

## APPLICAZIONE DEL METODO DELLA DERIVA ESTERNA NELLO STUDIO DELLA DISTRIBUZIONE DELLA SALINITÀ TOTALE NEL BACINO TERMALE EUGANEO (PADOVA)

Paolo FABBRI, Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università di Padova

**RIASSUNTO:** L'area termale euganea copre una zona di circa 23 km<sup>2</sup> e comprende parte dei comuni di Abano Terme, Montegrotto Terme, Battaglia Terme e Galzignano Terme della provincia di Padova. In questo articolo viene studiata con una metodologia di geostatistica lineare non stazionaria la distribuzione della salinità totale (T.D.S.) nei campi termali di Abano e Montegrotto. In particolare si applica un metodo che va sotto il nome di "deriva esterna".

### 1. INTRODUZIONE

L'area termale euganea s.s., localizzata in provincia di Padova nei comuni di Abano Terme, Montegrotto Terme, Battaglia Terme e Galzignano Terme, possiede un'estensione di circa 23 km<sup>2</sup> (Fig.1).

La zona di sfruttamento idrotermale è suddivisa in 120 concessioni minerarie, dove si trovano in estrazione circa 250 pozzi, con una produzione globale media di circa 800 l/s. La profondità dei pozzi

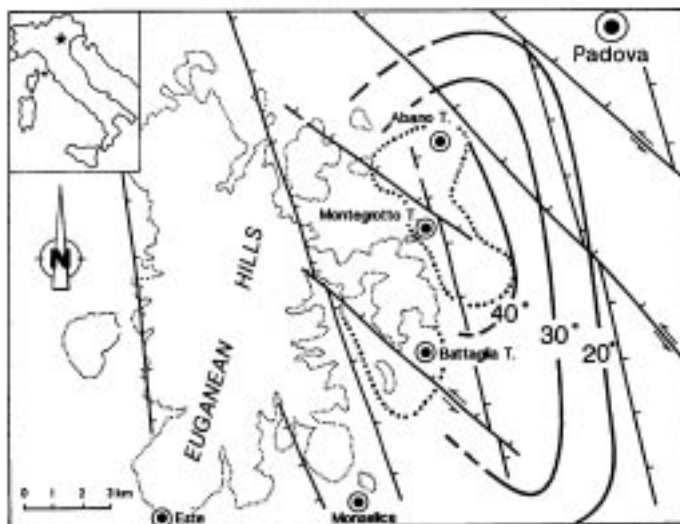


Fig. 1 - Localizzazione del Bacino Termale Euganeo, carta tettonica e delle isoterme (150 m di profondità) (da Antonelli *et alii*, 1995).

varia da un minimo di circa 100 m ad un massimo di circa 900 m (campo di Abano).

I fluidi termali, riscaldati per gradiente geotermico, vengono estratti dal campo di Abano ad una temperatura variabile dai 75° agli 86° C, da quello di Montegrotto variabile dai 70° agli 82° C ed in quello di Battaglia-Galzignano dai 65° ai 75° C.

Attualmente l'estrazione dei fluidi avviene entro il substrato roccioso, posto ad una profondità variabile da qualche metro (Montegrotto, Battaglia e Galzignano) fino ad un massimo di circa 200-220 m (Abano). La copertura quaternaria sovrastante è rappresentata da materiali argilloso-limosi e sabbiosi. I livelli limoso argillosi rappresentano il 40% dei terreni

alluvionali carotati nel pozzo geognostico Aponus 2, sito nel centro di Abano (ANTONELLI *et alii*, 1993), il 25% comprende dei limi ed il 25% delle sabbie, il restante 10% è costituito da conglomerati a clasti vulcanici e detrito ad elementi calcarei.

Nel sottosuolo dell'area euganea la formazione sedimentaria più recente incontrata è quella delle Marne euganee (Oligocene inf- Eocene inf.), seguita dalla Scaglia rossa (Eocene inf.- Cretaceo sup.), dal Biancone (Cretaceo sup-Giurese sup.), dal Rosso Ammonitico (Giurassico medio- Giurassico sup.) ed infine dai Calcari grigi (Giurassico inf.). Si rinvenivano inoltre rocce vulcaniche appartenenti a due cicli eruttivi: il primo dall'Eocene superiore all'Oligocene inferiore pp., con lave e breccie basaltiche, il secondo oligocenico inferiore costituito da corpi subvulcanici di composizione riolitica, trachitica e latitica.

