

**COMUNE DI BUGNARA**  
**PROVINCIA DELL'AQUILA**  
**REGIONE ABRUZZO**

**PERMESSO DI RICERCA "BUGNARA"**  
**PER ACQUA MINERALE**

**RELAZIONE IDROLOGICA, IDROGEOLOGICA, GEOCHIMICA**

**L. R. n° 15 del 10/07/2002 art. 20 lettera c)**

*Tecnica incaricata: ing. Silvia Maria Cina*

*Committente : Dott. Luca Tulliani per la Società AraKin s.r.l.*

*Cuneo 21/02/2009*

## PREMESSA

La presente relazione è stata scritta in ottemperanza all'art. 20 della Legge Regionale 10 luglio 2002, n° 15 "Disciplina delle acque minerali e termali" che, alla lettera c), chiede una relazione idrogeologica sulla zona interessata dalle ricerche, con particolare riferimento all'uso attuale delle sorgenti e delle falde del bacino idrogeologico.

Il permesso di ricerca per acque minerali interessa una zona di 198 ettari in Comune di Bugnara ed è richiesto dal Dott. Luca Tulliani, legale rappresentante della Società AraKin con sede in Borgo San Vittorino n° 10 - 67030 Bugnara (AQ), P.IVA e C.Fisc. 01752980662.

L'area del permesso di ricerca si estende a Nord dell'abitato, sulle pendici del Monte Rognone, tra le quote 1023 della Fonte Canala fino alla quota 1810 m circa che corrisponde al punto del bacino imbrifero posto a quota più elevata. L'area del permesso di ricerca è stata delimitata in modo tale che rimanga inferiore ai 200 ettari e che comprenda il bacino imbrifero delle sorgenti denominate "Fonte Canala" e "Fonte del Passo", che sono quelle che si intende monitorare.

Le portate delle Fonti da esaminare sono di pochi litri al secondo e complessivamente sono molto inferiori a 50 litri al secondo.

Si presentano i dati idrologici ed idrogeologici relativi alla zona circostante le due sorgenti di interesse, i risultati delle analisi chimiche effettuati sull'acqua della fonte Canala ed altri dati forniti dal Demanio idrico sulle altre sorgenti della zona.

## 1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

Le sorgenti denominate "Fonte Canala" e "Fonte del Passo" si trovano sulla destra idrografica della Valle del Fiume Sagittario, sul versante destro del Vallone Rufigno, un tributario di destra del Sagittario, nel Comune di Bugnara, alle quote rispettivamente di 1023 m e di 1072 m circa s.l.m. Più precisamente le fonti sono localizzate sulle pendici della Serra Rufigno, sul versante esposto ad Ovest rispetto alla dorsale che dal Monte Rognone (2089 m) scende in direzione sud verso l'abitato di Bugnara, passando per La Forchetta (1828 m) e C.le Nevera (1858 m).

Vi si accede dall'abitato di Bugnara percorrendo verso sud la Strada Comunale della Montagna e poi una sua diramazione denominata Strada Comunale Colle della Macchia.

L'ambiente presenta dei caratteri morfologici di tipo appenninico, contraddistinto da modesti dislivelli e pendenza media del 45% che corrisponde ad una inclinazione di 24° sull'orizzontale.

Dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata da un substrato roccioso calcareo e calcareo-marnoso (VEZZANI & GHISETTI, 1998; l'estratto della carta geologica è allegato in appendice), con strati immergenti verso i quadranti Nord-orientali con inclinazioni medie comprese tra 20° e 45°, in corrispondenza del quale non si escludono fenomeni carsici e condotti ipogei per la circolazione delle acque. L'affioramento di questo substrato roccioso è in ogni caso limitato dalla potente coltre detritica che caratterizza il versante.

Le risorgenze sono ubicate in corrispondenza di canali all'interno dei quali sono osservabili affioramenti di brecce a clasti carbonatici, localmente abbastanza cementate, che mostrano le caratteristiche tipiche degli accumuli di versante (detrito di falda). Esclusivamente a monte di Bugnara il pendio assume morfologie tipiche degli accumuli gravitativi con contropendenze e brusche interruzioni del reticolo idrografico secondario. Anche in questo settore il substrato roccioso non è osservabile in quanto ricoperto da una potente coltre detritica.

Si fa notare che le osservazioni qui riportate sono il risultato di ricerche bibliografiche e di una visita *in situ* svolta, tuttavia, con tempistiche e condizioni meteorologiche non ottimali per un

rilievo geologico-strutturale di dettaglio. Gli approfondimenti sono l'oggetto dell'attività proposta durante la fase di Permesso di Ricerca. Per ulteriori informazioni di tipo geologico e idrogeologico si fa riferimento alla Relazione geologica allegata firmata dalla Dott. Catia di Nisio.

## 2 COMPLESSI IDROGEOLOGICI E AREA DI ALIMENTAZIONE

Le caratteristiche idrogeologiche della zona sono state desunte sulla base della ricostruzione delle strutture geologiche presenti, delle loro caratteristiche di permeabilità, della morfologia dei luoghi, della ubicazione delle sorgenti presenti nella zona. Il profilo geologico a scala delle altezze deformata rispetto alla scala delle lunghezze, desunto dalla Carta Geologica dell'Abruzzo in scala 1:100000 (Vezzani & Ghisetti, 1998) è allegato in Appendice insieme alla legenda della carta geologica.

A grande scala, visti i litotipi affioranti nella zona delle sorgenti e le loro caratteristiche di permeabilità possiamo desumere che la roccia serbatoio sia costituita da calcari più o meno massicci, i quali costituiscono la base idrologica della zona. Tali rocce sono caratterizzate da sistemi di fratturazione in corrispondenza dei quali si concentra il flusso idrico. La permeabilità che caratterizza questo ammasso roccioso è pertanto da considerarsi una permeabilità secondaria.

La sorgente è dunque presumibilmente impostata in corrispondenza del limite di permeabilità tra i calcari Massicci ed i calcari marnosi del verde ammonitici, come si può vedere anche dal profilo.

La posizione delle sorgenti è stata illustrata sulla CTR allegata (non in scala) e sulla stessa carta è stata riportata anche la Sorgente Capo d'acqua di Bugnara, utilizzata esclusivamente a scopo potabile per alimentare l'acquedotto. Questa sorgente è ubicata a quota inferiore a quelle in esame, poco monte dell'abitato di Bugnara, dista più di 200 m dalle sorgenti che si intende monitorare e si è ritenuto utile un confronto per escludere eventuali interferenze. Sulla stessa carta sono stati riportati i bacini imbriferi di ciascuna sorgente, che sono distinti, non adiacenti e si sviluppano tra quote altimetriche differenti. La loro superficie è pari a 2.25 km<sup>2</sup> per la Fonte Capo d'Acqua, a 0.136 km<sup>2</sup> per la Fonte Canala, che si trova a quota 1023 m ed a 0.49 km<sup>2</sup> per la Fonte del Passo, che si trova a 1072 m. Sulla carta sono inoltre riportate informazioni sulla posizione del confine comunale di Bugnara e la perimetrazione del Permesso di Ricerca.

