

COMUNE DI APRILIA

PROPOSTA D'INTERVENTO PROGETTUALE PER LA REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO TERMALE INTEGRATO:

INTERVENTO "A": STABILIMENTO E CONFEZIONAMENTO ACQUA MINERALE "SANTO STEFANO"

INTERVENTO "B": COMPLESSO TERMALE INTEGRATO (B1 CENTRO TERMALE - B2 STRUTTURA TERMALE RICETTIVA)

Variante Urbanistica Approvata con: DD.CC. n. 44 del 03/08/2000 e n.38 del 28/05/2008



Proprietà:

SANTO STEFANO TERME S.p.A.

Via Fossignano, 126 - 04011 Aprilia (LT) - ITALY

Tipologia elaborato :

R E L

Numero elaborato :

R 1 0 7

Scala: VARIE

Data: LUGLIO 2016

Titolo elaborato :

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettisti:

3C+T CAPOLEI CAVALLI A.A.
ARCH. FABRIZIO CAPOLEI - D.L.
ARCH. LEONARDA DEL BUFALO
ARCH. MONICA DI CARMINE

Proprietà:

Progettisti:

Dimensioni foglio:

Nome file:

Data:

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. CLIMATOLOGIA.....	9
2.1 Temperatura	9
2.2 Pluviometria.....	11
2.3 Evotraspirazione.....	16
3. BACINO IDRICO DI RIFERIMENTO.....	17
3.1. Acque superficiali	17
3.1.1 Il bacino del Fosso Grande.....	19
3.1.1.1 Descrizione del bacino	19
3.1.1.2 Tempo di corrivazione	20
3.2.1.3 Altezza critica della pioggia: 20, 50 e 100 anni	21
3.2.1.4 Portate massime del Fosso Grande.....	23
3.2.1 Il bacino del Fosso dell'Acqua Solfa.....	23
3.2.1.1 Considerazioni conclusive.....	26
4. MORFOLOGIA E GEOLOGIA DELLA ZONA DELLA CONCESSIONE.....	29
4.1. Morfologia	29
4.2. Litologia.....	31
4.2.1 Formazioni vulcaniche.....	32
4.2.2 Formazioni sedimentarie.....	32
5. TETTONICA	34
6. INDAGINI GEOFISICHE	38
7. IDROGEOLOGIA.....	42
7.1. 1° livello: falda superficiale.	43
7.2. 2° livello: falda intermedia.	43
7.3. 3° livello: falda profonda.	43
7.4. I pozzi della falda intermedia.....	44
7.5. Il pozzo della falda profonda	51
8. ANDAMENTO DELLE ISOFREATICHE	55
8.1 La falda acquifera intermedia	57
8.2 La falda profonda.	58
9. OPERE DI PRESA RELATIVE AL BACINO COLTIVATO	59

10. CHIMISMO DELLE ACQUE	61
10.1 L'acqua carbonica	61
10.2 Considerazioni	66
10.3 Acqua sulfurea	67
11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUL BACINO IDROTERMALE	70
12. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUL PROGETTO DI SVILUPPO	71
12.1 Le strutture previste in rapporto al terreno	73
12.2 Zona dello stabilimento di imbottigliamento (intervento A) e complesso termale integrato (intervento B1):	73
12.3 Zona dello centro benessere e hotel termale / spa (intervento B2)	74
12.4 Strade d'accesso alla zona d'intervento B2	75
12.5 Parcheggi	76
13. SITUAZIONE SISMICA DELL'AREA	77
14. CONCLUSIONI.....	82

1. INTRODUZIONE

La società SANTO STEFANO TERME s.p.a. è titolare della concessione per acque termominerali denominata “**SANTO STEFANO**” sita nel territorio del comune di APRILIA (Latina), rilasciata con delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 1791 del 10.05.1977, rinnovata, con delibera n. 6254 del 14.10.1997, per la durata di anni 30.¹

La superficie di terreno data in concessione, come si può verificare dalla planimetria allegata tratta dalla cartografia tecnica regionale in scala 1:10.000, ha una forma triangolare e un'estensione di Ha. 71.83.18 (fig. 1).

Il rinnovo della concessione è stato subordinato alla realizzazione, entro precisi tempi, di strutture di coltivazione

- per lo sfruttamento dell'*acqua minerale carbonica*;
- per lo sfruttamento dell'*acqua termale sulfurea* captata all'interno della concessione stessa e per la quale è stato effettuato il riconoscimento presso il Ministero della Sanità.

La cartografia di riferimento è costituita da:

- C.T.R. sezione 387 150 e 399 030 (figura 1);
- tavoletta in scala 1:25.000 I.G.M. IV NO “ARDEA” (rilievo del 1936, aggiornamento 1938, aggiornamento 2002) (figura 2 e 2 bis).

Nella delibera della concessione, è prevista:

- **la realizzazione dello stabilimento di imbottigliamento**
- **la realizzazione della struttura termale**

Questi due punti costituiscono un punto fondamentale stabilito dalla Regione Lazio nella delibera di rinnovo della concessione mineraria.

¹ La SANTO STEFANO TERME s.p.a. diviene titolare della concessione mineraria in seguito determinazione n. C1720 DEL 02 .092005 “Intestazione e trasferimento per effetto di trasformazione societaria e modifica ragione sociale, della Concessione di acqua termominerale denominata Santo Stefano dalla Soc. S. Stefano S.I.C.A.M. S.r.l. alla Soc. Santo Stefano Terme S.p.a.”.
Delibera n.4257 del 28. 07. 1987: la concessione mineraria è intestata a S. Stefano SICAM s.r.l.
Delibera n. 6254 del 14. 10. 1997: viene rinnovata la concessione con durata per 30 anni, con estensione alla coltivazione d'acqua termominerale e, per la parte mineraria, il progetto delle terme è considerato di pubblica utilità (art.32 R.D. 29 luglio 1927 n.1443)

Acqua minerale carbonica

Fino al momento del rinnovo della concessione, e tuttora, la coltivazione dell'acqua minerale carbonica consiste nell'emungimento dell'acqua dal pozzo, il suo avvio alla miscita ove viene raccolta dai privati in contenitori di loro proprietà. La società garantisce lo sfruttamento del bene minerario in maniera corretta, con controllo chimico e batteriologico, eseguendo analisi di controllo periodiche facendo riferimento alla normativa emanata dal Ministero della sanità (D.L. 22.01.1992, n. 105 e D.L. 12.11.1992, n. 542 e succ. aggiornamenti).