La situazione tettonica dell'area in esame è caratterizzata principalmente da direzioni NNO-SSE (linea Schio-Vicenza) e secondariamente NE-SO (linea della Riviera dei Berici), ma possono essere anche evidenti sistemi tettonici N-S ed E-O, attivi durante le fasi magmatiche oligoceniche. La figura 1 schematizza la situazione tettonica locale.

Per maggiori approfondimenti sulle caratteristiche geologiche, idrogeologiche ed idrochimiche del Bacino Termale Euganeo si rimanda alla bibliografia specifica (ANTONELLI *et alii*, 1995; 1993; PICCOLI *et alii*, 1976).

La caratterizzazione idrochimica e la salinità totale (fino ad oltre 6 g/l) delle acque termali euganee è tipica dei circuiti idrotermali profondi posti in bacini sedimentari. Nel dettaglio le acque euganee presentano elevate quantità di  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$  (70%), ma anche di  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e sono inoltre presenti moltissimi altri elementi in percentuali minori.

Il presente articolo prende in considerazione due tra i più comuni parametri chimico-fisici analizzati nei fluidi euganei: la salinità totale (T.D.S.) e la temperatura. Lo scopo è di studiare la distribuzione spaziale della salinità totale nei campi idrotermali di Abano Terme e Montegrotto Terme.

Spesso in idrogeologia si presenta la necessità di utilizzare delle metodologie oggettive in grado di trattare dei dati localizzati in una determinata zona. Le metodologie geostatistiche rappresentano uno strumento ideale per risolvere questo tipo di problema, venendo incontro alle difficoltà di trattare, in maniera statisticamente corretta, dei dati spaziali distribuiti non omogeneamente. In questa ottica, nel presente lavoro, vengono applicate alcune metodologie geostatistiche in grado di analizzare la distribuzione della salinità totale, ma anche capaci di considerare un altro parametro ad essa correlato, consentendo un miglioramento della stima.

In questo lavoro si utilizza un metodo che va sotto il nome di “deriva esterna” (RENARD, NAI-HSIEN, 1988). Per utilizzare questa procedura è necessario studiare la variabile in esame con l’approccio delle Funzioni Aleatorie Intrinseche di ordine  $k$  (F.A.I.  $k$ ) (MATHERON, 1973) ed avere a disposizione i valori di un’altra grandezza, correlata con quella in esame, sia nei punti dove esiste la variabile principale sia dove sarà effettuata una sua stima.

## 2. BREVI RICHIAMI TEORICI

La geostatistica classica, che interpreta una variabile naturale come una realizzazione di una Funzione Aleatoria (F.A.), usa uno “strumento” chiamato variogramma, che è però utilizzabile in presenza di una stazionarietà del 2° ordine o nel caso meno restrittivo di una stazionarietà intrinseca:

$$\begin{aligned} E[Z(x+h) - Z(x)] &= 0 \\ \text{VAR}[Z(x+h) - Z(x)] &= 2\gamma(h) \end{aligned} \quad (1)$$

una tale simbologia indica che la speranza matematica della F.A. è indipendente dalla posizione  $x$ , cioè siamo in assenza di deriva e quindi la variabilità spaziale della F.A. è rappresentabile tramite il semivariogramma  $\gamma(h)$ .

Nel caso sia presente una deriva non costante (non stazionarietà), la speranza non è 0, bensì:  $E[Z(x+h) - Z(x)] = m(x)$  (2) ed è dipende dalla posizione  $x$ , perciò il variogramma sperimentale sarà dato da:

$$\gamma_s(h) = \gamma_r(h) + \frac{1}{2} [m(x+h) - m(x)]^2 \quad (3)$$

Come si può osservare nella relazione (3) il variogramma sperimentale  $\gamma_s(h)$ , che si ottiene in presenza di deriva, è la somma di due componenti: il semivariogramma reale  $\gamma_r(h)$  ed un secondo termine che rappresenta la deriva e che diventa uguale a 0 solo se la speranza è indipendente da  $x$ . In queste situazioni è difficile separare queste due componenti, e quindi effettuare l’inferenza statistica utilizzando il variogramma sperimentale.

