UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*



LA SORGENTE DI VIA VISANOLA, 2 (C.MARE DI STABIA):

CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE, CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

PROF. ALFONSO CORNIELLO

(Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale – Sezione di Geologia Applicata)

PROF. MARCO GUIDA

(Dipartimento delle Scienze Biologiche – Sezione di Fisiologia e Igiene)

PROF. MARCO TRIFUOGGI

(Dipartimento di Chimica "Paolo Corradini")

marzo 2010

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

PREMESSA

Facendo seguito alla lettera prot. 0003917 del 22/01/2010, inviata a mezzo fax il 22/01/2010 da parte del settore X – Servizio Pubblica Incolumità del Comune di Castellammare di Stabia ed allegata lettera al Prefetto prot. 3389 del 20/01/2010, in cui si comunicava al Prefetto ed alla regione che il comune avrebbe svolto tramite il Dipartimento di Chimica "Paolo Corradini" indagini alla sorgente denominata Visanola, sono stati effettuati i prelievi per le determinazioni analitiche. Trattandosi di sicurezza pubblica e tutela della pubblica e privata incolumità le indagini sono state svolte con assoluta priorità ed hanno riguardato indagini idrogeologiche, chimiche e microbiologiche.

Il prelevamento dei campioni con relativa ispezione è stato effettuato il giorno 29 gennaio 2010 con inizio alle ore 11.00' rispettando le modalità disposte nel *Capo II* del *Decreto del Ministero della Sanità 13 gennaio 1993*.

In assenza di indicazioni relative alla tipologia di acqua, il campionamento è stato effettuato considerando i campioni come di acqua minerale naturale e secondo le prescrizioni contenute nel DM 542/1992, modificate dal decreto del Ministero della sanità del 31/05/2001 e 29/12/2003 e successive modif. e integrazioni.

Il campionamento e le analisi in loco sono stati compiuti dal dott. Marco Trifuoggi del Dipartimento di Chimica "Paolo Corradini" dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, per la parte chimico-fisica (Art. 3).

1. INTRODUZIONE

Al fondo dell'androne del palazzo al civico n. 2 di Via Visanola a Castellammare di Stabia (Fig. 1) si osserva una copiosa venuta d'acqua (Foto 1 e 2). In una stanza vicina, all'interno di un pozzetto, è presente un'altra emergenza, verosimilmente connessa alla precedente manifestazione idrica.

L'attenzione su queste venute d'acqua, da sempre presenti nei locali predetti, si è recentemente focalizzata a causa di dissesti statici che hanno interessato il fabbricato.

Le manifestazioni idriche nel palazzo sono riconducibili alla *sorgente Visanola* ricordata nel volume di CACCIOPPOLI (1995; pag. 253). L'Autore riporta una *nota* del 13/8/1893 nella quale il Sindaco dell'epoca comunicava alla Capitaneria di Porto (su specifica richiesta di questa) che "le sorgive di acqua potabile nel Comune di Castellammare di Stabia, in prossimità del mare, erano la Fontana Grande, *quella che ha origine in uno scantinato del palazzo così detto del Gran Mogollo* e quella che ha origine in un pozzo accanto alla sacrestia della Chiesa di Porto Salvo. La sorgente Visanola corrisponde a quella sotto il palazzo del *Gran Mogollo*; era canalizzata sotto via Brin ed affiorava verso il mare alimentando gli antichi lavatoi pubblici lì presenti. Nella missiva si affermava anche che questa sorgente aveva una portata di circa 10 l/s; di poco inferiore era quella dell'emergenza accanto alla Chiesa, mentre la Fontana Grande erogava circa 900 l/s.

Nel prosieguo verranno trattate le caratteristiche idrogeologiche, chimiche e microbiologiche della sorgente Visanola sulla base di specifiche analisi e di dati reperibili nella letteratura scientifica e delineate possibili vie di intervento.

2. LA SORGENTE ED IL FRONTE SORGIVO DI C. MARE DI STABIA

Il fronte sorgivo di C.mare di Stabia comprende numerose manifestazioni idriche (Fig. 1): verso ovest sono presenti le sorgenti minerali Muraglione (fuori dalla Fig. 1) e quelle delle Antiche Terme (Gruppo *Stabiano* e *Vanacore*); più a nord-est delle Terme sono distribuite molte altre sorgenti che differiscono per portata e, soprattutto, per una progressiva riduzione della temperatura e del grado di mineralizzazione, tanto che la maggiore (Fontana Grande) è destinata ad uso potabile.

I dati salienti delle varie sorgenti sono riportati in Tabella 1.

Oltre alle emergenze sub-aeree, sono state individuate, mediante infrarosso termico, significative perdite a mare sia nella zona di C.mare che lungo il tratto costiero a nord della dorsale di M.te Faito (CELICO & CORNIELLO, 1979); queste *uscite* sono state successivamente meglio quantizzate in circa 9.2 x 10^6 m^3/a in PISCOPO *et alii* (1995).

Tabella 1: Sorgenti di C.mare di Stabia riportate come affiorano, da W (Muraglione) verso nord-est; con l'eccezione delle più esterne (Muraglione e S. Giacomo), le altre sono concentrate su un fronte di alcune centinaia di metri; dati derivati da PISCOPO et alii, (2000), se non diversamente indicato.

Sorgente	*Quota m s.l.m.*	*Portata l/s*	*data*	*note*
Muraglione	1.7	4.5	1-12/1967	ad W del *gruppo Stabiano – media di più misure (fuori dalla Fig. 1)*
gruppo Stabiano	1.7-1.8	52.8	1-12/1998	*media di più misure*
gruppo Vanacore	1.8-2.1	39.9	1-12/1998	*media di più misure*
Acqua Rossa	2.2	1.0	5/1995	
Acetosella	2.2	2.5	5/1995	
Acidula Comunale	2.2	2.0	5/1995	
Acqua della Madonna	0.8	3.0	5/1995	
Visanola	--	10.0	8/1893	*(CACCIOPPOLI, 1995)*
Fontana Grande	2.5	235.0	10/1978	
Ferrata del Molino	2.5	0.5	5/1995	
S. Giacomo	58.0	0.13	5/1989	*AMATO, 2001; CACCIOPPOLI, 1995 (fuori dalla Fig. 1)*

Il *bacino idrogeologico* in cui si forma tutta la risorsa idrica sotterranea di C.mare di Stabia corrisponde ad un vasto settore della *dorsale del M.te Faito* che è parte del più ampio sistema orografico dei Monti Lattari esteso dalle valli dei torrenti Cavaiola e Bonea (che lo separano dai Monti di Salerno) fino alla Penisola Sorrentina.