## 3 DATI IDROLOGICI

### 3.1 Termometria

La stazione di osservazione più vicina al sito in esame è quella di ANVERSA a 650 m s.m. (ex CENT.LE ANVERSA) appartenente al Bacino: ATERNO PESCARA, dotata di termometro con memorizzazione elettronica. E' stata ritenuta più significativa di quella di Sulmona perché a quota un po' più elevata e anche più vicina ai rilievi montuosi, come il comune di Bugnara. Di questa stazione ho i dati pubblicati nell'annale ideologico riferito all'anno 2001, stampati nella tabella in Appendice. Il mese più freddo risulta febbraio, ma, dall'analisi delle temperature estreme registrate, si può osservare che il termometro può scendere sotto zero nei mesi da ottobre ad aprile. Il mese più caldo è agosto con temperature che possono salire oltre i 30°.

### 3.2 Pluviometria

Per questo capitolo si è fatto riferimento ai dati gentilmente forniti dalla Regione Abruzzo - Servizio Idrografico e Mareografico - riferiti alla stazione pluviometrica di Sulmona. I dati sono pubblicati negli annali ideologici a cura della Direzione LL. PP. e Protezione Civile e si riferiscono alle medie del periodo che va dal 1960 al 2007. Si riporta qui soltanto il dato medio di 48 anni di osservazioni.

*Tabella I — Dati mensili medi: mm di precipitazione e n° di giorni piovosi*

MESE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
mm	56.6	51.2	52.3	57.2	42	42.8	30.9	32.4	50.6	57.9	75.2	74.7	623.7
giorni	4.7	4.9	5.4	6.3	5.3	4.2	2.4	3.2	4.2	5.3	6.6	6.4	58.9

### 3.3 Distribuzione delle precipitazioni medie annue

I profili delle piogge medie annue in Abruzzo presentano valori minimi sulle aree di pianura e valori massimi sugli Appennini. Utilizzare i dati della stazione pluviometrica di Sulmona è certamente cautelativo ai fini di una previsione di portata delle sorgenti, in quanto la zona montana in esame, anche se a pochi chilometri di distanza da Sulmona, è sicuramente più piovosa rispetto alla piana.

Il valore medio annuo di precipitazione è di 623.7 mm con 59 giorni di pioggia.

La distribuzione annuale delle precipitazioni presenta un andamento bimodale, con due massimi, uno autunnale ed uno primaverile, e due minimi, uno invernale ed uno estivo. Il regime pluviometrico nella zona esaminata è di tipo sublitoraneo, con minimo principale in estate, massimo principale in autunno e secondario ad aprile. Il mese più piovoso è, mediamente, novembre, in cui cade il 12.05% delle precipitazioni annue, seguito da dicembre (11.97%); seguono ottobre (9.28%), aprile (9.17%), gennaio (9.07%). Il mese meno piovoso è luglio in cui cade appena il 4.95% delle precipitazioni medie annuali, subito seguito da agosto (5.19%).

Il numero di giorni di pioggia è compreso tra 16 - 18 in primavera e autunno e tra 10 - 15 in estate ed inverno; raggiunge il massimo a novembre, con una media di 6.6.

## 4 CARATTERISTICHE CHIMICHE DELLE ACQUE

### 4.1 Generalità sul chimismo delle acque

Lo studio del chimismo delle acque sotterranee permette, da un lato, di definire i possibili usi della risorsa in ottemperanza alla qualità di base della stessa, dall'altro, di valutare le relazioni esistenti tra l'afflusso meteorico e i deflussi dell'acquifero, con la possibilità di evidenziare i tempi di transito e gli eventuali fenomeni di mescolamento tra acque con proprietà differenti.

Questi dati sono stati interpretati utilizzando il diagramma di Schoeller (1955) ed il diagramma di Piper (1944) al fine di caratterizzare la *facies* chimica propria dell'acqua.

### 4.2 Generalità sul chimismo delle acque

I dati chimici utilizzati per questo studio vogliono portare ad una caratterizzazione dell'acqua della Fonte Canala. Si è ritenuto interessante anche il confronto tra il chimismo di questa sorgente in esame con la sorgente Capo d'Acqua, di cui sono noti i risultati delle analisi chimiche, posta poco a monte dell'abitato di Bugnara, captata ad uso potabile per l'alimentazione di un acquedotto.

Una prima analisi dell'acqua prelevata dalla Fonte Canala è stata eseguita presso il laboratorio del Dipartimento di Chimica e Fisica dell'Università di Torino in data 15-03-2008 e i dati principali sono riportati nella tabella allegata in Appendice. Nella stessa tabella sono riportati i dati relativi a analisi effettuate in tempi diversi sulla Sorgente Capo d'acqua di Bugnara, dati che sono stati forniti dalla Regione Abruzzo, - Direzione Lavori Pubblici – Servizio acque e Demanio idrico. Nelle successive interpretazioni, vista la similitudine tra le analisi effettuate in tempi diversi sull'acqua della stessa sorgente, si è solo più fatto riferimento all'analisi del 18/06/2007.

### 4.3 Analisi chimiche

Le acque sotterranee, sotto l'aspetto puramente chimico, sono costituite da una soluzione elettrolitica di sostanze in forma ionica (cationi ed anioni), di norma in equilibrio fra loro, ai quali bisogna aggiungere la silice colloidale ( $\text{SiO}_2$ ), sostanza non ionica.

Il contenuto ionico di un'acqua sotterranea è influenzato principalmente dalle rocce con le quali viene a contatto, dal momento in cui s'infiltra, sino all'istante in cui sgorga in superficie o viene captata per essere utilizzata.

Quanto maggiori sono la superficie di contatto fra acqua e roccia ed il tempo di transito (*time of travel*, *TOT*), tanto più grande sarà la mineralizzazione finale dell'acqua. Questi due parametri assumono pertanto un ruolo fondamentale nella formazione del chimismo delle acque sotterranee. Il contatto tra l'acqua ed una roccia di qualsiasi tipo costituisce il presupposto necessario per l'attivazione di una serie di fenomeni chimici e chimico-fisici, che hanno come risultato l'incremento della composizione ionica dell'acqua.

Se ne deduce quindi che sorgenti alimentate da complessi idrogeologici differenti avranno chimismo differente ed è possibile stabilire una relazione fra area di alimentazione e quantità di sostanze disciolte nell'acqua, considerando i principi fondamentali che le quantità di sostanze inorganiche disciolte nell'acqua sotto forma di ioni sono funzione della natura mineralogica delle rocce e dei fenomeni di idrolisi, dissoluzione, precipitazione e scambio ionico a cui sono sottoposte. Un indicatore è la conducibilità elettrica. È infatti dimostrato che esiste una buona correlazione fra conducibilità elettrica e TDS (*Total dissolved solids*), ossia la somma di tutti i valori di concentrazione relativi ad un campione di acqua. La conducibilità elettrica, espressa in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  è funzione anche della temperatura ma le variazioni dovute al differente chimismo sono di diversi ordini di grandezza superiori a quelle provocate dalla variazione di temperatura.

Tenendo conto delle limitazioni suddette è stato possibile rilevare evidenti differenze fra la sorgente Capo d'Acqua, che alimenta l'acquedotto e la Fonte Canala, il cui valore della conducibilità elettrica è 42 volte superiore di quello della Sorgente Capo d'Acqua, facendo presumere acquiferi appartenenti ad acquiferi diversi.