E' intenzione della società promuovere lo sviluppo della risorsa realizzando un piccolo stabilimento di imbottigliamento, con capacità produttiva attualmente dimensionata sulla portata d'acqua ora disponibile (delibera del 13 maggio 1986 n. 2547 che approvava il progetto di imbottigliamento e successivo prot. 1418/79 con dichiarazione di pubblica utilità – art. 32 R.D. 29.07.1927 n. 1443).

La realizzazione dello stabilimento avverrà, come si può evincere dal progetto generale, su terreni di proprietà della società.

Acqua termale sulfurea

Durante la vigenza della concessione mineraria, al concessionario è fatto obbligo di procedere ad ulteriori ricerche nell'area della concessione e del bacino, con lo scopo di migliorarne la gestione e approfondire la conoscenza.

Per tali motivi, la società ha effettuato due campagne geofisiche (geoelettriche e sismiche) che, insieme ad altri indizi diffusi sul territorio, hanno permesso di ipotizzare la presenza di acque di tipo termale.

La Regione Lazio ha quindi autorizzato (delibera di G. R. n. 7227 del 19.09.1995) la società ad eseguire una perforazione geognostica; successivamente, in seguito ai risultati ottenuti, è stata trasformata in pozzo. Infatti è stato rinvenuto un orizzonte di acqua termale sulfurea con $T > 55^{\circ}\text{C}$.

Una volta effettuati gli studi chimici, batteriologici, farmacologici e clinici, si è potuto stabilire la validità in determinate applicazioni curative.

Per tale ragione, nel decreto di rinnovo della concessione mineraria viene stabilito che il concessionario realizzi uno stabilimento di tipo termale.

Anche questa struttura, di cui viene presentato il progetto di massima, avverrà su terreni di proprietà della società.

Osservazioni

Occorre notare che:

1. la realizzazione delle strutture avviene nell'ambito della concessione mineraria;
2. lo stabilimento di imbottigliamento e la struttura termale devono essere realizzate il più vicino possibile alla fonte primaria così da evitare trasporto d'acqua che altererebbe le caratteristiche chimico fisiche e batteriologiche dell'acqua stessa;
3. parte delle opere che dovranno essere realizzate diventeranno pertinenze minerarie della Regione Lazio (L. R. n. 90 del 26.06.1980).

La realizzazione delle strutture previste per lo sfruttamento della risorsa in concessione avviene nel territorio del comune di APRILIA, in prossimità del confine tra le province di Roma e di Latina

Si ricorda inoltre che il bene dato in concessione mineraria e le opere per lo sfruttamento della risorsa mineraria, a norma delle leggi vigenti in materia, devono essere considerate di PUBBLICA UTILITA' (art. 32 R.D. 29 luglio 1927 n.1443).