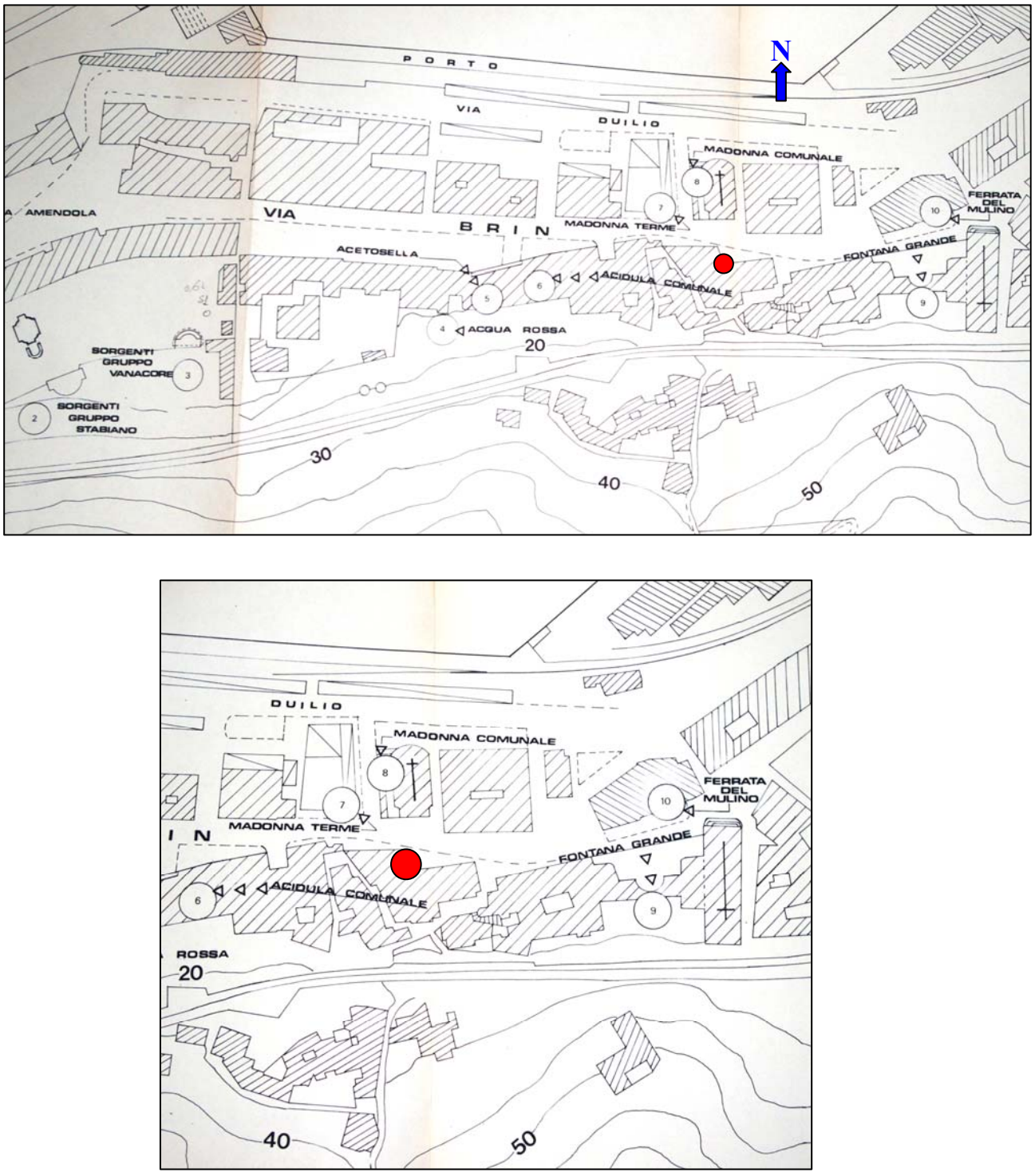


Fig. 1: Sorgenti della zona di C.mare di Stabia; in basso un dettaglio della zona di Visanola; con il cerchio in rosso è riportata l'ubicazione della sorgente omonima (la distanza tra la sorgente Fontana Grande e la sorgente Visanola è di circa 90 metri).

I limiti di tale *bacino* (Fig. 2) (che sono rimasti sostanzialmente invariati nei vari studi che hanno affrontato l'argomento - CELICO, 1978; CELICO & CORNIELLO, 1979; BUDETTA *et alii*, 1994; PISCOPO *et alii*, 1995; GHIARA *et alii*, 1996; PISCOPO *et alii*, 2000; CORNIELLO *et alii*, 2004) seguono importanti lineamenti tettonici che presentano orientazioni prevalenti NW-SE e SW-NE. La principale delimitazione idrogeologica SW-NE, già individuata in CELICO & CORNIELLO (1979), si estende tra Positano e Cava dei Tirreni e lungo tale congiungente si colloca il limite sud-orientale del bacino idrogeologico. Verso nord-est il limite del bacino segue, assai verosimilmente, la faglia C.mare di Stabia – Vettica. Questa, con direzione NW-SE, separa morfologicamente il Faito dal M.te Pendolo ed è da ricondurre ad importanti discontinuità tettoniche anche a carattere trascorrente (CAPOTORTI & TOZZI, 1991) in grado di determinare una netta soluzione di continuità idrogeologica tra i due rilievi. Corroborano tale ipotesi:

- la presenza di uno spartiacque sotterraneo individuato nella zona in base a dettagliati rilievi piezometrici (PISCOPO *et alii*, 2000);
- l'assenza di influenze indotte dai forti prelievi nel campo pozzi di Gragnano (a NE rispetto alla faglia) sul regime ed il chimismo delle sorgenti di C.mare di Stabia (a SW della faglia).

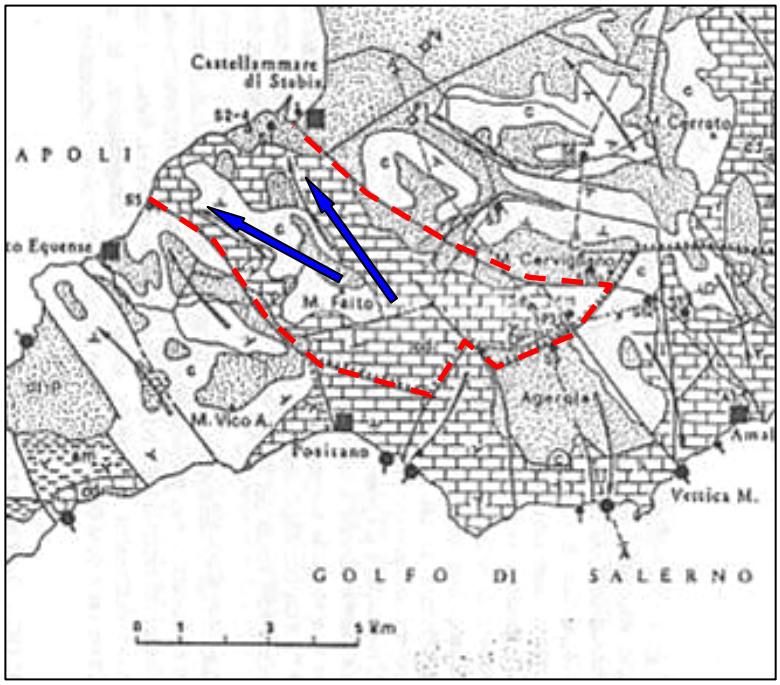


Fig. 2: In rosso è il limite del "bacino idrogeologico" alimentante il fronte sorgivo di C.mare di Stabia (cfr. testo); le frecce indicano direzione e verso di flusso della falda idrica di base.



Foto 1: Venuta d'acqua principale nel palazzo di Via Visanola.