## 4 RAPPRESENTAZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLE ANALISI

### 4.1 Risultati delle analisi chimiche

Le analisi chimiche sono servite come base per determinare la qualità delle acque, individuare eventuali fenomeni d'inquinamento ed effettuare una classificazione, mettendo in relazione anche il chimismo con l'acquifero e il Complesso Idrogeologico a cui appartiene la sorgente.

L'elaborazione dei dati in nostro possesso ha portato alla stesura dei diagrammi di Piper e di Schoeller.

I valori risultanti di tutte le analisi chimiche e chimico-fisiche sono stati riportati nella tabella allegata in Appendice.

Dopo aver opportunamente trasformato i dati di concentrazione in milliequivalenti/litro (cfr. Tabella 2), s'è proceduto alla valutazione del bilancio ionico, come scarto percentuale tra gli anioni e i cationi principali e alla determinazioni dei valori percentuali da inserire nel Diagramma di Piper.

Tabella 2

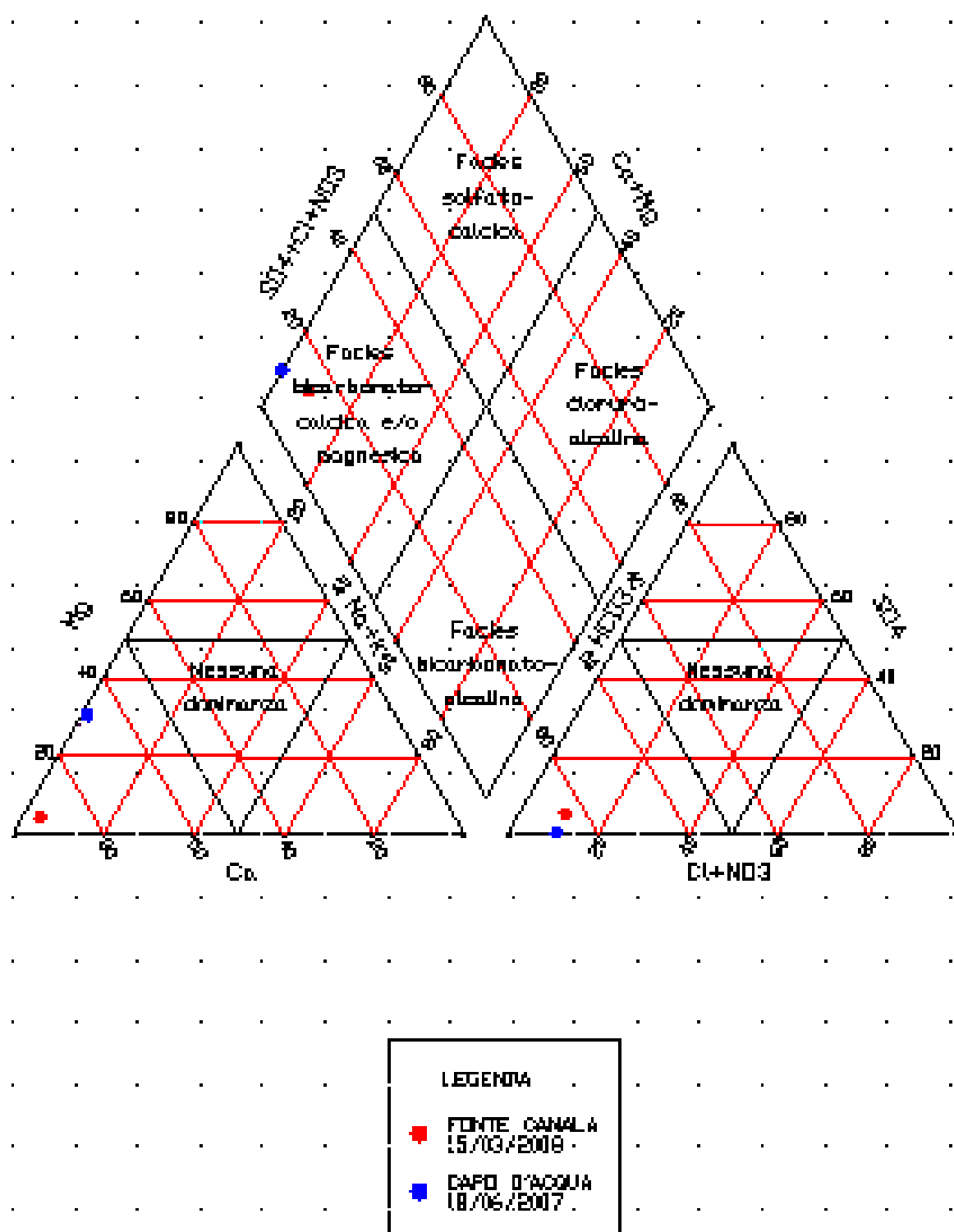
Sorgente	Canala		Capo d'Acqua		Canala	Capo d'Acqua
Data	15/03/2008		18/06/2007		15/03/2008	18/06/2007
Ioni disciolti	(mg/l)	(meq/l)	(mg/l)	(meq/l)	%	%
<b>Ca++</b>	714	3.568	183.0	9.13	92.30	66.26
<b>Mg++</b>	1.9	0.156	56.0	4.61	4.04	33.43
<b>Na+</b>	3	0.130	0.2	0.01	3.37	0.06
<b>K+</b>	0.42	0.011	1.3	0.03	0.28	0.24
<b>SO4--</b>	6.4	0.133	0.8	0.02	3.44	0.60
<b>HCO3-</b>	198.0	3.246	145.0	2.38	83.74	85.97
<b>Cl-</b>	8.7	0.245	2.3	0.06	6.33	2.35
<b>NO3-</b>	15.6	0.252	19.0	0.31	6.49	11.08
Sommatoria dei cationi		3.87		13.78		
Sommatoria degli anioni		3.88		2.77		
Bilancio ionico (cat./anion.)		1.0		5.0		
Scarto percentuale(%)		-0.3		398.4		
TDS(mg/l)		305.5		407.6		
Conducibilità µS/cm		329.0		7.5		
<b>Ca+Mg</b>					96.35	99.70
<b>Na+K</b>					3.65	0.30
<b>Cl+NO3</b>					12.82	13.43
<b>SO4+Cl+NO3</b>					16.26	14.03

#### 4.2 DIAGRAMMA DI PIPER

L'ormai ultracinquantenne, ma sempre attuale, diagramma trilineare di Piper (1944) è una rappresentazione di tipo qualitativo, volta alla caratterizzazione della facies chimica di un'acqua sotterranea, per mezzo dei dati di concentrazione percentuale dei vari ioni (Tabella 2), riferita a seconda del caso, al totale degli anioni o dei cationi.

Il diagramma è costituito da due triangoli, di cui il sinistro è relativo ai cationi ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ), mentre il destro si riferisce agli anioni ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$  e  $\text{NO}_3^-$ ), e da una losanga centrale atta a posizionare il dato risultante. È chiaro che due punti coincidenti, posizionati sulla losanga, possono anche rappresentare due acque con TDS anche molto differente fra di loro.

Figura 4 - Diagramma di PIPER-



Questo tipo di rappresentazione, da sola, non è sufficiente alla completa descrizione di un'acqua e va quindi utilizzata accoppiata ad un grafico di tipo quantitativo, in particolare è stato impiegato l'idrochemiogramma di Schoeller (1955) (cfr. Paragrafo 4.4).