Vista satellitare della zona interessata dal progetto

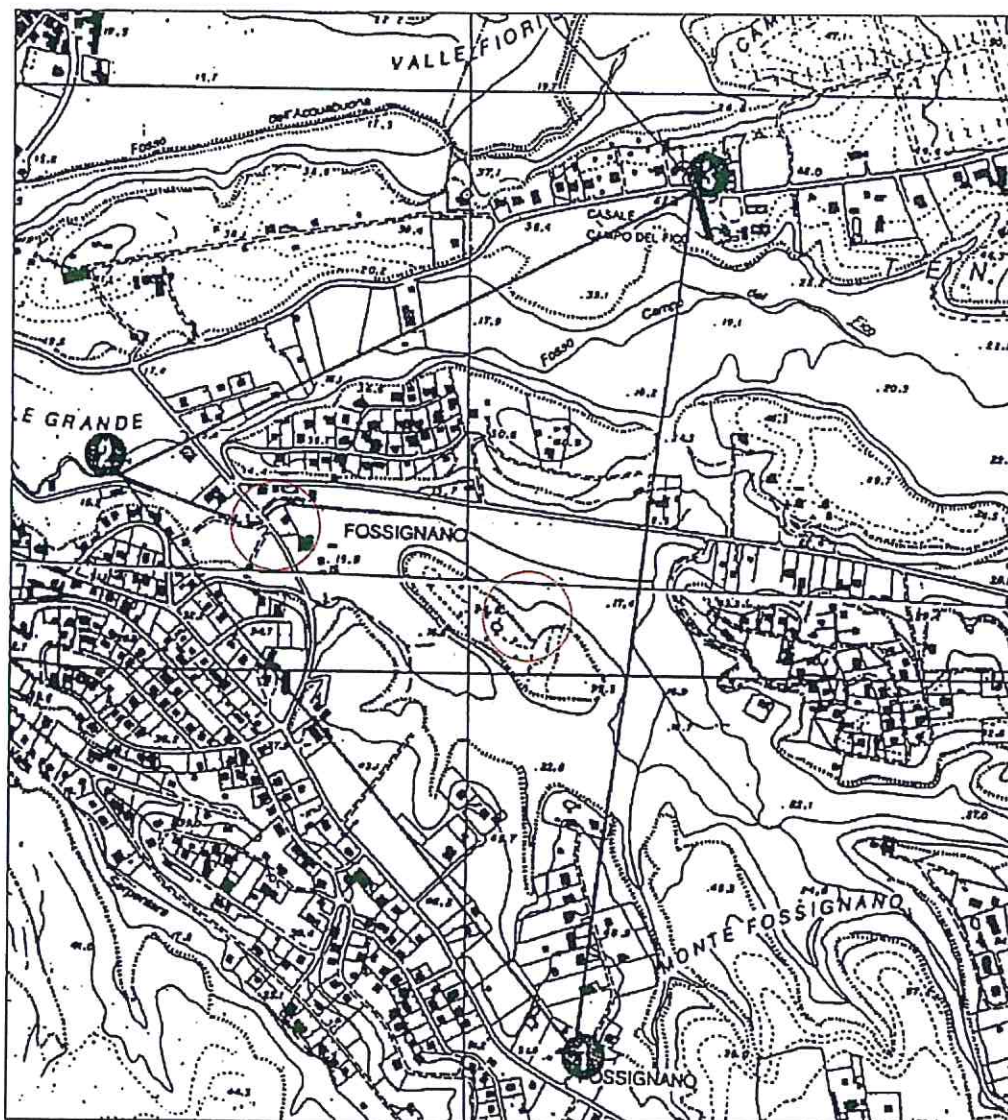


Figura 1: delimitazione dell'area di concessione mineraria
(scala 1:10.000)



Zona dei pozzi d'acqua carbonica



Zona dei pozzi d'acqua sulfurea

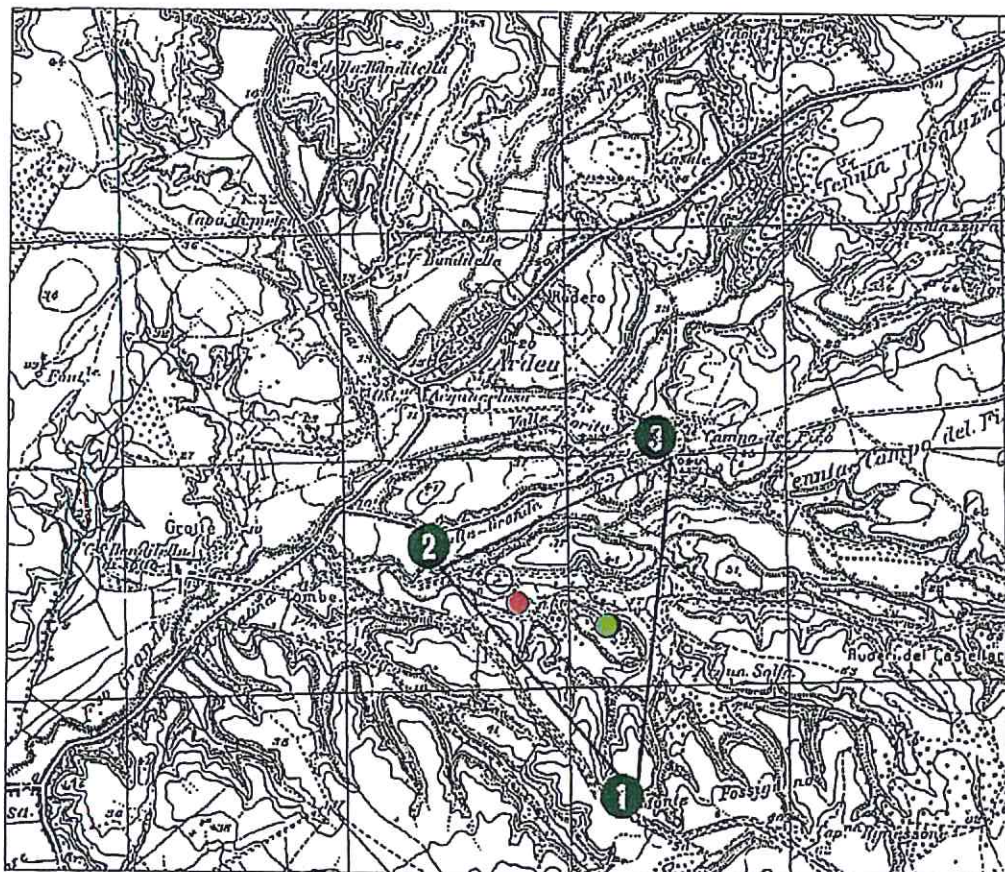


Figura 2: delimitazione in scala 1:25.000 della concessione mineraria

- Ubicazione dei pozzi d'acqua carbonica
- Ubicazione del pozzo d'acqua sulfurea

2. CLIMATOLOGIA

La stazione termopluviometrica indice della zona è considerata quella di Ardea, più vicina alla zona di interesse.

La sua posizione è così definita.

QUOTA
37 m s.l.m.

LONGITUDINE
0° 6'E

LATITUDINE
41° 36'N

Di tale stazione si dispongono i dati relativi a 14 anni consecutivi: si tratta quindi di un numero di rilevazioni tali da consentire di avere un quadro coerente con lo stato di fatto.

2.1 Temperatura

I valori medi mensili delle temperature massime, minime, medie giornaliere e delle escursioni termiche registrate in questo periodo di tempo, sono riportate in tabella 1.

ARDEA				
	Max.	Min.	Med.	Exc.
Gennaio	11,6	4,2	7,9	7,4
Febbraio	13,3	4,8	9	8,5
Marzo	14,2	6	10,1	9,6
Aprile	18,4	8,5	13,4	9,9
Maggio	21,8	11,9	16,8	9,4
Giugno	29,1	15,5	20,8	10,6
Luglio	28,4	17,8	23,1	10,5
Agosto	28	17,5	22,7	10,6
Settembre	25,1	16,2	21	9,9
Ottobre	22,4	13	17,1	9,3
Novembre	17,6	8,6	12,8	8
Dicembre	13,3	5,7	9,5	8

Tabella 1

La rappresentazione grafica dell'andamento delle temperature è rappresentato nel grafico nella pagina successiva (grafico 1).

Si può osservare come i valori di massimo e di minimo coincidano rispettivamente con luglio – agosto e gennaio – febbraio: tale comportamento è anche caratteristico per le

altre stazioni presenti sul versante dei Colli Albani che si affaccia verso la pianura pontina.