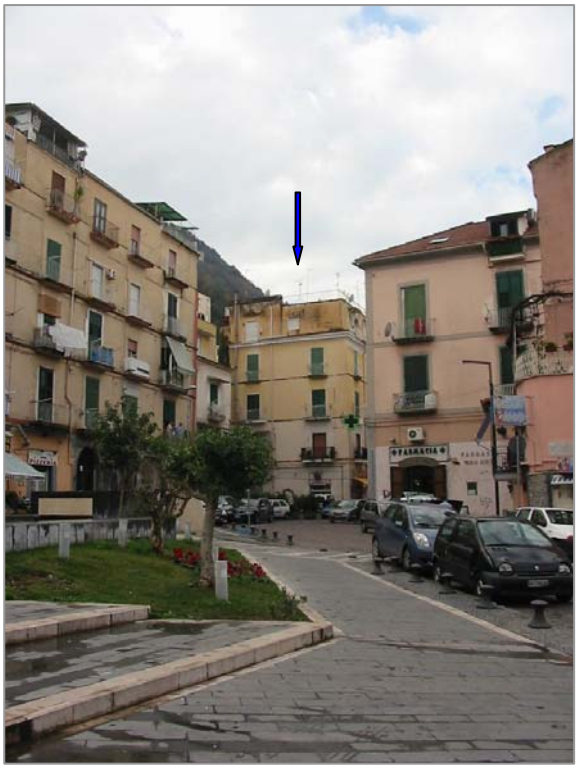


Foto 2: Il palazzo indicato dalla freccia è quello interessato dalla venuta d'acqua; le gradinate in primo piano si riferiscono all'opera di captazione della sorgente Fontana Grande

Verso sud-ovest, infine, il limite del bacino idrogeologico segue la faglia che si estende da Vico Equense a Positano. Con le delimitazioni indicate il bacino idrogeologico del Faito raggiunge un'estensione di 28.9 km^2 ed alimenterebbe non solo il fronte sorgentizio di C.mare di Stabia (Antiche Terme e sorgenti *esterne*), ma anche le sorgenti minerali dello Scrajo (Vico Equense) e tutte le perdite a mare che si verificano lungo la costa compresa tra le località citate.

La dorsale del M.te Faito è costituita in prevalenza da calcari e calcari dolomitici (simbolo in mattonato nella Fig. 2). L'elevata permeabilità di tali terreni e l'assenza, nella maggior parte dei casi, di altre litologie *impermeabili* intercalate ed arealmente continue comportano un'elevata *infiltrazione efficace*: questa, poi, quasi sempre non si fraziona ad alimentare corpi idrici distribuiti a quote diverse ma contribuisce a formare, all'interno del rilievo, una cospicua *falda idrica di base.*

Nella piana di C.mare di Stabia i calcari del M.te Faito risultano ribassati per faglia e ricoperti, nella zona delle sorgenti Visanola/Fontana Grande, da una decina di metri di materiali depositi alluvionali/marini e piroclastici più recenti (sezione A-A' in Fig. 3).

Spostandosi verso la zona delle Antiche Terme il substrato calcareo si ritrova a maggiore profondità rispetto al p.c. (circa 50 metri) rivelando un'articolazione morfologica che forse deriva dall'influenza di faglie, sub-ortogonali alla prima, presenti tra le due zone considerate.

Con la situazione stratigrafica indicata si può delineare il seguente assetto idrogeologico. La *falda idrica di base* accolta nei calcari del M.te Faito trova un ostacolo al suo deflusso verso il mare, prima, nella fascia di *disturbo tettonico* a ridosso della faglia che, al piede del versante, ha provocato il ribassamento verso nord dei calcari e quindi nei materiali (piroclastici e/o alluvionali e di scarsa permeabilità complessiva) sovrapposti al substrato calcareo (Fig. 3).

Si determina così una *soglia di permeabilità*, non perfettamente stagna, che porta le acque di falda in parte ad affiorare alle sorgenti ed in parte a continuare il deflusso a mare travasando dai calcari nei depositi che concorrono a formare la soglia e da questi al mare.

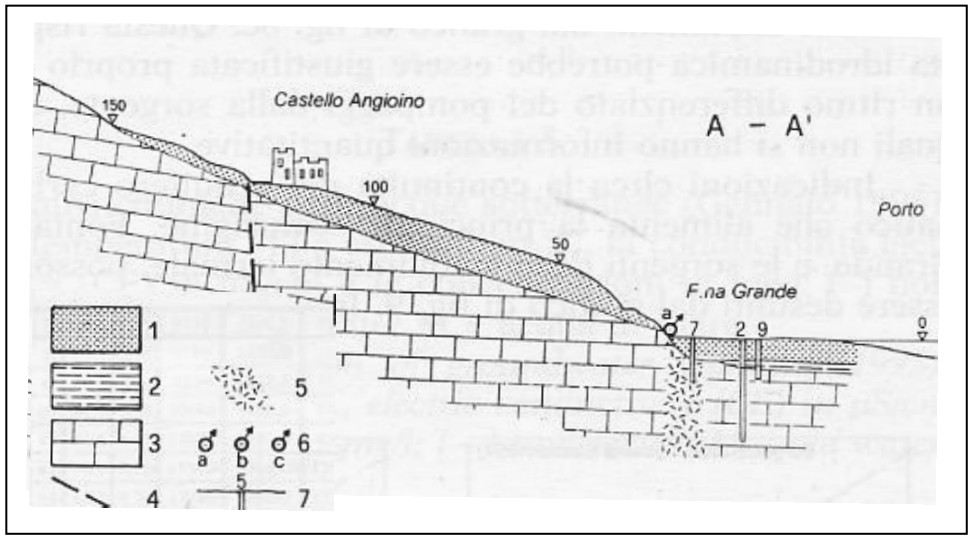


Fig. 3: Fronte sorgivo di C.mare di Stabia: sezione geologica schematica orientata N-S (da PISCOPO et alii, 2000 mod.).

1) Depositi ghiaioso-sabbioso-limosi (permeabilità media)
2) Depositi limoso-sabbiosi (permeabilità bassa)
3) Calcari (permeabilità alta)
4) Fratture presunte
5) Faglia marginale
6) Sorgenti
7) Perforazione e numero relativo

Dell'intero fronte sorgivo la sorgente Fontana Grande è quella con la portata più elevata (Tabella 1). *La sorgente Visanola, che viene a giorno ad una quota topografica del tutto confrontabile con quella di Fontana Grande, a poca distanza da quest'ultima (vedi Fig. 1) e con un profilo chimico del tutto simile (cfr. § successivo), è da considerare un "ramo" secondario dell'emergenza di Fontana Grande.*

Nel contesto delineato anche l'Acqua della Madonna (un po' più a nord delle sorgenti sopra citate) è da ritenere connessa allo stesso corpo idrico che alimenta Visanola e Fontana Grande (cfr. § 6).

3. ANALISI CHIMICHE

Il giorno 29/01/2010 sono stati prelevati 2 campioni d'acqua, uno alla Sorgente Visanola e l'altro a Fontana Grande.

I campioni sono stati successivamente analizzati presso il laboratorio ACE-*Analytical Chemistry for the Environment* del Dipartimento di Chimica "Paolo Corradini"; i risultati relativi alla caratterizzazione completa del campione d'acqua della Sorgente Visanola sono riportati nelle Tabelle in APPENDICE; qui di seguito, nella Tabella 2, sono invece riassunti i risultati chimici salienti dei due punti d'acqua.