In fig. 4 sono riportati i dati dei campioni di acqua. L'acqua della Fonte Canala, appartiene alla facies primaria bicarbonato calcica e risulta particolarmente pura sotto questo aspetto, essendo le concentrazioni degli altri ioni prossime o al di sotto del meq/l.

### *4.3 Idrochemiogramma di Schoeller*

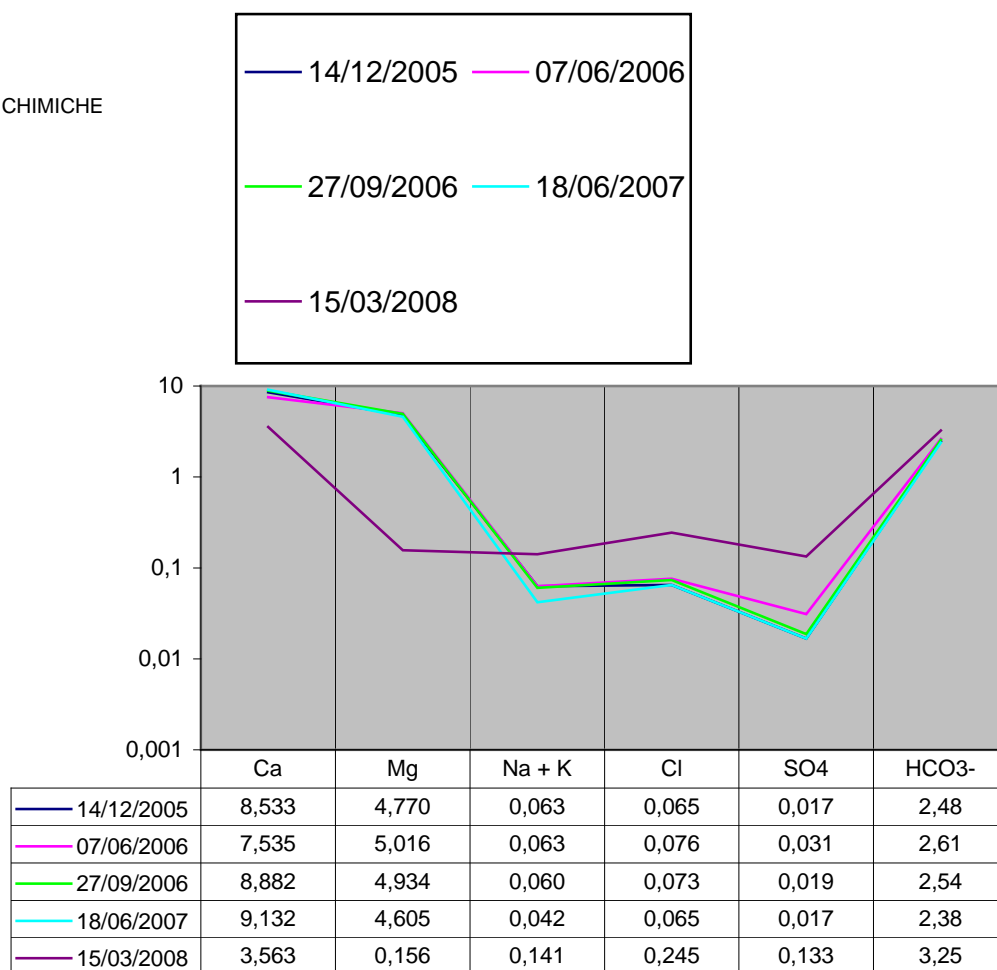
L'elaborazione dei dati in nostro possesso ha portato alla stesura dei diagrammi di Schoeller. Questo tipo di rappresentazione, costituita da un grafico semilogaritmico che riporta in ordinate le concentrazioni degli ioni principali, fornisce un'informazione di tipo quantitativo. La sua principale utilità è costituita dalla possibilità di confrontare tra loro i dati di concentrazione dei diversi ioni, espressi in milliequivalenti/litro.

La posizione assoluta della spezzata ed il suo andamento sul diagramma permettono d'intuire, già ad una prima e rapida osservazione, i rapporti esistenti tra i diversi ioni, grazie alla maggiore o minore inclinazione di ciascun tratto. Dalla determinazione del catione e dell'anione presenti in concentrazione maggiore, si può individuare la facies chimica dominante, oppure verificare se l'acqua è priva di dominanza.

Da questo grafico è anche possibile risalire al grado di mineralizzazione: due spezzate che abbiano la stessa forma, pur appartenendo alla medesima facies, possono infatti avere quantità differenti di ioni disciolti. Questo è verificabile dalla posizione della spezzata stessa sul diagramma: con riferimento ad una linea centrale, una traslazione verso l'alto implica un'acqua più mineralizzata, mentre una traslazione verso il basso della spezzata testimonia una minor quantità di ioni disciolti. I diagrammi di Schoeller relativi a campioni della stessa acqua analizzata in periodi diversi non presentano una significativa variabilità, come è appunto il caso delle analisi effettuate in tempi diversi sull'acqua della Sorgente Capo d'Acqua, che mostra invece alcune differenze rispetto alla Sorgente Canala nei tratti riguardanti le concentrazioni degli ioni Ca, Mg, Na+K.



## DATA ANALISI CHIMICHE



## APPENDICE

Estratto della carta geologica VEZZANI & GHISETTI, 1998

\*

Sezione geologica deformata del settore compreso tra il Monte Genzana e l'abitato di Bugnara

\*

Unione dei fogli della Carta Topografica Regionale n° 369 tavola Est e n° 378 tavola Est  
con legenda

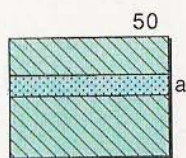
\*

Tabella coi dati di temperatura riferita all'annale idrologico 2001

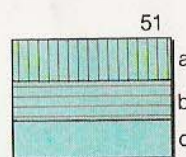
\*

Tabella con risultati delle analisi chimiche

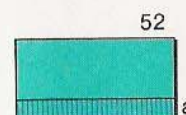
## Successione meso-cenozoica di scarpata-bacino prossimale



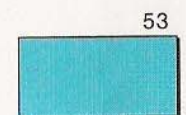
**Scaglia Cinerea equiv.** Marne calcaree frequentemente bioturbate, a noduli di selce, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche. Faune a Foraminiferi planctonici e Macroforaminiferi. Spessore: 30-70 m. *Oligocene - Eocene superiore*. **Calcareniti a Nummuliti** (a). Calcareniti e calciruditi saccaroidi biancastre in alternanza con calcari micritici con selce, a Foraminiferi planctonici (M. Genzana, Toppe Vurgo, Vallone dei Romani presso Scanno, Villa Scontrone, Poggio di Roio, M. Luparo, M. Catini). Spessore: 100-150 m. *Eocene*. **Scaglia equiv.** Calcari micritici con liste di selce rossa, a Foraminiferi planctonici e micriti rosse con *hard grounds* e incrostazioni ferro-manganesifere, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche prevalenti nella parte alta della successione (Poggio Cavallo a SW di Popoli). Spessore: 20-400 m. *Eocene - Cretaceo superiore*.