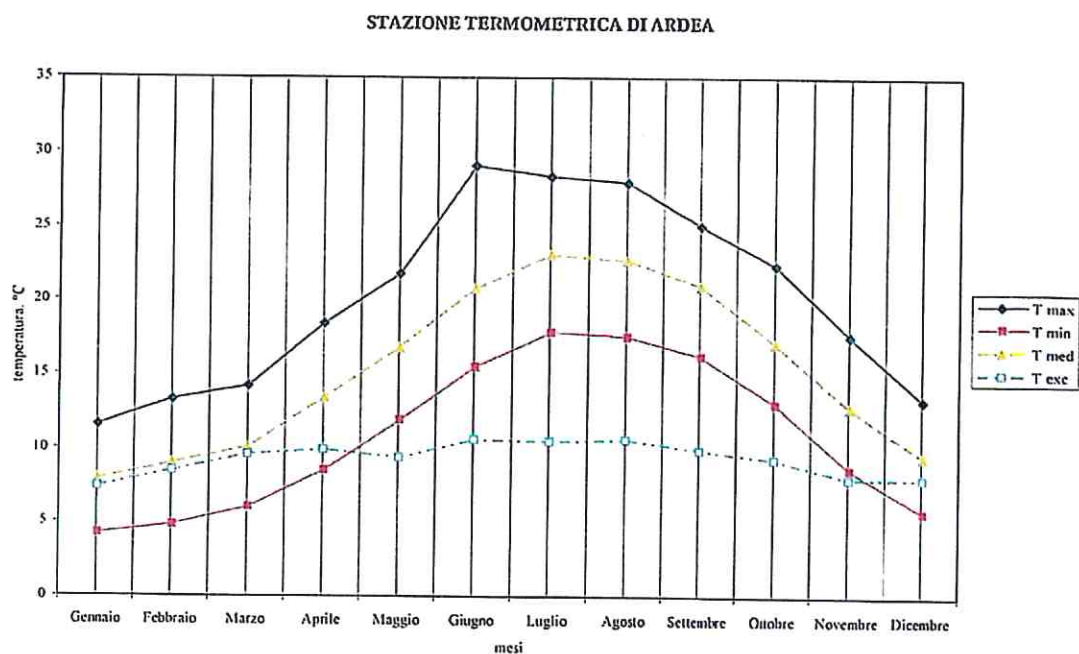


Grafico 1

Le temperature medie annue, massime, minime, medie e delle escursioni, sono invece:

ARDEA	TEMPERATURE MEDIE ANNUE			
	Massima	Minima	Media	Escursione
	20,2	10,8	15,5	9,4

Tabella 2

Questi valori risentono, rispetto alle medie che si riscontrano nella zona, della relativa vicinanza del mare, che agisce come termoregolatore.

Il termogramma ottenuto dalla stazione di Ardea (grafico 2) pone in evidenza che tra le temperature medie mensili tra il mese più freddo e il mese più caldo le differenze sono molto contenute così come la differenza tra minima e massima escursione: tuttocì sta ad indicare l'esistenza di un clima mite e regolare.

TERMOGRAMMA DELLA STAZIONE DI ARDEA

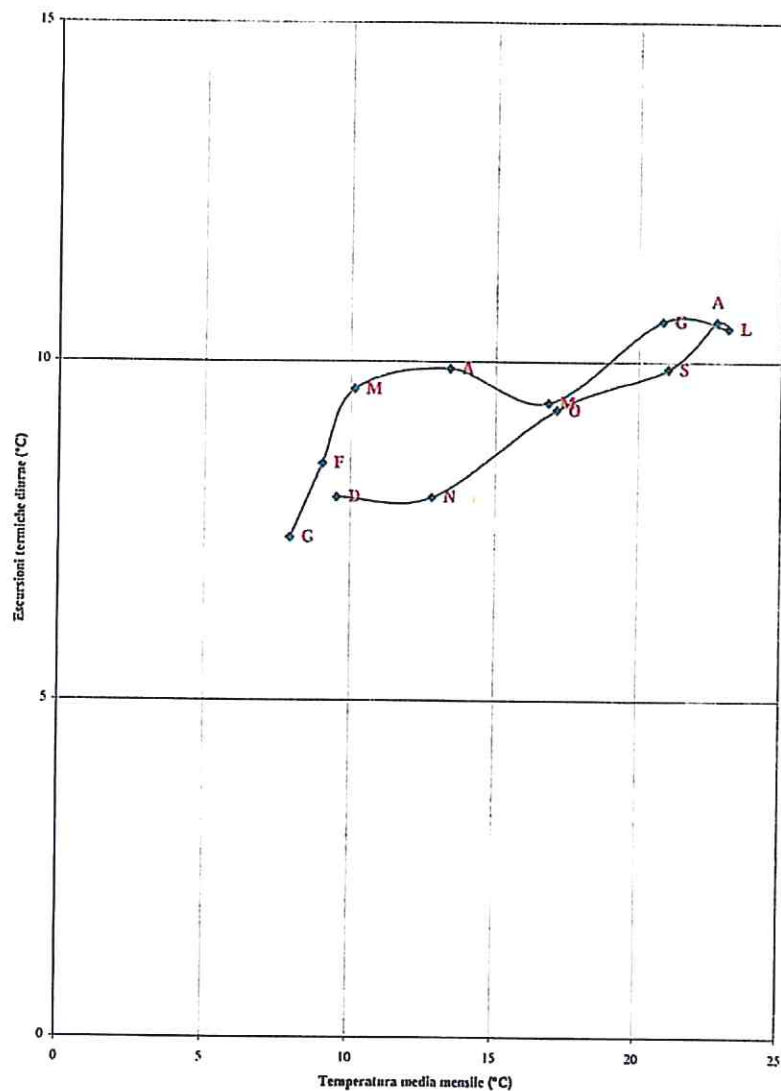


Grafico 2

2.2 Pluviometria

La zona in esame appartiene alla regione idrogeologica dei Colli Albani e, per quanto riguarda le precipitazioni nella zona, si sono considerati i valori pluviometrici registrati presso le stazioni di Aprilia e di Ardea, molto prossima all'area data in concessione.