Sul campione (varie aliquote per complessivi 19 litri circa) prelevato presso la sorgente sita in Via Visanola, 2 è stata effettuata una caratterizzazione chimico fisica completa, attinente ai macrodescrittori, alle componenti caratterizzanti, agli elementi presenti in tracce, come pure alle sostanze inquinanti e indesiderabili. Sono state prese in considerazione le componenti sia relative alle acque minerali naturali, sia alle acque potabili, sia alle acque di falda. Il riassunto dei dati, mostrati a confronto con i limiti di legge per ciascuna categoria (minerale, potabile, *etc.*) è riportato nelle tabelle di Appendice.

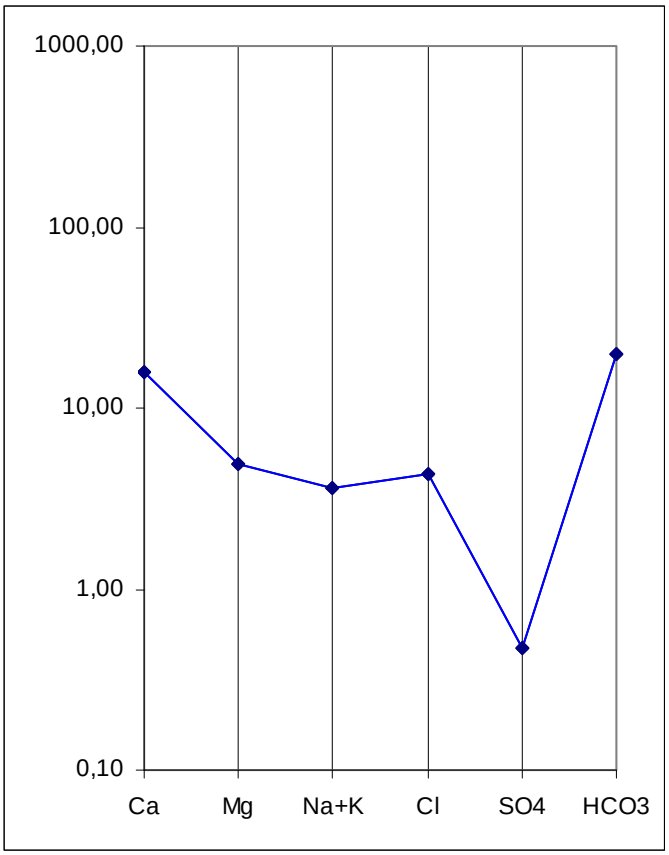
Le analisi, non hanno evidenziato presenza di particolari inquinanti derivanti da contaminazione ambientale o antropica.

Tracce di diclorometano sono compatibili con un pregresso trattamento disinfettante di clorazione.

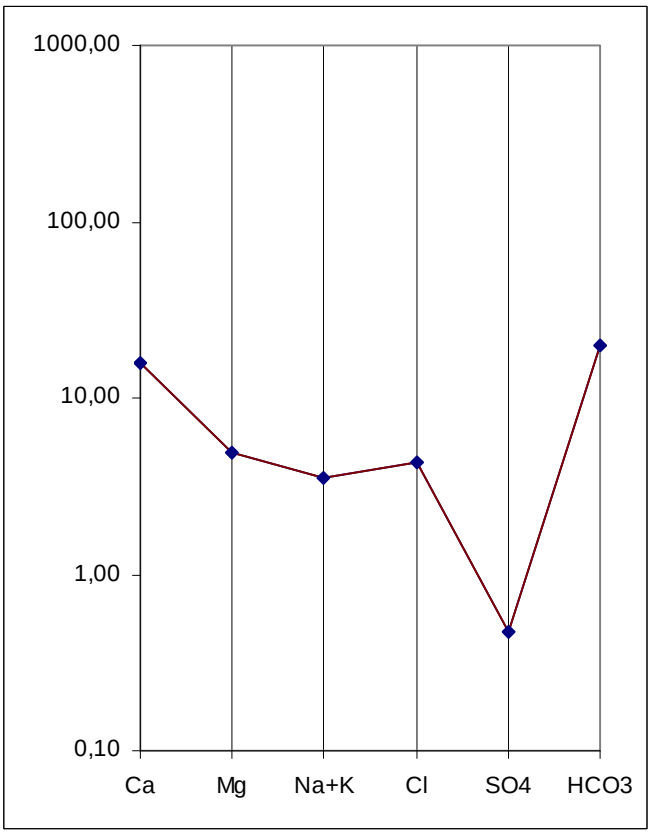
Tabella 2: Parametri chimici salienti delle acque Visanola e Fontana Grande (i dati completi sono riportati in APPENDICE).

parametro	U.M.	Visanola	Fontana Grande
Conducibilità elettrica specifica a 20°C	***µS/cm***	1890	1890
CO_2 libera	***mg/L***	650	740
Residuo fisso a 180°C	***mg/L***	1353	1360
Silice	***mg/L***	24,4	24,7
Ioni bicarbonato	***mg/L***	1220	1220
Ioni cloruro	***mg/L***	154	155
Ioni solfato	***mg/L***	22,7	22,9
Ioni sodio	***mg/L***	74,5	75
Ioni potassio	***mg/L***	12	12,4
Ioni calcio	***mg/L***	321	321
Ioni magnesio	***mg/L***	60,2	60,2
Ioni nitrato	***mg/L***	16,5	16,7
Durezza totale	***°F***	104,9	104,9

Come si osserva dal confronto dei dati, ma ancor più da quello dei grafici di Fig. 4, le due acque sono del tutto simili e ciò corrobora l'ipotesi idrogeologica di due emergenze (di diversa portata) di uno stesso corpo idrico.



Fontana Grande



Visanola

Fig. 4: Grafici di Schoeller-Berkaloff delle acque di Fontana Grande (in alto) e Visanola (in basso);(dati da Tabella 2 ed APPENDICE). In ordinata i valori sono in meq/l.

4. ANALISI MICROBIOLOGICHE

Un campione (in due aliquote da 1 litro ciascuna) è stato prelevato presso la sorgente sita in Via Visanola 2, Castellammare di Stabia (Na) in data 15 dicembre 2009 ed analizzato presso il laboratorio della *Sezione di Igiene e Microbiologia Ambientale* del Dipartimento delle Scienze Biologiche.

Le analisi, condotte secondo il D.M.S 13/01/93, hanno evidenziato la presenza di coliformi totali, fecali e di streptococchi fecali. Potenziali patogeni quali *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* sono risultati assenti. I risultati completi sono riportati in Tabella 3 immaginando che questa acqua possa essere considerata come minerale come alcune fonti della zona.

Dai pochi dati in possesso e, ovviamente in attesa di poter ripetere con maggiore frequenza le determinazioni, si può concludere che la falda risulta non adeguatamente protetta, vista l'abbondanza di coliformi totali, indicatori di contaminazione di origine ambientale. E' possibile ipotizzare, comunque, la presenza di una fonte di contaminazione di tipo fecale, come dimostrato dalla contemporanea presenza sia di coliformi fecali che di streptococchi fecali, questi ultimi maggiormente persistenti nell'ambiente. Risultano assenti le spore dei clostridi solfito-riduttori la cui presenza è indice di contaminazione fecale di lungo periodo.

Tabella 3: Risultati delle analisi microbiologiche sulla sorgente "Visanola". I parametri contrassegnati da § risultano non conformi al D.M. 542/92; ma utilizzabili secondo la tabella 1/A del Dlgs. 152/06 allegato due alla parte terza.