Un possibile approccio geostatistico al problema della “non stazionarietà” è rappresentato dalla teoria delle F.A.I.- $k$ , con la quale si possono trattare F.A. non stazionarie, i cui incrementi di ordine  $k$  sono stazionari. Si tratta di F.A. aventi derivate di tipo polinomiale.

Gli incrementi generalizzati di ordine  $k$  derivano da combinazioni lineari  $\sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$  (4), che devono

verificare la condizione:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i x_i^k = 0 \quad k=0, 1, \dots, k \quad (5)$$

Gli incrementi generalizzati sono quindi il risultato del filtraggio di polinomi di ordine  $k$  (filtraggio della deriva). La variabilità spaziale di questa F.A. è legata alla funzione utilizzata per calcolare la varianza degli incrementi di ordine  $k$  rappresentata dalla covarianza generalizzata  $k(h)$ , che è una funzione lineare ed isotropa. La covarianza generalizzata è uno strumento che sostituisce il variogramma in presenza di una F.A.I. di ordine superiore a uguale a 0.

Matheron nel 1973 dimostra che il polinomio è una valida funzione isotropa di covarianza generalizzata. Le covarianze generalizzate sono funzioni dipendenti linearmente dalla distanza  $h$  tra i punti, quindi con una regressione è possibile un'inferenza di tipo automatico. Un modello generale delle  $k(h)$  è del tipo:

$$k(h) = A_0[1 - \delta(h)] + A_1|h| + A_3h^2 \ln|h|A_3|h|^3 \quad (6)$$

Dove con  $A_i$  si rappresentano i coefficienti dei modelli elementari da determinare e con  $A_0$  l' "effetto pepita".

Una delle più importanti caratteristiche delle F.A.I.-k è il superamento del problema dell'esplicitazione della deriva, che è la classica difficoltà nell'utilizzo del "kriging universale", in tal modo vengono ridotti notevolmente i problemi di inferenza statistica.

Una volta determinato l' "effetto pepita" (se presente) ed i coefficienti di  $k(h)$ , è possibile impostare un classico sistema di kriging con l'imposizione delle condizioni di non distorsione e di minimizzazione della varianza dell'errore di stima, ricavando in tal modo i pesi  $\lambda_i$  dello stimatore del kriging lineare:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (7)$$

Nel caso in cui si abbia a disposizione oltre alla variabile principale anche una ausiliaria, uno dei metodi che spesso viene usato per migliorare la stima è il cokriging (JOURNEL, HUIJBREGTS, 1978). Questo metodo, che richiede una co-regionalizzazione delle due variabili, è stato usato generalmente solo in presenza di stazionarietà delle F.A. e di un numero sufficiente di dati per poter costruire i due variogrammi delle variabili in esame; inoltre deve esistere un sufficiente numero di punti in comune tra le variabili per poter costruire anche un cross-variogramma. Qualora non si sia in grado di costruire uno di questi variogrammi, oppure non esista stazionarietà, si può usare al posto del cokriging, un "kriging con deriva esterna" (BRUNO, RASPA, 1993; RENARD, NAI-HSIEN, 1988). Questa tecnica può essere applicata in presenza di non stazionarietà e di una variabile ausiliaria, utilizzando l'approccio delle F.A.I.-k. La variabile ausiliaria deve essere presente in corrispondenza dei valori della variabile principale e dove essa sarà stimata. Il filtraggio della deriva polinomiale della F.A., per ottenere incrementi generalizzati di ordine  $k$  stazionari, avviene in questo caso oltre che attraverso la condizione (5) anche tramite la "deriva esterna". Questa procedura determina incrementi generalizzati diversi rispetto a quelli ottenuti sotto la sola condizione (5) e perciò differenti coefficienti della  $k(h)$ . Ovviamente anche nel sistema di kriging compare un'ulteriore vincolo da verificare, rappresentato dalla "deriva esterna".

### 3. ANALISI DEI DATI DI SALINITA' TOTALE

Nel presente studio si hanno a disposizione 32 valori di salinità totale (T.D.S.). Nella figura 2A è sintetizzata un'analisi preliminare riguardante la loro statistica di base.