Si dispongono quindi delle due stazioni (tabella 3):

	QUOTA	LONGITUDINE	LATITUDINE
ARDEA	37 m s.l.m.	0° 6' E	41° 36' N
APRILIA	71 m s.l.m.	0° 12' E	41° 38' N

Tabella 3

I dati pluviometrici certi e presi in considerazione coprono il periodo dal 1921 al 1965.

Consideriamo ora la piovosità mensile.

Nella tabella 4, sono riportati i valori della *piovosità media mensile* (Pm) e dei *giorni piovosi* (G).

APRILIA			ARDEA		
M	P _m	G _p		P _m	G _p
G	90	7,8	G	95	9,5
F	93	7,6	F	91	9,1
M	82	8,3	M	70	7,7
A	58	6,6	A	58	6,4
M	53	6,7	M	48	5,5
G	28	3,4	G	22	2,7
L	12	1,2	L	12	1,3
A	19	1,5	A	21	2
S	72	3,6	S	86	4,8
O	122	8	O	120	7,6
N	131	9,9	N	131	10,4
D	114	10,3	D	119	11,1

Tabella 4

Esaminando il grafico 3 ottenuto da questi valori, si osserva che le medie mensili e i giorni piovosi hanno un andamento simile nell'arco dell'anno. La piovosità mensile presenta un massimo autunnale e un minimo estivo.

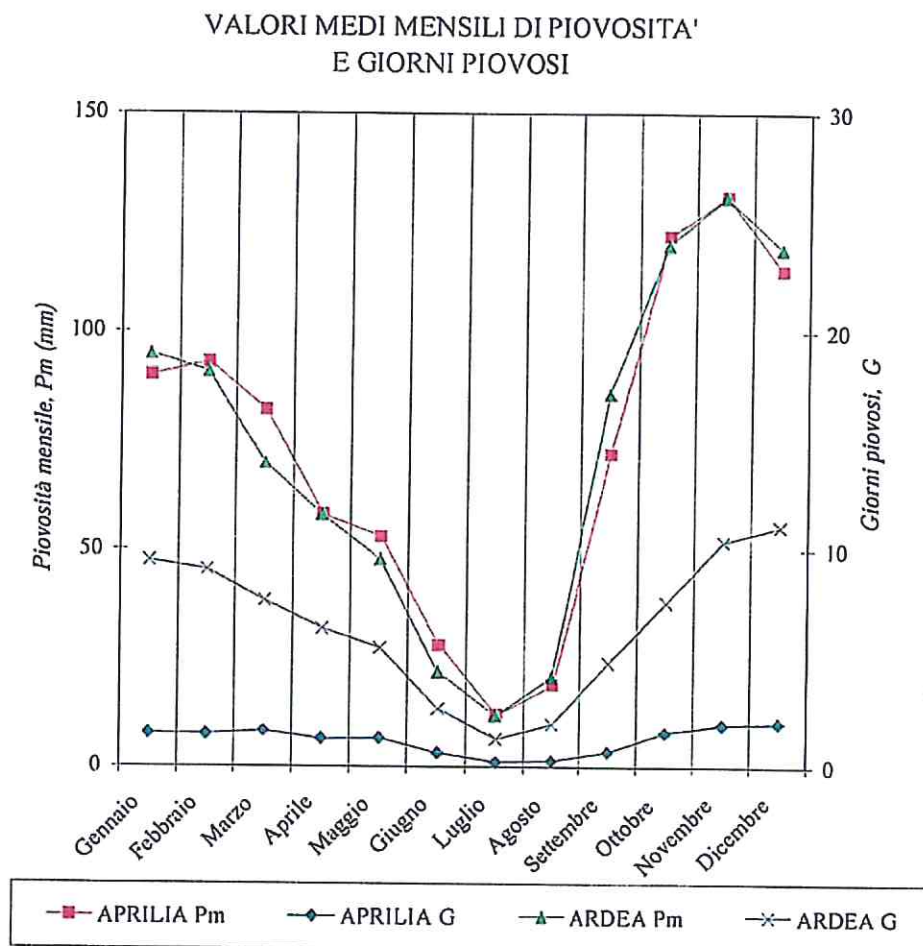


Grafico 3

Il mese più piovoso risulta essere novembre, mentre il mese di luglio risulta essere il meno piovoso.

Nella successiva tabella 5, sono riportate le *piovosità medie mensili* riferite alle due stazioni e al medesimo periodo di tempo preso in esame.

	APRILIA	ARDEA
Gennaio	11.54	10.00
Febbraio	12.24	10.00
Marzo	9.88	9.09
Aprile	8.79	9.06
Maggio	7.91	8.73
Giugno	8.24	8.15
Luglio	10.00	9.23
Agosto	12.67	10.50
Settembre	20.00	17.92
Ottobre	15.25	15.79
Novembre	12.23	12.59
Dicembre	11.07	10.72
<i>Max delle densità medie mensili</i>	<i>20.00</i>	<i>17.92</i>