**Calciruditi a Rudiste, Marne a Fucoidi** (a). Calciruditi bioclastiche e calciruditi pseudosaccaroidi biancastre in grossi banchi, con frammenti di Rudiste, Orbitolinidi, talora in alternanza ed eteropiche con marne e calcari marnosi verdastri a Foraminiferi planctonici. Faune a *Rotalipora ticinensis*. Spessore fino a 600 m. *Cenomaniano inferiore - Aptiano*. **Maiolica** (b). Calcari micritici bianchi con liste di selce nera, in strati sottili, alternati a calcareniti torbiditiche. Faune a Calpionelle, Radiolari, spicole di Spugna, *Stomiosphaera moluccana*. Spessore: 250-450 m. *Barremiano - Titonico*. **Calcareniti ad Entrochi** (c). Calcareniti bioclastiche in banchi da 2 cm a 2-3 m, talora con struttura flusso-torbiditica, con resti di Coralli ed Ellipsactinie (Corno Piccolo). Localmente (Campo Pericoli) sono presenti filoni sedimentari riempiti da calcari marnosi rosati a Globotruncanidi e da Calcareniti a Nummuliti. Faune con *Protopenneroplis striata*. Spessore: 150-400 m. *Malm - Dogger p.p.* Nella zona di M. Genzana-M. Greco ed a Nord dell'Aquila (Casaline, Cansatessa, M. S. Onofrio) le Calcareniti ad Entrochi sono parzialmente sostituite da Diaspri con sporadiche intercalazioni calcarenitiche.

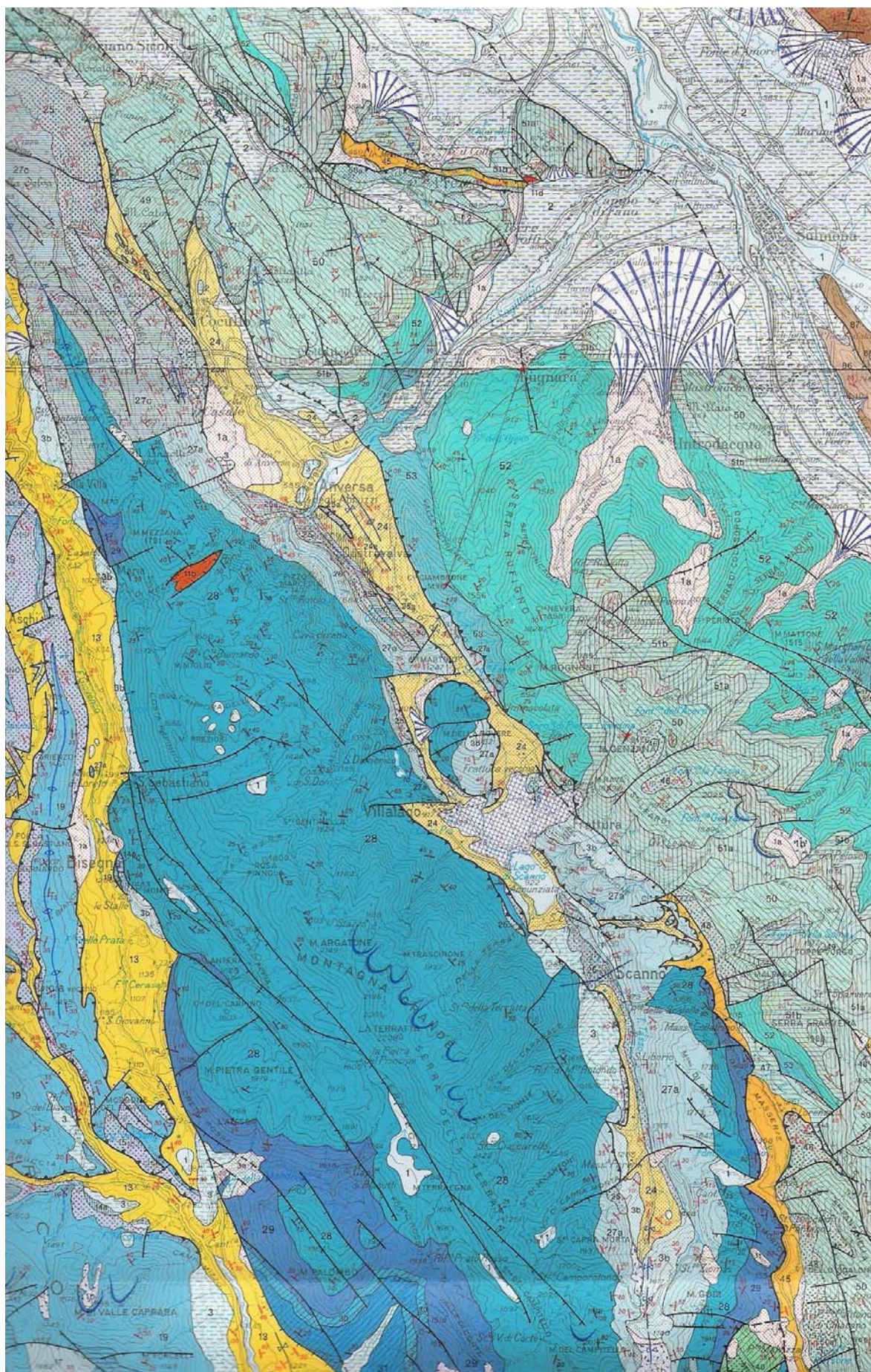


**Verde Ammonitico.** Calcari marnosi nodulari e marne verdastre con intercalazioni di calcareniti torbiditiche con ooliti (Sella dei due Corni, M. Tremoggia). Faune a Brachiopodi, Ammoniti, Radiolari e spicole di Spugna. Spessore: 50-150 m. *Aaleniano p.p. - Toarciano*. **Corniola.** Calcari micritici con selce in noduli, con intercalazioni di calcareniti torbiditiche, in strati da 20 cm a 6 m, a volte canalizzate (Vallone di Vraddda, Coste di San Vito). Faune a Radiolari e spicole di Spugna. Impregnazioni bituminose diffuse in livelli di dolomie grigie intercalate tra Corniola e Verde Ammonitico (San Potito). Verso il basso sono presenti megabrecce con clasti di piattaforma dolomitizzati, con spessore variabile da 10 a 60 m (Vallone di Vraddda). Spessore: 500-700 m. Alla base della Corniola è presente un intervallo di selci e di calcari silicei in strati centimetrici (a), sviluppato con 50-100 m di spessore nella zona di Goriano Sicoli e di Raiano, e non ovunque riconoscibile a causa della forte cataclasi e dolomitizzazione. *Pliensbachiano*.