PARAMETRO	RISULTATO	U.M.	Limiti D.M. 542/92	Limiti D. Lgs. 152/06 cat.A2	Metodo riferimento
Carica batterica totale a 37°C	4	UFC/ml	-	-	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Carica batterica totale a 22°C	25	UFC/ml	-	-	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Streptococchi fecali	4§	UFC/250 ml	Assenza/250 ml	2.000/100 ml	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Coliformi totali	51§	UFC/250 ml	Assenza/250 ml	5.000/100 ml	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Coliformi fecali	8§	UFC/250 ml	Assenza/250 ml	2.000/ 100 ml	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Staphylococcus aureus	Assenza	UFC/250 ml	Assenza/250 ml	-	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Pseudomonas aeruginosa	Assenza	UFC/250 ml	Assenza/250 ml	-	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93
Clostridi solfito riduttori	Assenza	UFC/50 ml	Assenza/250 ml	-	D.M.S. 13/01/93 G.U. n°14 19/1/93

Con questa qualità microbiologica, le acque analizzate potrebbero essere considerate come acque destinate alla produzione di acqua potabile tenendo presente l'art. 80 del D. Lgs. 152/06 anche con un trattamento relativamente blando (Categoria A2 Trattamento fisico e chimico normale e disinfezione) come la clorazione e/o l'utilizzo di raggi UV. L'esposizione della falda potrebbe essere originata dalla scarsa profondità della stessa che la rende vulnerabile alle contaminazioni ambientali, comprese quelle di origine fecale che possono derivare dall'uso di concimi organici in ambito agricolo e/o da infiltrazioni di acque nere da condotti fognari/pozzi neri e/o da scarichi volontari ed involontari di acque derivanti da attività antropiche.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le venute d'acqua nel palazzo di Via Visanola n. 2 sono da identificare con la sorgente Visanola (§ 1).

I dati idrogeologici (§ 2) e chimici (§ 3) consentono di ritenere che tale sorgente:

a) è un *ramo* secondario dell'emergenza idrica principale rappresentato da Fontana Grande;
b) sia la sorgente Visanola che Fontana Grande sono alimentate dalla *falda idrica di base* del M.te Faito;
c) entrambe sono classificabili come sorgenti per *soglia di permeabilità sovrimposta* in quanto derivano dal tamponamento dell'acquifero calcareo di M.te Faito operato dai depositi detritico-alluvionali e piroclastici della piana di C. mare di Stabia (Fig. 3);
d) la stessa falda alimenta anche l'Acqua della Madonna; infatti il grafico di Fig. 5 mostra che il profilo chimico di quest'ultima è sub-parallelo a quello di Fontana Grande;
e) la sorgente Visanola presenta una contenuta contaminazione microbiologica (§ 4).

Di particolare rilievo nelle analisi di Fontana Grande e Visanola è la presenza di importanti quantità di CO_2 libera, superiori a quelle che di norma si registrano nelle acque di falda. Tali valori sono tuttavia del tutto spiegabili considerando che tutto il fronte sorgivo di C.mare di Stabia è interessato da apporti gassosi profondi responsabili della mineralizzazione, spesso assai elevata (cfr. le acque delle Antiche Terme), che lo caratterizza. A tale ricchezza in CO_2, e quindi alla conseguente aggressività dell'acqua verso la roccia carbonatica dell'acquifero, si devono i valori significativi della conducibilità e della durezza (Tabella 3).

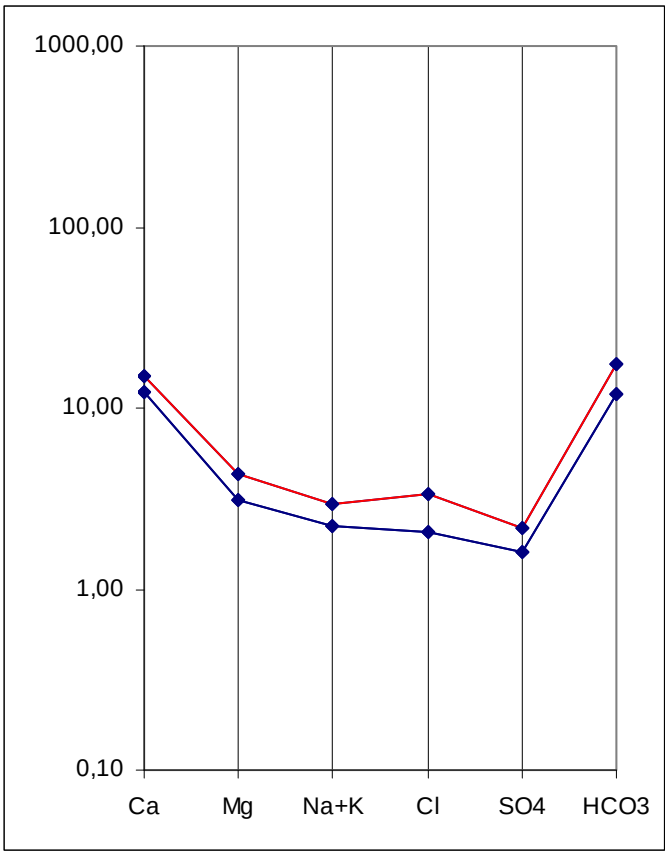


Fig. 5: Grafico idrochimico di Schoeller - Berkaloff di Fontana Grande (in basso) e dell' Acqua della Madonna (entrambe le analisi sono del gennaio 1995 - da PISCOPO et alii, 2000). In ordinata i valori sono in meq/l.

Alla luce di quanto premesso, e tenuto conto anche dei problemi di dissesto che interessano il fabbricato di Via Visanola, si propongono le considerazioni seguenti.

a) le acque della sorgente Visanola sono difficilmente eliminabili per il contesto fortemente antropizzato in cui vengono a giorno ed in quanto connesse ad una circolazione idrica sotterranea importante e ben alimentata;
b) può risultare più utile un'efficace captazione delle acque sorgive all'interno del fabbricato (la tipologia di captazione andrà valutata sulla scorta degli accertamenti e delle indagini in atto) ed il loro allontanamento con tubazioni di opportuno diametro;
c) la portata della sorgente Visanola è attualmente valutata in alcune decine di l/s; se questo dato fosse confermato da ulteriori (ed *indispensabili*) misure si potrebbe pensare ad un utilizzo delle acque, non escluso quello potabile; è infatti vero che esse presentano una contaminazione microbiologica (§ 4), ma la sua entità è tale da poter essere efficacemente contrastata. Ove ci si indirizzasse ad un uso potabile sarebbe altresì necessaria una bonifica nella fascia di territorio esteso dal fabbricato verso la pendice del M.te Faito volta

ad eliminare possibili sorgenti di contaminazione (perdite da fognature - una fognatura passa proprio a tergo del fabbricato - e/o da pozzi neri etc.);

d) ferma restando la necessità dell'opera indicata al punto b), un'eventuale captazione potrebbe essere condotta mediante uno o più pozzi attestati alle spalle del fabbricato sul versante del M.te Faito; questa opera intercetterebbe la falda che alimenta la Visanola e ridurrebbe (nei periodi di funzionamento del pozzo) la portata captata all'interno del fabbricato.