La prima osservazione che si può fare riguarda il coefficiente di asimmetria (skewness) il cui valore di -0,27 indica una buona simmetria nella distribuzione dei dati, inoltre il coefficiente di curtosi (2,9) segnala

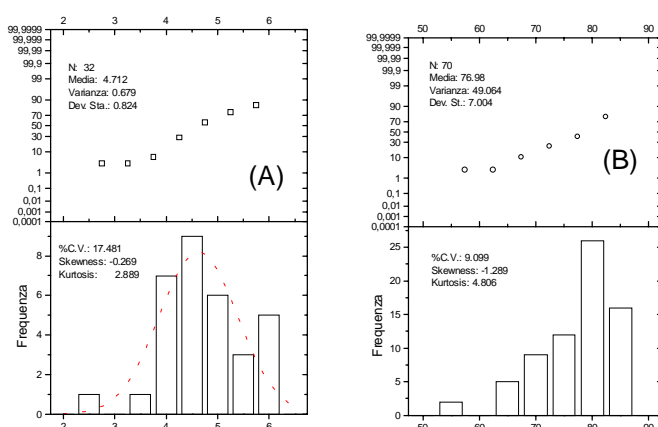


Fig. 2 - Analisi statistica della salinità totale (T.D.S.) (A) e della temperatura (B).

una discreta similitudine rispetto ad una distribuzione di tipo normale. Inizialmente i soli valori della salinità totale sono stati trattati con il programma FAIPACK (BRUNO, RASPA, 1994). Lo studio sull'ordine  $k$  suggerisce un'utile applicazione delle F.A.I.-k, segnalando la presenza di una deriva non costante e quindi di una "non stazionarietà". Infatti in base all'analisi degli errori il miglior ordine di  $k$  risulta essere uguale ad 1 (Tab. 1). Il che significa che i dati sperimentali possono essere rappresentati da incrementi generalizzati di ordine 1, e perciò la F.A. non stazionaria può essere filtrata dai polinomi di ordine 1,

per poter ottenere degli incrementi generalizzati stazionari; in altre parole la F.A. deve essere filtrata dalla presenza di una deriva di tipo lineare.

Ordine k	Errore quadratico			Rango		
	Set 1	set 2	totale	set 1	set 2	totale
0	0,943	0,446	0,694	1,947	1,895	1,921
1	1,602	0,867	1,235	1,947	1,842	1,895
2	1,549	3,477	2,513	2,105	2,263	2,184

Tab. 1 - Analisi degli errori per l'individuazione dell'ordine k della F.A.I.-k. in relazione ai soli dati di salinità totale.

Modello	ND	EQM	EQMS	EM
2	31	0,439	31,926	0,002
9	31	0,592	2,497	0,057
10	31	0,577	2,410	0,054

Tab. 2 - Risultati della cross-validazione relativi all'utilizzo della sola salinità totale.

Una volta definito l'ordine di k si è passati al calcolo dei parametri della covarianza generalizzata k(h). I risultati ottenuti indicano, sulla base essenzialmente del parametro jackknife, che il modello numero 2 (jackknife 0.91) di covarianza generalizzata è quello che meglio rappresenta la varianza della F.A.I-1.

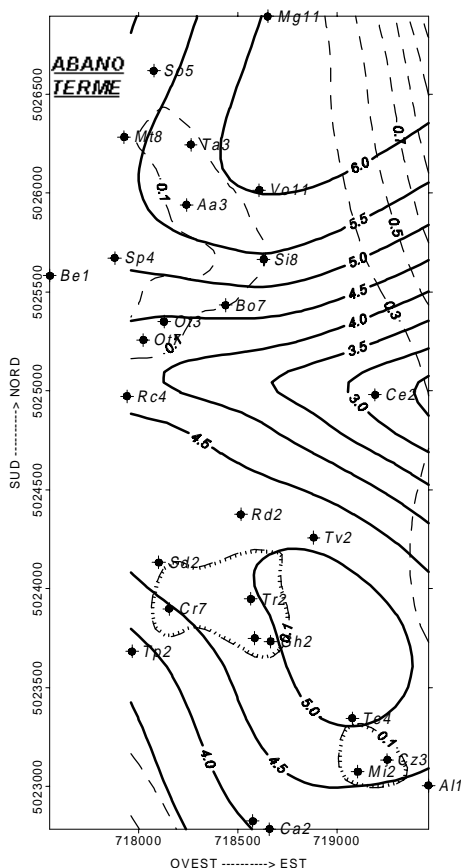


Fig. 3 - Carta della salinità totale (g/l) (isolinea continua) nei fluidi termali di Abano Terme e Montegrotto Terme. Carta della varianza di kriging (isolinea tratteggiata).