Tabella 5

PIOVOSITA' MEDIA MENSILE

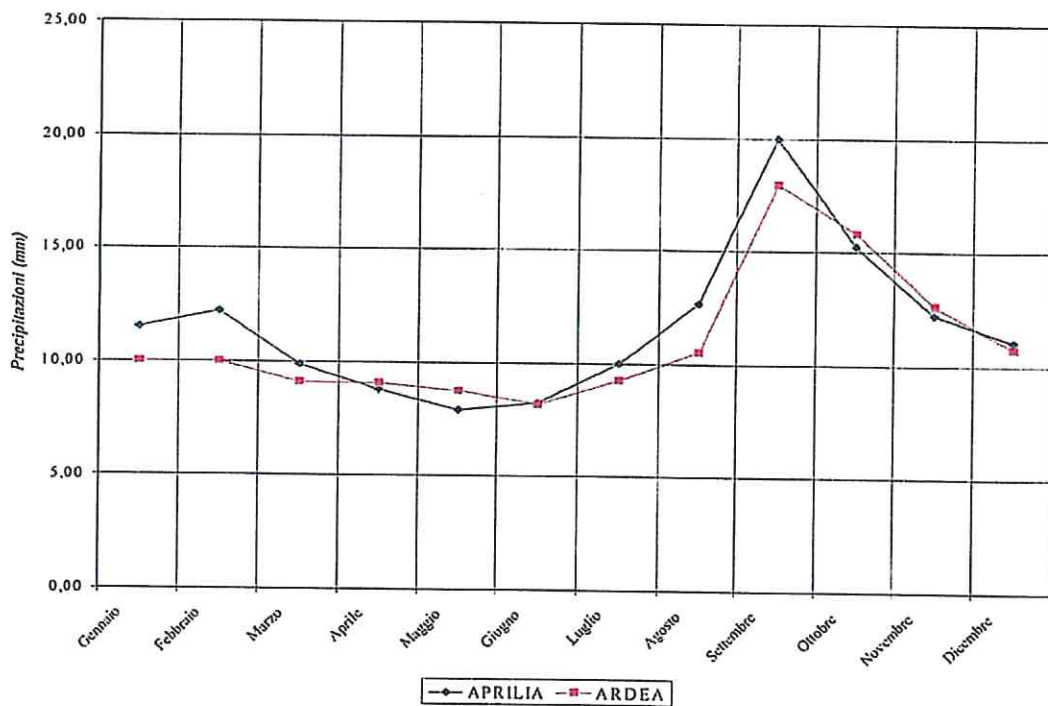


Grafico 4

Si conferma, dall'esame dei dati, una continua diminuzione da dicembre a luglio, e un forte aumento da luglio a settembre e una progressiva successiva diminuzione. Può così essere definita la situazione climatica della zona in esame. E' necessario procedere all'elaborazione dei dati disponibili, esaminando la piovosità media annuale per le due stazioni e utilizzando tutti i dati disponibili e registrati, anche in vari periodi, così da coprire un arco di tempo di 45 anni.

I dati ricavati sono riportati nelle tabelle seguenti.

VALORI DELLE PRECIPITAZIONI ANNUE MEDIE, MASSIME E MINIME						
	Anni di rilevamento	Piovosità media annua P_{med} (mm)	Piovosità massima in un anno P_{max} (mm)	$(P_{max} - P_{med}) \cdot 100$ P_{med}	Piovosità minima in un anno P_{min} (mm)	$(P_{min} - P_{med}) \cdot 100$ P_{med}
APRILIA	19	874	1085	24.14	605	30.78
ARDEA	38	872.5	1171	34.29	530	39.29

Tabella 6

PIOVOSITÀ MEDIA ANNUA SU 45 ANNI			
	Superficie del poligono d'influenza A_i (km²)	Piovosità media annua P_i (mm)	$A_i \times P_i$ (m³ x 10³)
APRILIA	24.5	874.0	21413
ARDEA	92.1	872.5	80357.25

Tabella 7

Si tenga presente che per la regione idrogeologica dei Colli Albani, a cui appartengono le stazioni di Aprilia e Ardea, la piovosità media annua è pari a 942 mm: rispetto alla situazione della zona in esame, le minori precipitazioni medie annue (circa 75 mm) sono spiegabili con la situazione morfologica debolmente collinosa e in ogni caso soggetta all'azione del vento da parte del mare.

Vi è quindi una distribuzione delle piogge che riflette l'andamento dei rilievi morfologici, ossia:

- minimi di piovosità verso la piana costiera;
- massimi di piovosità verso la zona a quote più elevate.

Riassumendo, dal punto di vista climatico, la zona in genere è caratterizzata da due tipi stagionali: *inverni freddi e umidi* alternati a *estati calde e asciutte*.

2.3 Evotraspirazione

L'*evotraspirazione* risulta in media di 581 mm/anno: di conseguenza, della quantità media annua di precipitazioni (circa $90 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$) circa il 73% ritorna all'atmosfera ($65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$), mentre solo il 27%, pari a circa $26 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{anno}$ rappresenta il deflusso superficiale e l'infiltrazione.

La situazione climatica generale, riferita alla situazione tipica della zona dei Colli Albani, risulta essere con piovosità inferiore alla media dell'area (942 mm); nella medesima area, l'*evotraspirazione* media è valutata pari al 58%, contro il 73% indicato per la zona di Ardea e di Aprilia.

Il contributo delle precipitazioni al ruscellamento e all'infiltrazione è quindi minimo: l'infiltrazione poi, soprattutto nell'area di specifico interesse, è da considerarsi minimo, come precedentemente osservato, nel considerare la permeabilità dei terreni superficiali. La situazione climatica, esaminando dalla letteratura i dati pluviometrici e termometrici generali, indica che si è in presenza di un clima umido, con grande deficienza d'acqua nel periodo estivo e concentrazione di *evotraspirazione* (> 32%) sempre nel periodo estivo.

L'accumulo d'acqua nel terreno diminuisce nei periodi di maggio e giugno, annullandosi nei mesi di luglio, agosto e settembre.

Aumenta durante ottobre, progressivamente; in novembre e dicembre, l'accumulo è massimo.

3. BACINO IDRICO DI RIFERIMENTO.

3.1. Acque superficiali

La concessione mineraria è attraversata dal Fosso dell'Acqua Solfa, tributario di sinistra (orografica) del più importante Fosso Grande, appartenente alla regione idrogeologica dei Colli Albani.