Si sottolinea infine che le acque della sorgente Fontana Grande (che, si ricorda, sono chimicamente del tutto sovrapponibili a quelle della Visanola) risultano più mineralizzate rispetto al passato. Nel grafico di Fig. 6 sono riportati i profili chimici di Fontana Grande relativi ad analisi del dicembre/1998 (REGIONE CAMPANIA, 2002) e del gennaio 2010 (da Tabella 2): si può osservare che il profilo realizzato con i dati più recenti conserva la stessa forma dell'altro ma appare traslato verso l'alto.

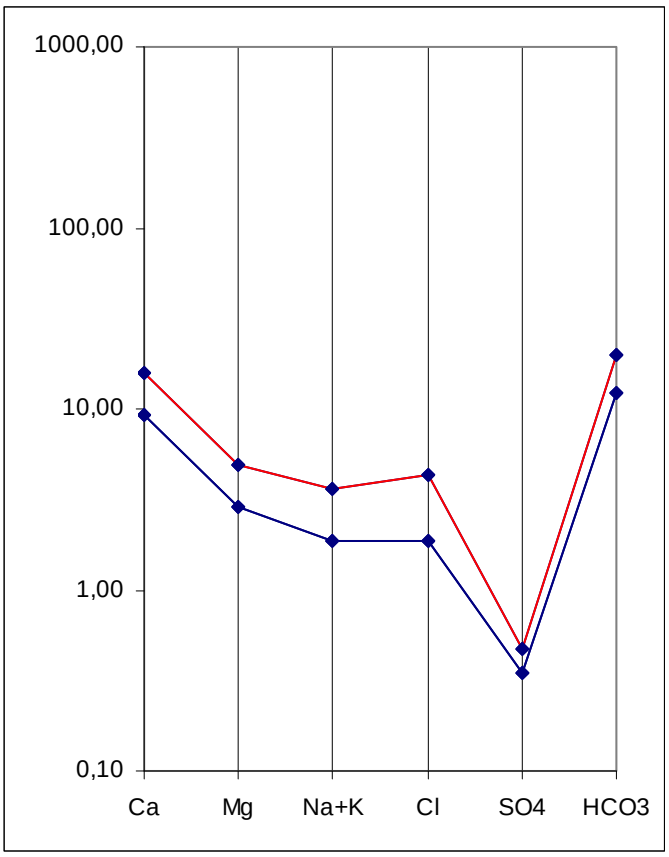


Fig. 6*: Grafico di Schoeller-Berkaloff delle acque di Fontana Grande relative al dicembre 1998 (in basso) ed al gennaio 2010 (cfr. testo). In ordinata i valori sono in meq/l.*

Tale situazione può essere spiegata ipotizzando una maggiore aggressività verso l'acquifero carbonatico per aumento dell'apporto profondo in CO_2: ed infatti la CO_2 libera è passata da 114 mg/l del gennaio 1995 (PISCOPO *et alii*, 2000) a 740 mg/l attuali (Tabella 2). Variazioni del contenuto in gas sono state osservate in passato anche per le acque delle Antiche Terme (nella fattispecie H_2S) (UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA, 2006) e ricondotte a fenomeni naturali; è comunque evidente la necessità di un monitoraggio fisico-chimico delle acque sorgive ripetuto nel tempo.

Sarebbe infine utile valutare la risposta della Visanola ad *input* esterni (esempio pompaggio da Fontana Grande o da fonti minerali vicine) e/o eventuali interazioni (al momento non evidenziate) con acque distribuite da acquedotti.

Bibliografia citata

BUDETTA P., CELICO P., CORNIELLO A., DE RISO R., DUCCI D., NICOTERA P. (1994) – *Carta idrogeologica della Campania 1/200.000 e relativa memoria illustrativa*. Atti IV Geoengineering International Congress: Soil and Groundwater Protection, 2, Geda, Torino.

CACCIOPPOLI B.A. (1995) – *Terme ed acque minerali dai Romani ai nostri giorni. Le strutture termali di Castellammare di Stabia*. Eidos.

CAPOTORTI F., TOZZI M. (1991) – *Tettonica trascorrente nella Penisola Sorrentina* . Mem Soc. Geol. It., 47, Roma.

CELICO P. (1978) – *Schema idrogeologico dell'appennino carbonatico centro-meridionale*. Mem. e Note dell'Istituto di Geologia Applicata di Napoli, 14.

CELICO P., CORNIELLO A. (1979) – *Idrodinamica, potenzialità e possibilità di sfruttamento delle risorse idriche sotterranee dei M.ti Lattari (Campania)* – Mem. e note Ist. Geol. Appl. Univ. Napoli, 5, pagg. 1-24.

CORNIELLO A., DUCCI D., MONTI G.M. (2004) – *Aquifer pollution vulnerability in the Sorrento Peninsula, southern Italy, evaluated by SINTACS method.* Geofisica Internacional, vol. 43, n. 4 pp. 575-581.

GHIARA M.R., PISCOPO V., CASTALDO C., FUSCO C., LAMBERTI A., RAGONE V. (1996) – *Idrodinamica dell'acquifero carbonatico dei Monti Lattari (Campania) alla luce di nuovi dati strutturali, idrogeologici e idrogeochimici* – Atti V Conv. Naz. Giov. Ric. In Geol. Appl., Cagliari.

PISCOPO V., ALLOCCA V., BRUSA G., CESARIO M., MONETTI V., PIANESE L. (1999) - *Il fronte sorgivo di Castellammare di Stabia (Napoli): variazioni del grado di mineralizzazione delle acque sotterranee quali conseguenza dell'eterogeneità di un acquifero carbonatico.* Boll. Soc. Geologica Italiana Vol. 119.

PISCOPO V., FUSCO C., LAMBERTI A. (1995) – *Idrogeologia dei Monti Lattari (Campania).* Quaderni di Geologia Applicata, 2.

REGIONE CAMPANIA (2002) – *Salvaguardia delle risorse idrominerali dell'area stabiese (Provincia di Napoli).* Assessorato Ind. Art., Settore Cave e Torbiere, Acque Minerali e Termali. Relazione inedita

UNIVERSITÀ DELLA TUSCIA (2006) – *Convenzione di ricerca tra il Dip. di Ecologia e Sviluppo economico sostenibile e Terme di Stabia SpA: Relazione idrogeologica ed idrogeochimica sulle sorgenti dello Stabilimento delle Antiche Terme*. Relazione inedita.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

Appendice

Risultati delle analisi chimico fisiche

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

INDAGINI CHIMICHE E CHIMICO-FISICHE CONDOTTE SULLE ACQUE DELLA SORGENTE DENOMINATA ***VISANOLA***, SITA NEL COMUNE DI *"Castellammare di Stabia"* (NA)

Relazione finale del prof. Marco Trifuoggi

Napoli, 1 Marzo 2010

1- *PREMESSA*

Il prelevamento dei campioni è stato effettuato il giorno 29 gennaio 2010 con inizio alle ore 11.00' rispettando le modalità disposte nel *Capo II* del *Decreto del Ministero della Sanità 13 gennaio 1993*. Il campionamento e le analisi in loco sono stati compiuti dal dott. Marco Trifuoggi del Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, per la parte chimico-fisica (Art.3).

Il campione di acqua prelevato sarà identificato come segue:

"Sorgente Visanola"

Essendo intervenuto, nel frattempo il Decreto del Ministero della Salute 29 dicembre 2003 (e succ. modif. o integr.; *errata corrige* pubblicata il 23/01/2004), i parametri determinati per la valutazione delle caratteristiche dell'acqua sono quelli indicati all'*Art.5* del *Decreto del Ministero della Sanità 12 novembre 1992 n. 542* così come modificato dal citato decreto.