Passando a trattare la cross-validazione utilizzando la k(h) precedentemente individuata, si giunge ad un confronto tra i dati reali e quelli stimati; i risultati ottenuti sono visibili in tabella 2. L'analisi dei risultati suggerisce la scelta del modello 10, dato che, anche se il modello 2 possiede il minor Errore Quadratico Medio (EQM), il suo Errore Quadratico Medio Standardizzato (EQMS) è nettamente scorretto. Una volta identificata la miglior k(h) ed impostato e risolto il sistema di kriging si ottiene una stima lineare dei valori di salinità totale ai nodi di una griglia 21 x 21.

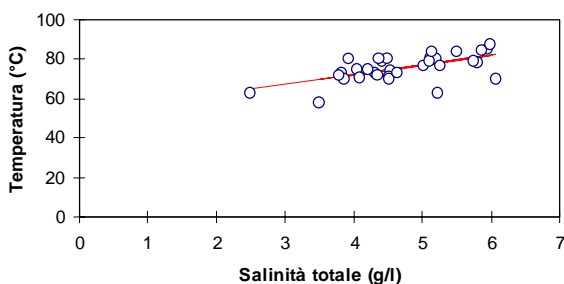
I risultati di questa elaborazione sono riportati nella figura 3. Come si può osservare dalla figura 3 l'analisi della varianza di kriging (isolinee a tratteggio), utilizzando i soli valori di salinità totale, non produce dei risultati molto soddisfacenti, derivanti principalmente dal numero e dalla distribuzione dei punti di misura della variabile esaminata.

#### 4. UTILIZZO DELLA DERIVA ESTERNA

Nell'area di Abano e Montegrotto, in occasione di una campagna termometrica, si sono effettuate 70 misure di temperatura, perciò qualora questa variabile sia correlata con la salinità totale, essa potrebbe migliorarne la stima. Inizialmente si è analizzata la statistica delle termometrie (Fig. 2B), dalla quale è possibile osservare un'evidente asimmetria nella distribuzione dei dati, confermata dal valore del coefficiente di asimmetria (skewness) chiaramente negativo (-1,28), ed una maggiore dispersione rispetto ad una distribuzione normale (coefficiente di curtosi pari a 4,8).

In un secondo momento si è studiata un'eventuale correlazione tra le due variabili. La figura 4 riporta in ordinate i valori di temperatura ed in ascissa quelli della salinità totale e mostra chiaramente l'esistenza di una correlazione di tipo lineare.

Per poter usare il metodo della “deriva esterna” è necessario conoscere il valore della temperatura in ogni punto dove dovrà essere stimata la salinità totale. Ovviamente, essendo necessario conoscere i valori di temperatura ai nodi di una griglia, occorrerà, partendo dai 70 dati di temperatura a disposizione, stimare i valori della temperatura ai nodi di questa griglia. I valori stimati rappresenteranno la “deriva esterna” della salinità totale.



Per effettuare questa stima si è ricorso ancora una volta alle F.A.I.-k, ottenendo un ordine di k, che presenta gli errori minori, pari a 1 (Tab. 3).

Questo significa che la F.A. non stazionaria,

Ordine k	Errore quadratico			Rango		
	set 1	set 2	Totale	set 1	set 2	totale
0	38,352	42,26	40,306	2,014	2,122	2,068
1	60,525	32,929	46,591	1,824	1,905	1,865
2	868,969	126,704	497,836	2,162	1,973	2,068

Tab. 3 - Analisi degli errori per l'individuazione dell'ordine k della F.A.I.-k. in relazione ai soli dati di temperatura.

rappresentata possiede una deriva di tipo lineare. Una volta individuato l'ordine k si è passati al calcolo della k(h). Il modello numero 4 (jacknife 0,93), che assegna i coefficienti alla covarianza generalizzata, sembra rappresentare al meglio la varianza degli incrementi generalizzati stazionari di ordine 1, ma l'esame della cross-validazione indica che i migliori risultati sono prodotti dal modello 7 (jacknife 0,87) (Tab. 4).