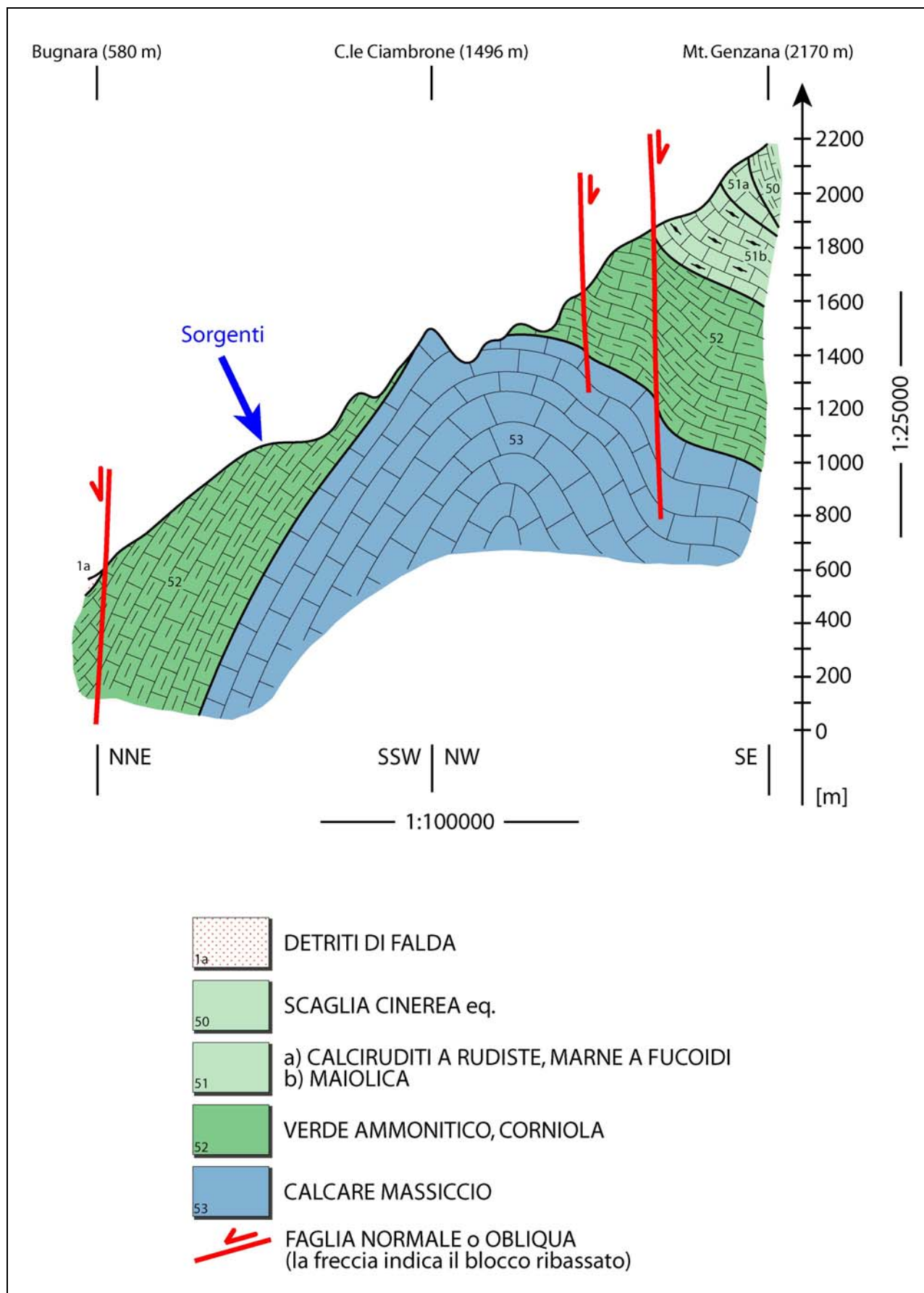
**Calcare Massiccio.** Calcari bianchi localmente ricristallizzati in pseudosparite e/o dolomite a grana cristallina grossolana, in banchi di spessore variabile da 2 a 6 m, organizzati in cicli diagenetici e peritidali con livelli sopratidali a pisoliti vadose, costituiti da *packstones*, *grainstones*, *rudstones* ad ooliti, bioclasti e litoclasti e più raramente da *framstones* a Coralli. Localmente breccie grossolane in banchi di 4-8 m (valico di M. Capo di Serre). Faune ad Alghe Dasycladacee, *Pseudonerinea* sp., Megalodontidi. Livelli con piccole Ammoniti in calcari dolomitici sul fondovalle del F. Sagittario ad Est di Anversa degli Abruzzi. Filoni sedimentari larghi da 20-30 cm a 2 m, riempiti da Corniola, Verde Ammonitico e da breccie calcaree grossolane di età eocenica (Vetta Occidentale del Corno Grande, Ghiacciaio del Calderone). Spessore: 600 m. *Sinemuriano - Hettangiano*.












Sezione geologica deformata del settore compreso tra il Monte Genzana e l'abitato di Bugnara



**UNIONE DELLE CARTE TOPOGRAFICHE REGIONALI**  
**Fg. 369 - tavola Est e Fg. 378 – tavola Est**

**LEGENDA:**

-  CONFINE COMUNALE (Bugnara)
-  SORGENTE CAPO D'ACQUA E BACINO IMBRIFERO ACQUEDOTTO
-  AREA PERMESSO DI RICERCA
-  SORGENTI
-  BACINI IMBRIFERI

