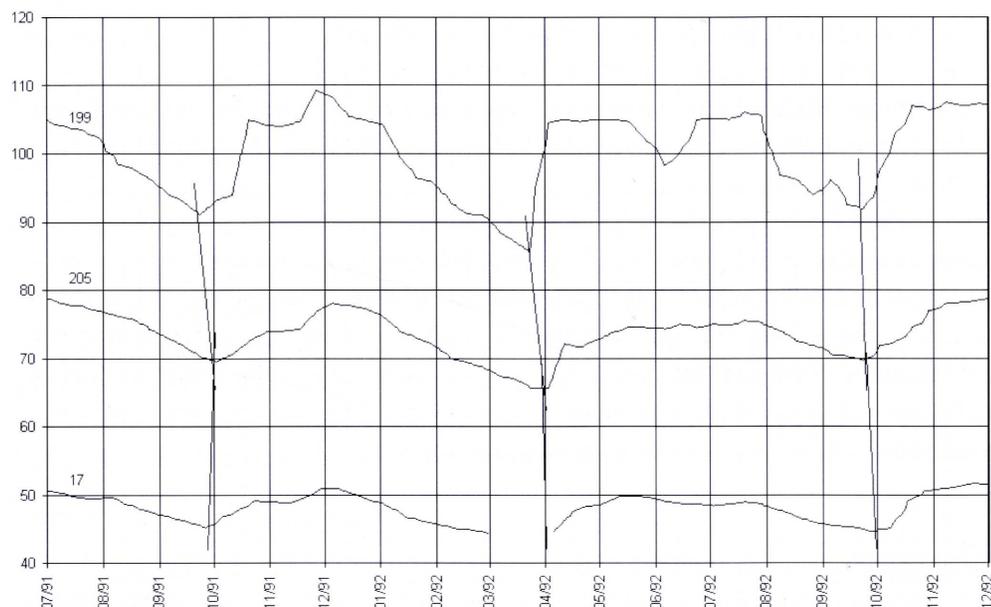


Fig. 13- Correlazioni fra picchi di minima in tre pozzi in destra Tagliamento nel periodo luglio 1991- dicembre 1992.

- Relationship among minima levels of three wells on the right of Tagliamento river during July 1991- December 1992 (in centimeters).

Pozzi	Distanza	Tempo (gg)	Permeabilità	
			minima (m/s)	massima (m/s)
1-2 (m)				
320 2	7200	2 - 3	0,028	0,042
199 205	7800	8 - 10	0,009	0,011
280 161	16600	1 - 3	0,064	0,192
315 175	7900	0 - 2	0,046	0,183
319 171	13400	3 - 5	0,031	0,052
141 142	5800	8 - 9	0,007	0,008
59 57	7600	0 - 1	0,088	0,176
89 75	3700	0 - 1	0,043	0,086
2-3 (m)				
2 194	2800	0 - 1	0,032	0,065
205 17	11300	2 - 4	0,033	0,065
161 33	7000	2 - 3	0,027	0,041
175 44	9200	0 - 2	0,053	0,213
171 802	11300	1 - 3	0,044	0,131
57 65	6400	0 - 1	0,074	0,148
75 167	8400	3 - 5	0,019	0,032

Tab. III- Valori di permeabilità calcolati in funzione della trasmissività nella falda delle onde di piena.
- Permeability values (in m/s) estimated using transmissivity of the water table during flood.

samento della falda legato a minori precipitazioni si accompagna il depauperamento dovuto all'intenso utilizzo antropico. Nel tempo sono infatti aumentati, spesso eccessivamente, i prelievi dalla falda freatica per scopi domestici, agricoli ed industriali, lo sfruttamento delle falde artesiane a valle delle risorgive, gli utilizzi per scopi irrigui ed idroelettrici delle acque montane.

Anche volendo considerare l'abbassamento della falda come un fenomeno ciclico, in esso si sta inserendo una troppo elevata pressione antropica e, se ci si può aspettare un nuovo ciclo di ricarica della falda, è facilmente ipotizzabile la tendenza alla persistenza, se non ad un ulteriore incremento, dell'abbassamento della falda a causa del sempre maggiore, spesso non razionale, sfruttamento umano delle risorse idriche del sottosuolo. Per inciso tutto ciò porta a dover considerare urgenti gli interventi di protezione e necessaria la definizione della vulnerabilità intrinseca e di quella reale delle acque ipogee.

Manoscritto pervenuto il 14.X.1998.