Quindi utilizzando questa k(h) si è proceduto all'impostazione del sistema di kriging ed alla stima dei valori di temperatura ai nodi di una griglia di dimensioni 21 x 21.

A questo punto si è studiata ancora una volta la distribuzione della salinità totale utilizzando però come “deriva esterna” i dati di temperatura stimati ai nodi della griglia, ed i risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli della prima elaborazione.

Modello	ND	EQM	EQMS	EM
4	66	29,625	1,501	-1,179
7	66	26,034	1,218	-0,735
5	66	26,255	1,156	-0,449

Tab. 4 - Risultati della cross validazione relativi all'utilizzo della sola temperatura.

Per quanto riguarda l'ordine della F.A.I.-k (cfr. Tab. 1) in tabella 5 si osserva una netta riduzione dell'errore quadratico (da 1,235 a 0,564), ed una lieve diminuzione nell'errore di rango (da 1,895 a 1,842), queste variazioni

Ordine k	Errore quadratico			Rango		
	set 1	Set 2	totale	set 1	set 2	totale
0	0,565	0,564	0,564	2,053	1,632	1,842
1	0,723	0,697	0,710	1,789	1,895	1,842
2	1,004	1,857	1,431	2,158	2,474	2,316

Tab. 5 - Analisi degli errori per l'individuazione dell'ordine k della F.A.I.-k. in relazione ai dati di salinità totale e di temperatura (deriva esterna).

consentono la riduzione da 1 a 0 dell'ordine della F.A.I.-k.

L'esame dei coefficienti della k(h) di ordine 0 indica i migliori risultati di jacknife per il modello 1 e la procedura di cross-validazione (Tab. 6) consente di confermare nel modello 1 della k(h) la migliore covarianza generalizzata in grado di rappresentare la varianza della F.A.I.

Modello	ND	EQM	EQMS	EM
1	28	0,387	1,767	-0,043
3	28	0,411	1,476	-0,033
2	28	0,519	1,676	-0,029

Tab. 6 - Risultati della cross validazione relativi all'utilizzo della salinità totale e della temperatura (deriva esterna).

Il confronto tra la tabella 2 e la tabella 6 indica chiaramente un miglioramento dei risultati della cross-validazione, ottenuto grazie all'utilizzo della “deriva esterna”. Infatti l'Errore Quadratico Medio (EQM) passa da 0,592 a 0,387, l'Errore Quadratico Medio Standardizzato (EQMS) da 2,497 a 1,767 e l'Errore Medio

(EM) da 0,057 a -0,043. Infine il confronto tra la figure 3 e 5 evidenzia un miglioramento della varianza di kriging in presenza di “deriva esterna”.

## 5. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE SUI RISULTATI

L'utilizzo dei risultati delle procedure geostatistiche ha consentito di mappare, in maniera oggettiva ed utilizzando anche i dati sulla temperatura, la distribuzione della salinità totale nelle aree di Abano Terme e di Montegrotto Terme (Padova). La carta georeferenziata (U.T.M.) di figura 5 riporta a tratto continuo