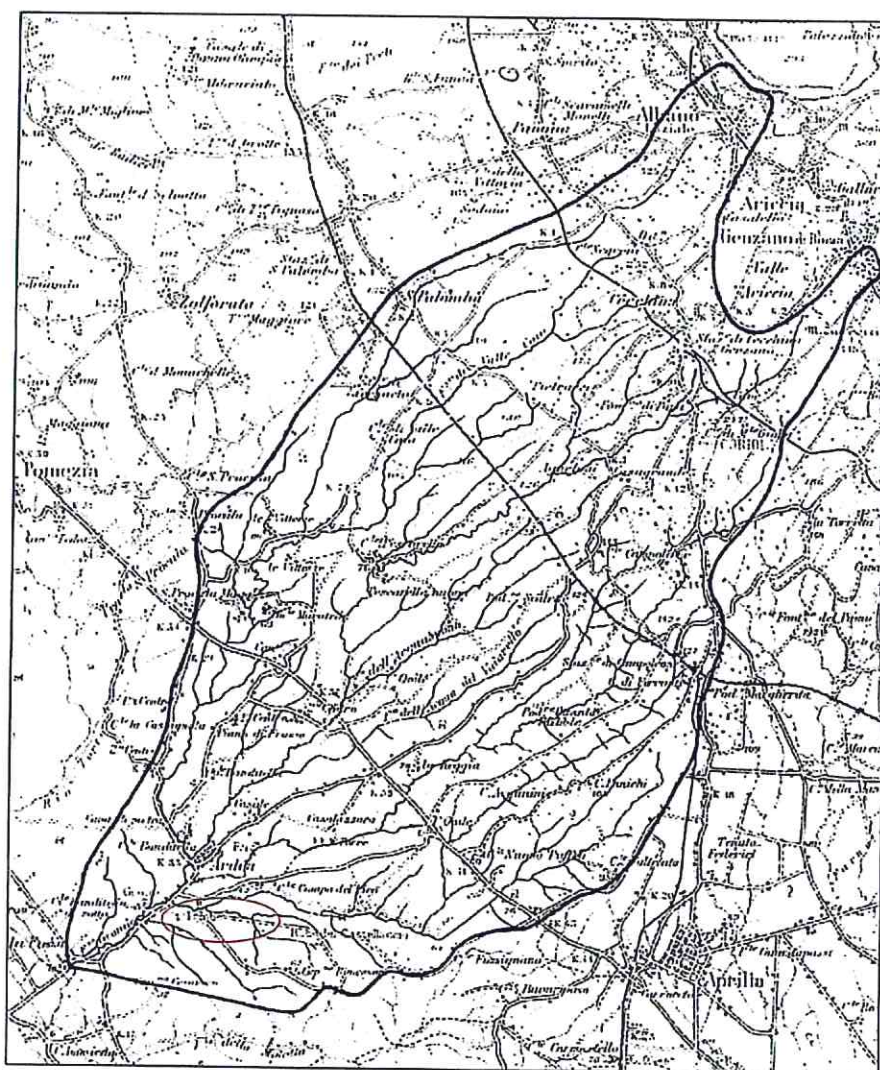


Figura 3: bacino del Fosso Grande



Ubicazione del bacino di interesse

Nel dettaglio, il bacino di stretto interesse è rappresentato in figura 4

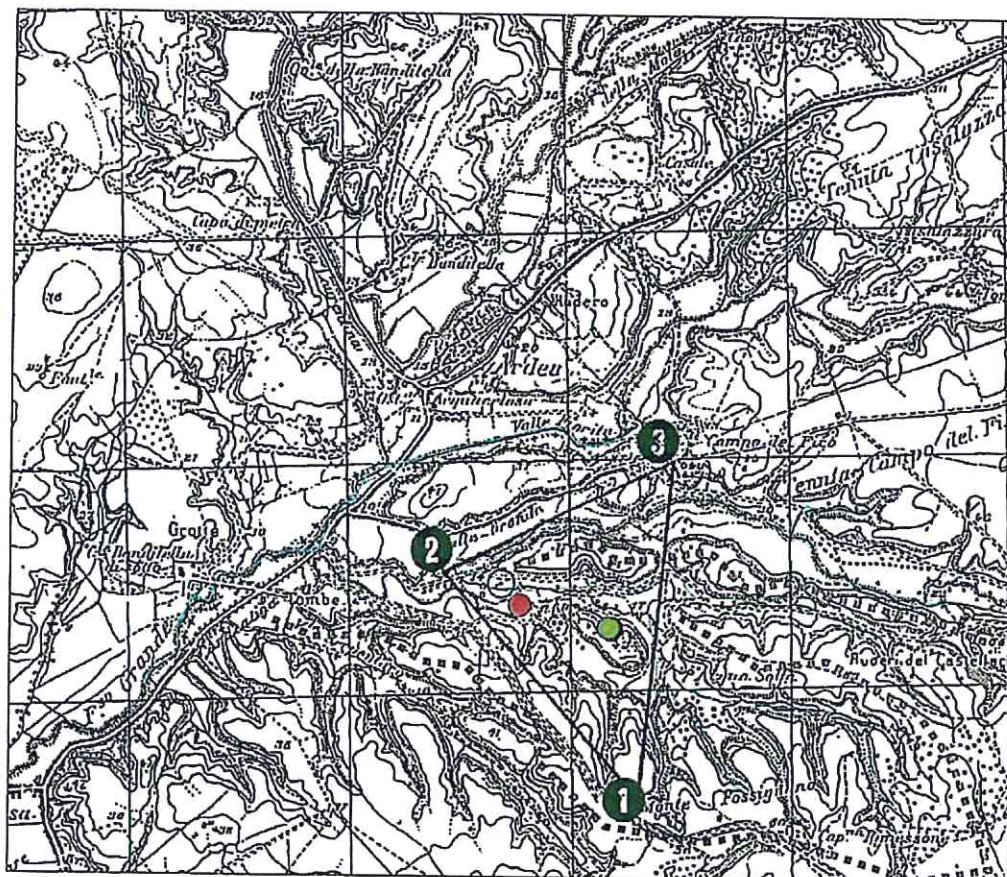


Figura 4: reticolo idrografico e relativo bacino

- ① ————— ② Limite della concessione mineraria
- Ubicazione dei pozzi d'acqua carbonica
- Ubicazione del pozzo d'acqua sulfurea
- Limite del bacino idrografico superficiale
- ~~~~~> Corsi d'acqua

Caratteristiche fondamentali del bacino del Fosso Grande

Area S (km ²)	Lunghezza dell'asta L (km)	Quota media Q _{med} (m s.l.m.)	Quota minima Q _{min} (m s.l.m.)	Q _{med} - Q _{min} A (m)	Tempo di corrivazione t _c (ore)
126.79	23.50	104.45	10.00	94.45	10.34

Tabella 8

Il tempo di corrivazione t_c è dato da:

$$t_c = (4\sqrt{S} + 1.5 L) / 0.8 \sqrt{A}$$

S = area del bacino

L = lunghezza dell'asta

A = differenza tra Q_{med} - Q_{min}

3.2.1.3 Altezza critica della pioggia: 20, 50 e 100 anni

Per altezza critica h_c di un bacino, si deve intendere la massima altezza di pioggia prevedibile, durante un tempo prestabilito, che può verificarsi in un tempo uguale al tempo di corrivazione calcolato per quel bacino.

Dalla letteratura, i dati sono stati elaborati per la regione dei Colli Albani, a cui appartiene il bacino del Fosso Grande, e si sono ottenuti:

1. valori di altezza critica di pioggia di durata di 1, 3, 6, 12 24 ore, per tempi di ritorno di 20, 50 e 100 anni;