La ricerca quali-quantitativa di sostanze contaminanti o indesiderabili è stata rivolta ai parametri riportati all'*Art.6* dello stesso *Decreto Ministeriale*, come successivamente modificato dal *Decreto del Ministero della Sanità 29 dicembre 2003* (e successive modificazioni o integrazioni). Le indagini chimico-fisiche sono state eseguite secondo i metodi di misura elencati all'Art.2 del Decreto del Ministero della Sanità del 13 gennaio 1993; sono inoltre stati ricercati anche gli analiti e i contaminanti relativi alle acque potabile e relativi alle acque di falda.

Il Dipartimento di Chimica dell'Università degli Studi di Napoli Federico II (già Istituto Chimico della Regia Università di Napoli) è autorizzato ad effettuare analisi chimico-fisiche ufficiali sulle acque minerali secondo quanto stabilito dal D.C.G. n°1858 del 7 novembre 1939, e confermato all'art.4, comma 2, del *Decreto del Ministero della Sanità 29 dicembre 2003*.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

Acqua: **"Sorgente Visanola"**
località "Castellammare di Stabia" (NA), Via Visanola, 2.

Verbale di prelevamento: Dipartimento di Chimica

Giorno: **29 gennaio 2010** ore: 11.00' a.m.

Campioni consegnati al laboratorio: 29 gennaio 2010, alle ore 15.00'.
Inizio analisi: 29 gennaio 2010
Termine analisi 18 febbraio 2010

Parametri determinati alla sorgente:

Temperatura:		
Aria	12,0	
Acqua	12,5	
pH a 12,5 °C	6,27	
Anidride carbonica libera	CO_2, mg/l	650

Caratteri generali

Colore:	.....	Incolore
Aspetto:	.....	Limpido
Sedimento:	.....	Non rilevabile
Odore:	.....	Inodore
Sapore:	.....	Acidulo

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

Acqua **"Sorgente Visanola"**

Indagini eseguite in laboratorio:

Tab. 1

PARAMETRO	**RISULTATI ANALISI**	**UNITA' DI MISURA**	**LMA ACQUE SOTTERRANEE** D.Lgs. 152/06 Parte IV - All.5 Tab 2	**Valori di riferimento** ACQUE POTABILI D.Lgs. 31/2001 e ss.mod e.ii	**LMA** ACQUE MINERALI **Art. 5 D.M. 12/11/1992 n. 542 come modificato dal D.M. 29/12/2003** e ss.mod e.ii
Temperatura alla sorgente	**12,5**	°C	-	-	-
pH alla temperatura dell'acqua alla sorgente	**6,27**		-	6.5-9.5	-
Conducibilità elettrica specifica a 20°C	**1890**	μS/cm	-	2500	-
Residuo fisso a 180°C	**1353**	mg/l	-	1500	-
Ossidabilità al permanganato (O_2 consumato)	**< 2**	mg/l O_2	-	5,0	-
Anidride carbonica libera alla sorgente	**650**	mg/l	-	-	-
Silice	**24,4**	mg/l	-	-	-
Ioni bicarbonato	**1220**	mg/l	-	-	-
Ioni cloruro	**154**	mg/l	-	250	-
Ioni solfato	**22,7**	mg/l	250	250	-
Ioni sodio	**75**	mg/l	-	200	-
Ioni potassio	**12,0**	mg/l	-	-	-
Ioni calcio	**321**	mg/l	-	-	-
Ioni magnesio	**60,2**	mg/l	-	-	-
Ioni ferro	**< 0,02**	mg/l	0,2	0,2	-
Ioni ammonio	**< 0,02**	mg/l	-	0,50	-
Fosforo totale	**< 0,1**	mg/l	-	-	-
Ioni bisolfuro (grado solfidrometrico)	**< 0,5**	mg/l	-	-	-
Ioni stronzio	**1,13**	mg/l	-	-	-
Ioni litio	**< 0,1**	mg/l	-	-	-
Ioni alluminio	**< 0,02**	mg/l	0,2	0,2	-
Ioni bromuro	**< 0,2**	mg/l	-	-	-
Ioni ioduro	**< 1**	mg/l	-	-	-
Durezza totale	**104,9**	°Fr	-	15-50	-

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

Acqua: **"Sorgente Visanola"**

Tab.2

PARAMETRO	**UNITA DI MISURA**	**RISULTATI ANALISI**	**LMA** **ACQUE SOTTERRANEE** D.Lgs. 152/06 Parte IV - All.5 Tab 2	**Valori di riferimento** ACQUE POTABILI D.Lgs. 31/2001 e ss.mod e.ii	**LMA** ACQUE MINERALI **Art. 5 D.M. 12/11/1992 n. 542 come modificato dal D.M 29/12/2003 e All1** e ss.mod e.ii	**LMRM**
Ione antimonio	**mg/l**	**< 0,0012**	0,0050	0,0050	0,0050	0,0012
Arsenico	**mg/l**	**0,002**	0,010	0,010	0,010 (calcolato come As totale)	0,001 (calcolato come As totale)
Bario	**mg/l**	**< 0,25**	-	-	1,0	0,25
Boro	**mg/l**	**< 0,1**	1,0	1,0	5,0	0,5
Cadmio	**mg/l**	**< 0,0003**	0,0050	0,0050	0,003	0,0003
Cromo	**mg/l**	**< 0,001**	0,050	0,050	0,050	0,005
Rame	**mg/l**	**< 0,1**	1,0	1,0	1,0	0,1
Cianuro	**mg/l**	**< 0,001**	0,050	0,050	0,010	0,001
Fluoruri	**mg/l**	**1,9**	1,5	1,5	5,0 (1,5 mg/l per acque destinate all'infanzia)	0,5 0,15 (acque destinate all'infanzia)
Piombo	**mg/l**	**< 0,001**	0,010	0,010	0,010	0,001
Manganese	**mg/l**	**< 0,05**	0,050	0,050	0,50	0,05
Mercurio	**mg/l**	**< 0,0002**	0,0010	0,0010	0,0010	0,0002
Nichel	**mg/l**	**0,006**	0,020	0,020	0,020	0,002
Nitrati (NO_3^-)	**mg/l**	**16,5**	-	50	45 (10 per acque destinate all'infanzia)	4,5 (1 per acque destinate all'infanzia)
Nitriti (NO_2^-)	**mg/l**	**< 0,002**	0,50	0,50	0,02	0,002
Selenio	**mg/l**	**0,001**	0,010	0,010	0,010	0,001

Legenda della tabella:

LMA limite massimo ammissibile, secondo il DM 29/12/2003 e successive modificazioni o integrazioni e secondo il D.LGS. 152/2006 e successive modificazioni o integrazioni.

* Nel caso in cui il valore del risultato è minore del limite di applicabilità del metodo impiegato ovvero del limite minimo di rivelabilità previsto dalla normativa vigente (D.M. 29/12/2003 e *ss. mod. e ii.*), il risultato viene riportato come **< A** , dove **A** costituisce il valore minimo quantificabile.

SMEWW "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", APHA – AWWA, 20th Ed. Washington 1998.