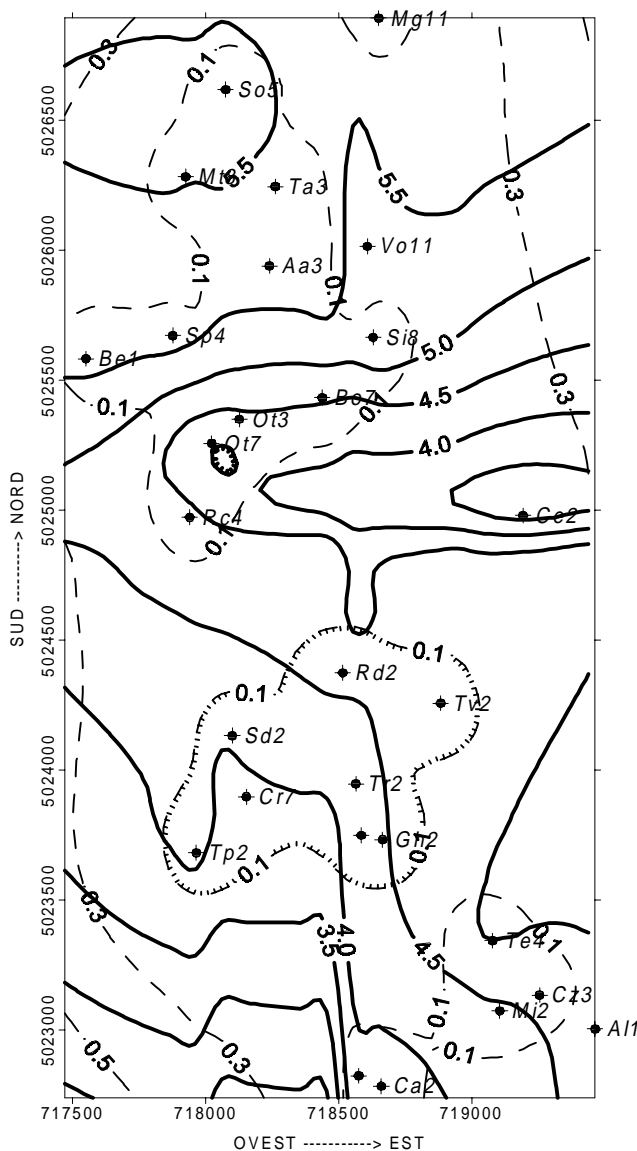


Fig. 5 - Carta della salinità totale (g/l) (isolinea continua) nei fluidi termali di Abano Terme e Montegrotto Terme, usando la “deriva esterna”. Carta della varianza di kriging (isolinea tratteggiata).

le isolinee di salinità totale (g/l) e a tratteggio quelle di varianza di kriging. L'analisi della carta evidenzia una netta separazione tra i fluidi di Abano e quelli di Montegrotto; d'altro canto questa divisione trova conferme anche in base alle analisi di tipo termico, idrochimico, e chimico isotopico. La separazione è ben visibile in corrispondenza dell'evidente riduzione della salinità totale nell'area della concessione Cecchinato (Ce) nel campo di Montegrotto. Spostandosi in direzione nord, verso l'area di Abano, si osserva un rapido aumento della salinità totale; i valori più elevati si rinvencono nella zona settentrionale della carta in corrispondenza delle concessioni minerarie: All'Alba (Aa), Vena d'Oro (Vo), Tacchetto (Ta) e Menegolli (Mg), che rappresentano anche le zone a maggiore termalità. A sud della concessione Cecchinato (Ce), in direzione di Montegrotto, le salinità totali più elevate presentano valori tendenzialmente inferiori rispetto a quelli di Abano e si localizzano nella zona sud orientale del campo idrotermale, in corrispondenza delle concessioni minerarie Mioni (Mi), Canalezze (Cz) e Terme Euganee (Te). Il fatto che nella zona intermedia tra i due campi idrotermali i valori di salinità totale tendono ad aumentare da est verso ovest, segnala una probabile zona di mescolamento tra i fluidi di Abano e quelli di Montegrotto in corrispondenza dell'area coperta dalle concessioni minerarie Ottaviana (Ot) e Rio Caldo (Rc).

Il confronto tra la distribuzione isotopica del  $\delta^{18}\text{O}$ , grazie al quale è stato possibile individuare le zone di risalita dei fluidi primari (DAL PIAZ *et alii*, 1994), e la distribuzione della salinità totale, evidenzia ancora una volta le diversità esistenti tra i fluidi dei due campi termali. Infatti mentre in Abano nelle aree di risalita i fluidi presentano una salinità totale di circa 5 - 6 g/l (area delle concessioni All'Alba “Aa”, Menegolli “Mg”,

Siesalunga “Si”), in accordo con l'assenza di mescolamenti con acque locali più fredde e meno saline, in Montegrotto queste aree di risalita presentano valori inferiori di salinità totale (circa 4 - 5 g/l) (area delle concessioni Mioni “Mi”, Canaletta “Ca”, Albina “Al”).