Rigraziamenti

Si desidera ringraziare il perito Alberto Deana del Servizio Idraulica, Direzione Regionale dell'Ambiente, per le utili indicazioni ed i dati forniti riguardanti la rete freaticometrica di monitoraggio della Regione Friuli-Venezia Giulia raccolti dal 1967 ad oggi, oltre che per l'ampia disponibilità.

Bibliografia essenziale

- LUCERNA L., 1997-98 - Correlazioni tra le precipitazioni ed i livelli piezometrici nell'Alta pianura friulana. *Tesi di Laurea inedita*, Univ. degli Studi di Trieste.
- MASSARI G., 1996-97 - Caratterizzazione stratigrafica e geochimica delle falde acquifere della pianura friulana, area orientale. *Tesi di Laurea inedita*, Univ. degli Studi di Trieste.
- MOSETTI F., 1983 - Sintesi sull'idrogeologia del Friuli Venezia. *Quaderni Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia*, 6, Udine.
- OBERTI DI VALNERA S., 1996-97 - Caratterizzazione stratigrafica e geochimica delle falde acquifere della pianura friulana area occidentale. *Tesi di Laurea inedita*, Univ. degli Studi di Trieste.
- STEFANINI S., 1978 - La falda freatica nell'alta pianura friulana. *Quaderni CNR-IRSA*, 34 (14), Roma.
- STEFANINI S. & GIORGETTI F., 1996 - I potenziali inquinanti delle acque freatiche dell'Alta pianura friulana ad opera delle discariche. *Ed. Di. S.G.A.M. - Univ. degli studi di Trieste*.
- REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA, 1990 - Piano generale per il risanamento delle acque. Caratteristiche idrologiche delle acque sotterranee: anni dal 1967 al 1986, 1987, 1988, 1989, 1990. *Dir. Reg. Ambiente, Servizio per l'utilizzazione delle acque*, Trieste.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- prof. Franco CUCCHI
Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine
Università degli Studi di Trieste
Via E. Weiss 1, I-34127 TRIESTE TS
e-mail: cucchi@univ.trieste.it
- dott. Giancarlo MASSARI
Vicolo del Castagneto 13, I-34127 TRIESTE TS
- dott. Sara OBERTI DI VALNERA
Via del Ricreatorio 32, I-34016 TRIESTE TS

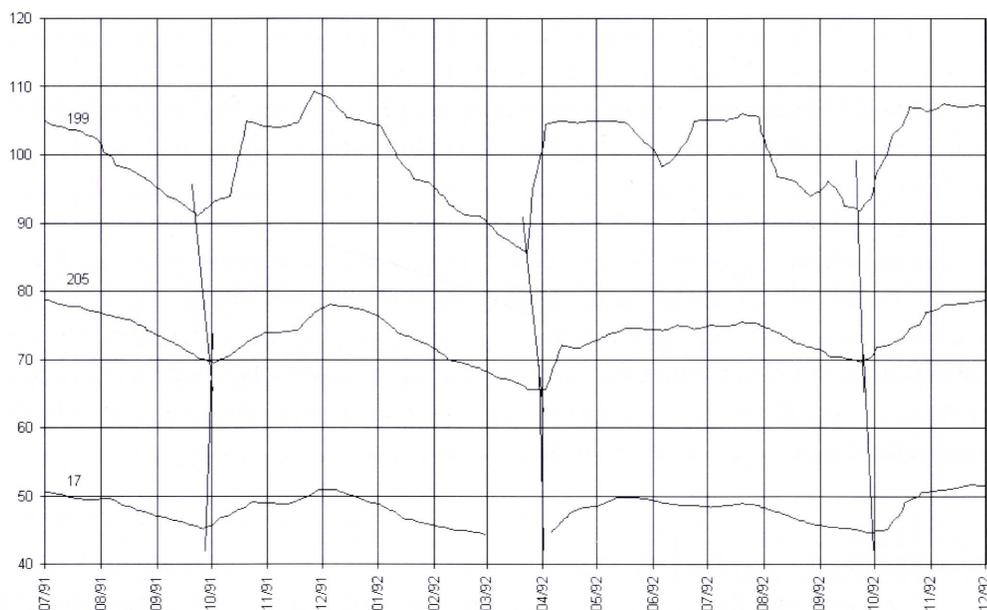


Fig. 13- Correlazioni fra picchi di minima in tre pozzi in destra Tagliamento nel periodo luglio 1991-dicembre 1992.

- Relationship among minima levels of three wells on the right of Tagliamento river during July 1991- December 1992 (in centimeters).