LMRM limite minimo di rilevabilità del metodo. Le caratteristiche di prestazione (esattezza, precisione, limite di rivelabilità) delle metodiche utilizzate soddisfano quanto indicato per singolo analita all'allegato 1 del D.M. 29/12/2003 e *ss. mod. e ii.*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

Fonte "Sorgente Visanola"

Tab 3 (Pag. 1 di 3)

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	RISULTATI ANALISI	LMA ACQUE SOTTERRANEE D.Lgs. 152/06 Parte IV - All.5 Tab 2	Valori di riferimento ACQUE POTABILI D.Lgs. 31/2001 e ss.mod e.ii	LMRR Limiti minimi di rendimento richiesti ai metodi analitici ACQUE MINERALI	LMRM Limiti minimi di rendimento del metodo d'analisi utilizzato (µg/l)
Agenti tensioattivi	**µg/l**	**n.r.**	-	-	50 (come LAS)	10
Oli minerali - Idrocarburi disciolti o emulsionati	**µg/l**	**n.r.**	0,1	-	10	5
Benzene	**µg/l**	**n.r.**	1,0	1,0	0,5	0,5
Idrocarburi policiclici aromatici						
Benzo (a) pirene	**µg/l**	**n.r.**	0,01	0,010	0,003	0,002
Benzo (b) fluorantene	**µg/l**	**n.r.**	0,1	0,10	0,006	0,002
Benzo (k) fluorantene	**µg/l**	**n.r.**	0,05	0,10	0,006	0,002
Benzo (ghi) perilene	**µg/l**	**n.r.**	0,01	0,10	0,006	0,002
Dibenzo (a.h) antracene	**µg/l**	**n.r.**	0,01	0,10	0,006	0,002
Indeno (1,2,3-cd) pirene	**µg/l**	**n.r.**	0,1	0,10	0,006	0,002
Altri	**µg/l**	**n.r.**	-	-	0,006	0,006
Antiparassitari (singolo composto)	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05 singolo composto	-
Insetticidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Erbicidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Fungicidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Nematocidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Acaricidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Alghicidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Rodenticidi organici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Prodotti connessi ed i pertinenti metabolici	**µg/l**	**n.r.**	-	0,10	0,05	0,05
Prodotti di degradazione e di reazione	**µg/l**	**n.r.**	-	-	0,05	0,05
Aldrin, dieldrin, eptacloro, eptacloro epossido (singoli composti)	**µg/l**	**n.r**	-		0,01 singolo composto	
Aldrin	**µg/l**	**n.r.**	0,03	-	0,01	0,004
Dieldrin	**µg/l**	**n.r.**	0,03	-	0,01	0,004
Eptacloro	**µg/l**	**n.r.**	-	-	0,01	0,004
Eptacloro epossido	**µg/l**	**n.r.**	-	-	0,01	0,004

Tab 3 (Pag. 2 di 3)

PARAMETRO	**UNITA' DI MISURA**	**RISULTATI ANALISI**	**LMA** ACQUE SOTTER_ RANEE D.Lgs. 152/06 Parte IV - All.5 Tab 2	**Valori di riferimento** ACQUE POTABILI D.Lgs. 31/2001	**LMRR** **Limiti minimi di rendimento richiesti ai metodi analitici** ACQUE MINERALI	**LMRM** Limiti minimi di rendimento del metodo d'analisi utilizzato **(µg/l)**
Policlorobifenili (per singolo congenere)	**µg/l**	**n.r.**	0,01	-	0,05 singolo congenere	0,05
Composti organoalogenati che non rientrano nelle voci 5 e 6 (singolo composto)	**µg/l**	**n.r**	10	-	0,5 singolo composto	0.01
Trialometani Totali	**µg/l**	**0,2**	-	30	0,5	0,05
Cloroformio	**µg/l**	**0,2**	1,5	30	0,5	0,05
Clorodibromometano	**µg/l**	**n.r.**	0,13	30	0,5	0,05
Diclorobromometano	**µg/l**	**n.r.**	0,17	30	0,5	0,05
Bromoformio	**µg/l**	**n.r.**	0,15	30	0,5	0,05
Cloruro di vinile	**µg/l**	**n.r**	0,5	0,5	0,1	0,1
Tricloroetilene	**µg/l**	**n.r.**	1,5	10	0,1	0,05
Tetracloroetilene	**µg/l**	**n.r.**	1,1	10	0,1	0,05
1-2 dicloroetano	**µg/l**	**n.r.**	3	3	0,1	0,1
2-2 dicloropropano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Diclorodifluorometano	**µg/l**	**0,2**	-	10	0,1	0,1
Cloroetano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Bromometano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Triclorofluorometano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
1,1 dicloroetene	**µg/l**	**n.r**	0,05	10	0,1	0,1
Cloruro di metilene	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Trans 1-2 dicloroetene	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
1-1 dicloroetano	**µg/l**	**n.r.**	810	10	0,1	0,1
2-2 dicloropropano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Cis- 1,2-dicloroetene	**µg/l**	**0,2**	-	10	0,1	0,1
Bromoclorometano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
1,1,2 Tricloroetano	**µg/l**	**n.r.**	0,2	10	0,1	0,1
1,1 dicloropropene	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Tetracloruro di carbonio	**µg/l**	**n.r**	-	10	0,1	0,1
1,2 dicloropropano	**µg/l**	**n.r.**	0,15	10	0,1	0,1
Trans 1-3 dicloropropene	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
Cis 1-3 dicloropropene	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI *FEDERICO II*
DIPARTIMENTO DI CHIMICA "PAOLO CORRADINI"
Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo
Via Cinthia - 80126 Napoli

Tab 3 (Pag. 3 di 3)

PARAMETRO	**UNITA' DI MISURA**	**RISULTATI ANALISI**	**LMA** ACQUE SOTTER_ RANEE D.Lgs. 152/06 Parte IV - All.5 Tab 2	**Valori di riferimento** ACQUE POTABILI D.Lgs. 31/2001	**LMRR** **Limiti minimi di rendimento richiesti ai metodi analitici** ACQUE MINERALI	**LMRM** Limiti minimi di rendimento del metodo d'analisi utilizzato **(µg/l)**
1,1,2-Tricloroetano	**µg/l**	**n.r.**	0,2	10	0,1	0,1
1,3-dicloropropano	**µg/l**	**0,2**	-	10	0,1	0,1
1,2-dibromoetano	**µg/l**	**n.r.**	0,001	10	0,1	0,1
1,1,1,2-tetracloroetano	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1
1,1,2,2-tetracloroetano	**µg/l**	**n.r.**	0,05	10	0,1	0,1
1,2,3 tricloropropano	**µg/l**	**n.r**	0,001	10	0,1	0,1
1,2-dibromo-3-cloropropano	**µg/l**	**n.r.**	1,5	10	0,1	0,1
Esaclorobutadiene	**µg/l**	**n.r.**	0,15	10	0,1	0,1
altri	**µg/l**	**n.r.**	-	10	0,1	0,1

Legenda della tabella:

LMRR Limiti minimi di rendimento richiesti ai metodi analitici.
LMRM limite minimo di rilevabilità del metodo.
n.r. non rilevabile.

Acqua "Sorgente Visanola"

1 marzo 2010

IL CHIMICO ANALISTA — IL DIRETTORE



(Prof. Marco Trifuoggi) — (Prof. Claudio De Rosa)