## 6. CONCLUSIONI

L'elaborazione dei dati sperimentali di salinità totale nella zona di Abano e Montegrotto, indica che qualora vengano usati i valori di temperatura come "deriva esterna", si presenta un miglioramento della stima nei siti privi di misura. Infatti si ha la possibilità di prendere in considerazione, oltre ai dati disponibili di salinità totale, anche le informazioni aggiuntive derivanti dalle misure termometriche.

L'elaborazione di queste due serie di dati con metodologie geostatistiche ha consentito di mappare in maniera oggettivamente corretta la distribuzione della salinità totale nelle aree di Abano Terme e Montegrotto Terme.

L'analisi sulla distribuzione della salinità totale conferma una netta separazione dei fluidi tra i campi termali di Abano e Montegrotto. Questa separazione è messa in evidenza da una zona intermedia a bassa salinità totale e da un diverso carico salino dei fluidi primari, non derivante da mescolamenti con acque locali.

### **RINGRAZIAMENTI**

L'autore desidera ringraziare il Prof. R. Bruno dell'Università di Bologna, per la lettura critica del manoscritto.

### **BIBLIOGRAFIA**

Antonelli R., Callegari E., Fabbri P., Sedea R. (1993) - *Recenti contributi alla conoscenza della idrostruttura del bacino termale euganeo (Padova)*. GE.A.M., Torino, **79**, 49-55.

Antonelli R., Fabbri P., Iliceto V., Majorana C., Previatello P., Schrefler B.A., Sedea R. (1995) - *The hydrothermal euganean field. A subsidence modelling approach*. World Geothermal Congress 18-31 may Florence, 1263-1268.

Bruno R., Raspa, G. (1993) - *Integration between geostatistical methodologies and G.I.S. environments geo-data: the external drift*. IV Eur. Conf. on G.I.S. March 19 - April 1, Genova, 177-185.

Bruno R., Raspa G. (1994) - *La pratica nella geostatistica lineare. Il trattamento dei dati spaziali*. Guerini Studio, Milano, 172 pp.

Dal Piaz G.V., Antonelli R., Bellucci L., Fabbri P., Iliceto V., Noto p., Panichi C., Sedea R. (1994) - *Relazione finale sulle ricerche nel Bacino Termale Euganeo*. Convenzione di ricerca Università di Padova- Regione del Veneto.

Matheron G. (1973) - *The intrinsic random function an their application*. Advanced in Applied Probability, **5**, 439-468

Piccoli G., Bellati R., Binotti C., Di Lallo E., Sedea R., Dal Prà A., Cataldi R., Gatto G.O., Ghezzi G., Marchetti M., Bulgarelli G., Schiesaro G., Panichi C., Tongiorgi E., Baldi P., Ferrara G.C., Massari F., Medizza F., Iliceto V., Norinelli A., De Vecchi GP., Gregnanin A., Piccirillo E.M., G. Sbettega G. (1976) - *Il sistema idrotermale euganeo-berico e la geologia dei Colli Euganei*. Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, **30**, Padova, pp. 1-266.

Journel A.G., Huijbregts C.J. (1978) - *Mining geostatistics*. Academic Press. New York, 600 pp.

Renard D., Nai-Hsien M. (1988) - *Utilisation des derives externes multiples*. Sc. de la Terre, **28**, Ser. Inf.

**ABSTRACT**

*This paper deals with the Total Dissolved Solids (T.D.S.) distribution in the Euganean hydrothermal field. This area extends on a plain band of about 23 km<sup>2</sup> immediately east of the Euganean Hills (Fig. 1). The area studied is located in the Abano and Montegrotto hydrothermal fields (Veneto region, North Eastern Italy). A geostatistical methodology is used in this article which allows to estimate a variable value in a location without measure. In this paper the method of “external drift” is utilised, it can be applied if the variable is studied with an Intrinsic Random Function of order  $k$  (I.R.F.  $k$ ) approach. In this work T.D.S. is the main variable and temperature is the “external drift”. The results show a better estimation of T.D.S. using the temperature as “external drift” rather than T.D.S. alone. The observation of T.D.S. distribution in the geothermal Euganean field confirms differences between Abano and Montegrotto thermal fluids. A division is shown by an intermediate zone with a low T.D.S. value and by different T.D.S. between Abano and Montegrotto fluids; this situation is not connected to mixing by local fresh waters.*