Pozzi	Distanza	Tempo (gg)	Permeabilità	
			minima (m/s)	massima (m/s)
1-2 (m)				
320 2	7200	2 - 3	0,028	0,042
199 205	7800	8 - 10	0,009	0,011
280 161	16600	1 - 3	0,064	0,192
315 175	7900	0 - 2	0,046	0,183
319 171	13400	3 - 5	0,031	0,052
141 142	5800	8 - 9	0,007	0,008
59 57	7600	0 - 1	0,088	0,176
89 75	3700	0 - 1	0,043	0,086
2-3 (m)				
2 194	2800	0 - 1	0,032	0,065
205 17	11300	2 - 4	0,033	0,065
161 33	7000	2 - 3	0,027	0,041
175 44	9200	0 - 2	0,053	0,213
171 802	11300	1 - 3	0,044	0,131
57 65	6400	0 - 1	0,074	0,148
75 167	8400	3 - 5	0,019	0,032

Tab. III- Valori di permeabilità calcolati in funzione della trasmissività nella falda delle onde di piena.
- Permeability values (in m/s) estimated using transmissivity of the water table during flood.

samento della falda legato a minori precipitazioni si accompagna il depauperamento dovuto all'intenso utilizzo antropico. Nel tempo sono infatti aumentati, spesso eccessivamente, i prelievi dalla falda freatica per scopi domestici, agricoli ed industriali, lo sfruttamento delle falde artesiane a valle delle risorgive, gli utilizzi per scopi irrigui ed idroelettrici delle acque montane.

Anche volendo considerare l'abbassamento della falda come un fenomeno ciclico, in esso si sta inserendo una troppo elevata pressione antropica e, se ci si può aspettare un nuovo ciclo di ricarica della falda, è facilmente ipotizzabile la tendenza alla persistenza, se non ad un ulteriore incremento, dell'abbassamento della falda a causa del sempre maggiore, spesso non razionale, sfruttamento umano delle risorse idriche del sottosuolo. Per inciso tutto ciò porta a dover considerare urgenti gli interventi di protezione e necessaria la definizione della vulnerabilità intrinseca e di quella reale delle acque ipogee.

Manoscritto pervenuto il 14.X.1998.

Rigraziamenti

Si desidera ringraziare il perito Alberto Deana del Servizio Idraulica, Direzione Regionale dell'Ambiente, per le utili indicazioni ed i dati fornitici riguardanti la rete freaticometrica di monitoraggio della Regione Friuli-Venezia Giulia raccolti dal 1967 ad oggi, oltre che per l'ampia disponibilità.

Bibliografia essenziale

- LUCERNA L., 1997-98 - Correlazioni tra le precipitazioni ed i livelli piezometrici nell'Alta pianura friulana. *Tesi di Laurea inedita*, Univ. degli Studi di Trieste.
- MASSARI G., 1996-97 - Caratterizzazione stratigrafica e geochimica delle falde acquifere della pianura friulana, area orientale. *Tesi di Laurea inedita*, Univ. degli Studi di Trieste.
- MOSETTI F., 1983 - Sintesi sull'idrogeologia del Friuli Venezia. *Quaderni Ente Tutela Pesca del Friuli-Venezia Giulia*, 6, Udine.
- OBERTI DI VALNERA S., 1996-97 - Caratterizzazione stratigrafica e geochimica delle falde acquifere della pianura friulana area occidentale. *Tesi di Laurea inedita*, Univ. degli Studi di Trieste.
- STEFANINI S., 1978 - La falda freatica nell'alta pianura friulana. *Quaderni CNR-IRSA*, 34 (14), Roma.
- STEFANINI S. & GIORGETTI F., 1996 - I potenziali inquinamenti delle acque freatiche dell'Alta pianura friulana ad opera delle discariche. *Ed. Di. S.G.A.M. - Univ. degli studi di Trieste*.
- REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA, 1990 - Piano generale per il risanamento delle acque. Caratteristiche idrologiche delle acque sotterranee: anni dal 1967 al 1986, 1987, 1988, 1989, 1990. *Dir. Reg. Ambiente, Servizio per l'utilizzazione delle acque*, Trieste.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- prof. Franco CUCCHI
Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine
Università degli Studi di Trieste
Via E. Weiss 1, I-34127 TRIESTE TS
e-mail: cucchi@univ.trieste.it
- dott. Giancarlo MASSARI
Vicolo del Castagneto 13, I-34127 TRIESTE TS
- dott. Sara OBERTI DI VALNERA
Via del Ricreatorio 32, I-34016 TRIESTE TS