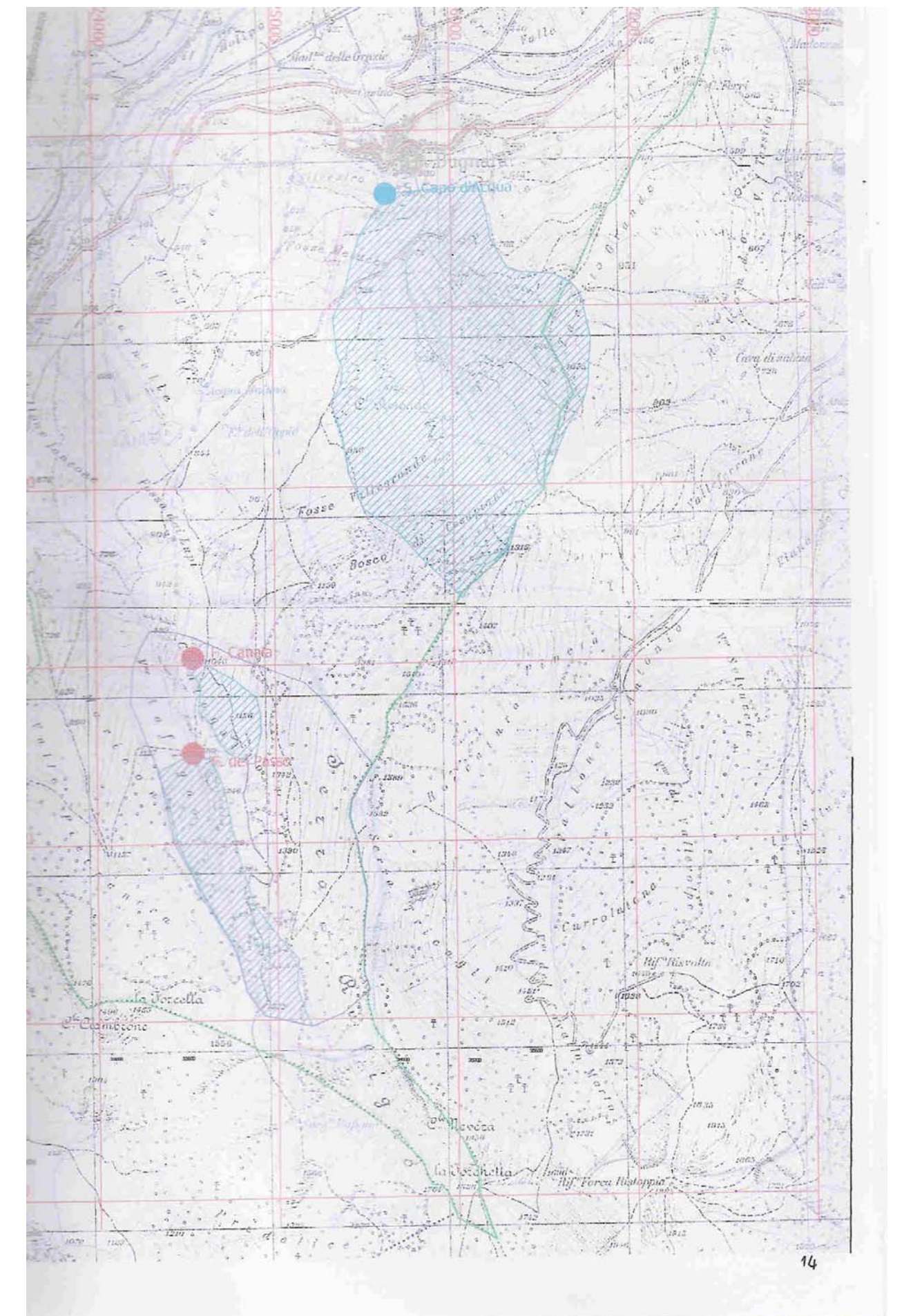




Tabella II — Valori medi ed estremi della temperatura

Anno 2001

Mese	Media delle Temperature			Temperature estreme				Mese	Media delle Temperature			Temperature estreme				Mese	Media delle Temperature			Temperature estreme			
	max.	min.	diur.	max.	giorni	min.	giorni		max.	min.	diur.	max.	giorni	min.	giorni		max.	min.	diur.	max.	giorni	min.	giorni
<b>CAMPANA</b>								<b>GORIANO SICOLI</b>								<b>PASSO GODI</b>							
(Tr)								(Te)								(Te)							
(570 m s.m.)								(785 m s.m.)								(1542 m s.m.)							
G	9,6	0,8	5,2	17,6	8	-4,6	2	G	7,0	2,0	4,5	17,0	8	-3,0	15	G	3,0	-1,5	0,8	11,0	8	-6,7	1
F	10,6	-2,5	4,1	15,7	8	-9,3	3	F	6,5	0,7	3,6	15,1	8	-8,0	3	F	3,0	-3,8	-0,4	11,1	8	-14,6	27
M	17,7	4,7	11,2	29,5	25	-1,4	15	M	13,6	6,1	9,8	24,2	25	-0,9	1	M	8,9	1,8	5,4	18,9	25	-6,1	1
A	16,1	2,5	9,3	24,6	27	-3,3	15	A	11,4	4,7	8,0	21,4	27	-3,2	15	A	6,8	-0,3	3,2	15,5	26-27	-7,5	15
M	23,2	8,0	15,6	31,8	30	3,1	14	M	18,8	11,6	15,2	27,4	31	7,7	6-7	M	14,7	6,3	10,5	22,8	31	2,4	12
G	27,3	9,3	18,3	33,7	28	2,3	5	G	22,9	14,1	18,5	29,7	28	7,1	4	G	17,8	7,7	12,7	23,6	28	1,6	4
L	30,5	11,5	21,0	34,7	8-16	6,9	3	L	26,5	17,0	21,8	31,6	16	12,1	21	L	20,6	10,1	15,4	24,8	8	5,9	3
A	32,0	12,2	22,1	36,3	4	6,0	13	A	27,9	17,9	22,9	33,1	10	11,1	13	A	21,8	11,0	16,4	26,1	4-5	5,5	13
S	23,6	6,5	15,0	29,2	1	0,0	19	S	19,7	11,1	15,4	24,1	1	5,5	18	S	13,6	5,2	9,4	16,8	9	-0,7	19
O	23,2	5,6	14,4	28,8	8	-0,5	28	O	20,1	11,4	15,7	25,2	8	3,3	27	O	15,2	5,6	10,4	20,0	8	0,6	28
N	11,6	1,7	6,6	19,2	1	-7,1	25	N	10,1	4,0	7,1	19,8	1	-5,0	25	N	6,2	-0,2	3,0	15,7	1	-10,5	25
D	4,3	-4,2	0,0	11,3	31	-12,0	28	D	2,8	-1,7	0,5	10,9	7	-7,4	17	D	-0,3	-6,2	-3,3	8,7	7	-11,8	17
Anno	19,1	4,7	11,9	36,3	4 VIII	-12,0	28 XII	Anno	15,6	8,2	11,9	33,1	10 VIII	-8,0	3 II	Anno	10,9	3,0	7,0	26,1	4-5 VIII	-14,6	27 II
<b>SCANNO</b>								<b>VILLALAGO</b>								<b>ANVERSA (ex CENT.LE ANVERSA)</b>							
(Tr)								(Te)								(Te)							
(1030 m s.m.)								(898 m s.m.)								(650 m s.m.)							
G	8,1	2,1	5,1	17,4	8	-2,8	1	G	8,4	1,2	4,8	18,3	8	-4,0	1	G	8,1	3,0	5,5	17,0	8	-1,5	19
F	8,1	0,0	4,0	16,8	8	-8,9	3	F	9,0	-1,7	3,6	16,7	8	-12,6	3	F	8,4	0,7	4,6	14,0	9	-6,8	3
M	15,1	5,6	10,3	26,2	25	-1,5	1	M	15,7	4,4	10,1	27,0	25	-1,8	1	M	16,8	7,2	12,0	28,5	25	-1,0	1
A	13,1	3,4	8,3	22,3	27	-2,7	15	A	13,5	2,0	7,7	23,1	27	-3,0	15	A	15,1	4,4	9,7	24,0	26-27	-2,0	15
M	20,1	9,5	14,8	27,3	31	5,0	11	M	20,1	7,7	13,9	28,4	31	2,6	11	M	21,8	11,0	16,4	31,0	31	7,0	14
G	23,8	11,0	17,4	30,0	11	5,9	5	G	24,8	9,3	17,0	30,4	11	3,3	5	G	27,4	13,8	20,6	32,5	11	8,0	5
L	27,4	13,8	20,6	31,7	8	8,8	3	L	27,9	11,5	19,7	31,2	8	7,5	3	L	29,9	16,5	23,2	34,5	16	12,0	3
A	29,0	14,6	21,8	33,9	5	7,8	13	A	30,1	12,2	21,1	34,6	4	6,5	13	A	31,3	17,8	24,5	36,0	11	12,1	13
S	20,5	8,5	14,5	25,2	1	3,0	19	S	21,7	6,8	14,3	26,6	4	0,9	19	S	22,6	11,2	16,9	28,7	1	5,9	19
O	20,7	8,9	14,8	27,4	8	3,3	27	O	21,8	6,2	14,0	27,8	8	0,3	27	O	21,0	11,3	16,2	27,0	8	5,1	27
N	11,1	2,7	6,9	19,9	1	-5,4	25	N	11,4	1,7	6,6	19,9	1	-8,3	25	N	9,2	3,1	6,2	16,0	1-2	-4,0	25
D	4,0	-2,6	0,7	13,9	7	-8,2	28	D	3,9	-4,6	-0,4	14,3	7	-13,1	28	D	1,6	-2,9	-0,7	9,0	31	-7,5	28
Anno	16,8	6,4	11,6	33,9	5 VIII	-8,9	3 II	Anno	17,4	4,7	11,0	34,6	4 VIII	-13,1	28 XII	Anno	17,8	8,1	12,9	36,0	11 VIII	-7,5	28 XII
<b>CAMPO DI GIOVE</b>								<b>SULMONA</b>								<b>ROCCACASALE</b>							
(Te)								(Tr)								(Te)							
(1064 m s.m.)								(420 m s.m.)								(500 m s.m.)							
G	7,2	1,3	4,3	16,2	8	-3,9	1	G	12,1	3,7	7,9	20,0	8	-2,2	2	G	12,5	4,8	8,7	21,1	7	0,1	2
F	6,6	-1,0	2,8	13,7	8	-10,2	3	F	12,2	0,7	6,4	18,4	9	-8,9	3	F	12,6	2,1	7,4	19,2	9	-6,1	3
M	14,7	5,6	10,2	25,5	25	-1,0	1	M	19,7	7,9	13,8	30,5	25	0,8	1	M	20,5	9,3	14,9	31,7	25	1,0	1
A	12,0	3,1	7,5	20,8	27	-3,1	15	A	17,2	5,2	11,2	25,8	27	0,0	10-23	A	18,0	6,5	12,3	27,1	26	0,8	15
M	18,8	9,4	14,1	27,7	31	5,0	12	M	24,0	11,5	17,8	32,8	31	5,9	14	M	24,3	12,5	18,4	33,1	31	7,8	14
G	23,0	11,3	17,1	28,6	28	5,5	4	G	28,9	13,4	21,2	35,2	28	6,4	5	G	29,6	14,5	22,1	35,3	28	8,1	5
L	26,3	14,2	20,3	31,8	8	10,5	3	L	32,3	15,9	24,1	37,0	16	12,2	22	L	33,6	17,3	25,5	39,3	16	13,5	3
A	27,4	14,9	21,1	32,7	11	7,9	13	A	33,6	16,4	25,0	38,3	5	9,6	13	A	35,4	18,3	26,9	40,6	5	11,7	13
S	19,6	8,6	14,1	25,0	1	2,3	19	S	25,8	10,0	17,9	30,8	1	2,7	19	S	26,8	12,0	19,4	32,8	1	5,1	19
O	19,4	8,6	14,0	25,2	8	2,1	27	O	25,7	9,5	17,6	32,0	8	3,1	27	O	26,6	11,8	19,2	33,2	8	5,7	27
N	9,9	2,6	6,3	19,5	1	-7,0	25	N	14,8	4,4	9,6	23,4	1	-2,9	25	N	14,9	5,7	10,3	22,5	2	-2,9	25
D	2,9	-3,1	-0,1	12,1	7	-9,4	28	D	6,8	-1,3	2,8	13,9	7	-10,7	20	D	7,3	-0,3	3,5	15,3	31	-7,3	20
Anno	15,6	6,3	11,0	32,7	11 VIII	-10,2	3 II	Anno	21,1	8,1	14,6	38,3	5 VIII	-10,7	20 XII	Anno	21,8	9,6	15,7	40,6	5 VIII	-7,3	20 XII



	Acquedotto di Bugnara sorgente di Capo d'Acqua				Fonte Canala
<i>Date Analisi</i>	14/12/2005	07/06/2006	27/09/2006	18/06/2007	15/03/2008
<b>Ca</b> [meq/l]	8.533	7.535	8.882	9.132	3.563
<b>Mg</b> [meq/l]	4.770	5.016	4.934	4.605	0.156
<b>Na + K</b> [meq/l]	0.063	0.063	0.060	0.042	0.141
<b>Cl</b> [meq/l]	0.065	0.076	0.073	0.065	0.245
<b>SO4</b> [meq/l]	0.017	0.031	0.019	0.017	0.133
<b>HCO3-</b> [meq/l]	2.48	2.61	2.54	2.38	3.25
<b>Nitrati</b> [meq/l]	0.396	0.396	0.771	0.32	0.252
<b>Sodio</b> [meq/l]	0.022	0.022	0.022	0.009	0.130
<b>Potassio</b> [meq/l]	0.041	0.041	0.038	0.033	0.011

	Acquedotto di Bugnara sorgente di Capo d'Acqua				Fonte Canala
<b>Date Analisi</b>	14/12/2005	07/06/2006	27/09/2006	18/06/2007	15/03/2008
<b>Conducibilità elettrica</b> [μS/cm]	7.6	7.9	7.5	8	329
<b>Calcio</b>	171	151.0	178.0	183	71.4
<b>Magnesio</b> [mg/l]	58	61.0	60.0	56	1.9
<b>Sodio</b> [mg/l]	0.500	0.5	0.5	0.2	3
<b>Potassio</b> [mg/l]	1.6	1.6	1.5	1.3	0.42
<b>Solfati</b> [mg/l]	0.8	1.5	0.9	0.8	6.4
<b>Bicarbonati</b> [mg/l]	151.0	159.000	155.0	145.0	198.0
<b>Cloruri</b> [mg/l]	2.3	2.7	2.6	2.3	8.7
<b>Nitrati</b> [mg/l]	19	19.0	37.0	19	15.6
<b>Durezza</b> [mg/l]	271 mg/l	275.0	271.0	277.0	18.6 °F



Sorgente	Canala		Capo d'Acqua		Canala	Capo d'Acqua
Data	15/03/2008		18/06/2007		%	%
Ioni disciolti	(mg/l)	(meq/l)	(mg/l)	(meq/l)		
<b>Ca++</b>	71.5	3.568	183.0	9.13	92.30	66.26
<b>Mg++</b>	1.9	0.156	56.0	4.61	4.04	33.43
<b>Na+</b>	3	0.130	0.2	0.01	3.37	0.06
<b>K+</b>	0.42	0.011	1.3	0.03	0.28	0.24
<b>SO4--</b>	6.4	0.133	0.8	0.02	3.44	0.60
<b>HCO3-</b>	198.0	3.246	145.0	2.38	83.74	85.97
<b>Cl-</b>	8.7	0.245	2.3	0.06	6.33	2.35
<b>NO3-</b>	15.6	0.252	19.0	0.31	6.49	11.08
Sommatoria dei cationi	3.87		13.78			
Sommatoria degli anioni	3.88		2.77			
Bilancio ionico (cat./anion.)	1.0		5.0			
Scarto percentuale(%)	-0.3		398.4			
TDS (mg/l)	305.5		407.6			
Conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$	329.0		7.5			
<b>Ca+Mg</b>					96.35	99.70
<b>Na+K</b>					3.65	0.30
<b>Cl+NO3</b>					12.82	13.43
<b>SO4+Cl+NO3</b>					16.26	14.03

Un bilancio ionico difficilmente è caratterizzato da uno scarto nullo. Intervengono, infatti, diversi tipi di errori, tra i quali assumono rilevanza l'imprecisione delle misure di tipo convenzionale e l'utilizzo di campioni diluiti, al fine di poter ricadere nel campo di sensibilità degli strumenti analitici. In effetti un campione diluito non fornisce risultati coincidenti con quelli ottenibili dall'originale.

Nel tempo questi campioni, per effetto della diluizione, sono soggetti al decadimento ionico, per cui si rischia di realizzare una sottostima degli elementi cercati, qualora le analisi vengano eseguite alcuni giorni dopo la diluizione.

Sono quindi considerati accettabili scarti dell'ordine del 10%, ma una differenza maggiore non è sempre imputabile ad errori umani, bensì può indicare che non sono stati ricercati alcuni ioni presenti in concentrazione tale da influire sul bilancio stesso.