2. i valori dei coefficienti a e n delle curve di probabilità pluviometrica h_c = atⁿ per tempi di ritorno di 20, 50 e 100 anni;

Nel caso di questa regione, è stata presa in esame la stazione di Albano e si sono ottenuti i seguenti valori di altezza di pioggia:

Tempo di ritorno	Durata in ore				
	1	3	6	12	24
100	59.47	77.77	80.58	100.78	101.92
50	54.44	70.85	73.84	92.32	95.06
20	47.74	61.61	64.84	81.04	85.91

Tabella 9

I coefficienti a e n per i tempi di 20, 50 e 100 anni sono:

Tempo di ritorno (anni)			
	100	50	20
a	61.20	55.71	48.39
n	0.17	0.18	0.19

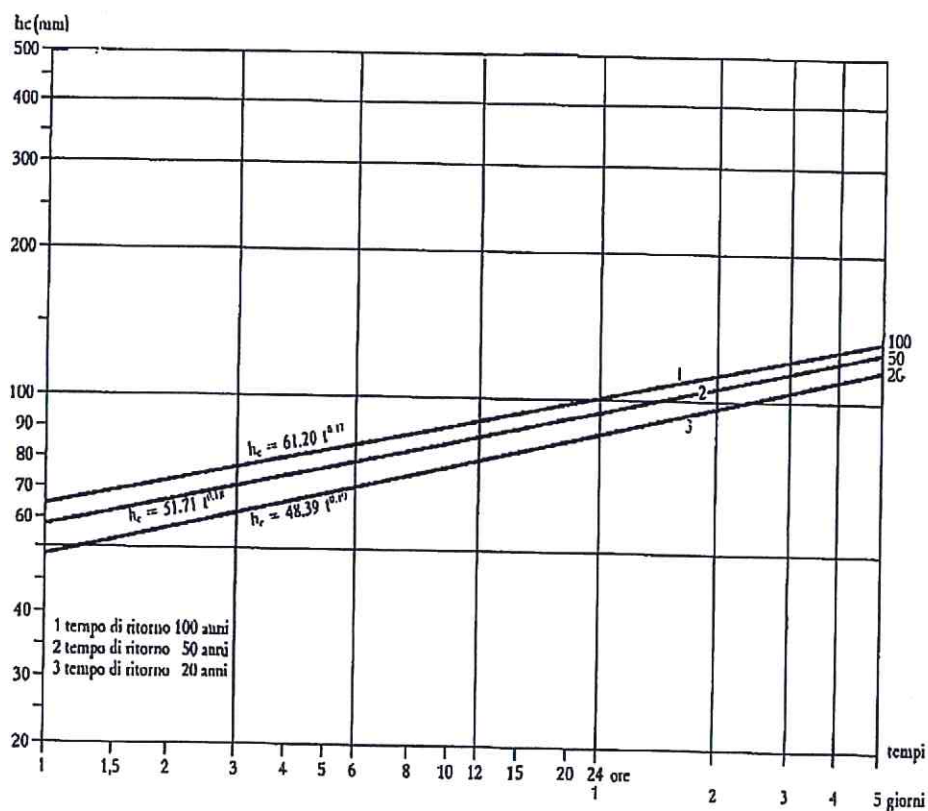


Tabella 10

Regione dei Colli Albani: rappresentazione grafica dell'altezza critica h_c per tempi di ritorno di 100, 50 e 20 anni (curve 1, 2 e 3) (da U. Ventriglia)

3.2.1.4 Portate massime del Fosso Grande

Ricorrendo alla formula di Giandotti e considerando i valori di h_c , nota la superficie S del bacino e il tempo di corrivazione t_c , ponendo i coefficienti γ , ϕ , λ che compaiono nella formula di Giandotti, pari rispettivamente a 0.5, 4 e 10 (dipendendo dalla forma del bacino), si ottiene:

Tempo di corrivazione t_c (ore)	ALTEZZA CRITICA H_c (m)		
	20	50	100
	anni	anni	anni
10.34	0.089	0.101	0.110

Tabella 11

3.2.1 Il bacino del Fosso dell'Acqua Solfa

Questo fosso fa parte del reticolo del corso d'acqua di Fosso del Fico, tributario di sinistra orografica del Fosso Grande; il Fosso dell'acqua Solfa è un sottobacino con una superficie molto limitata e così pure la lunghezza (figura 5).

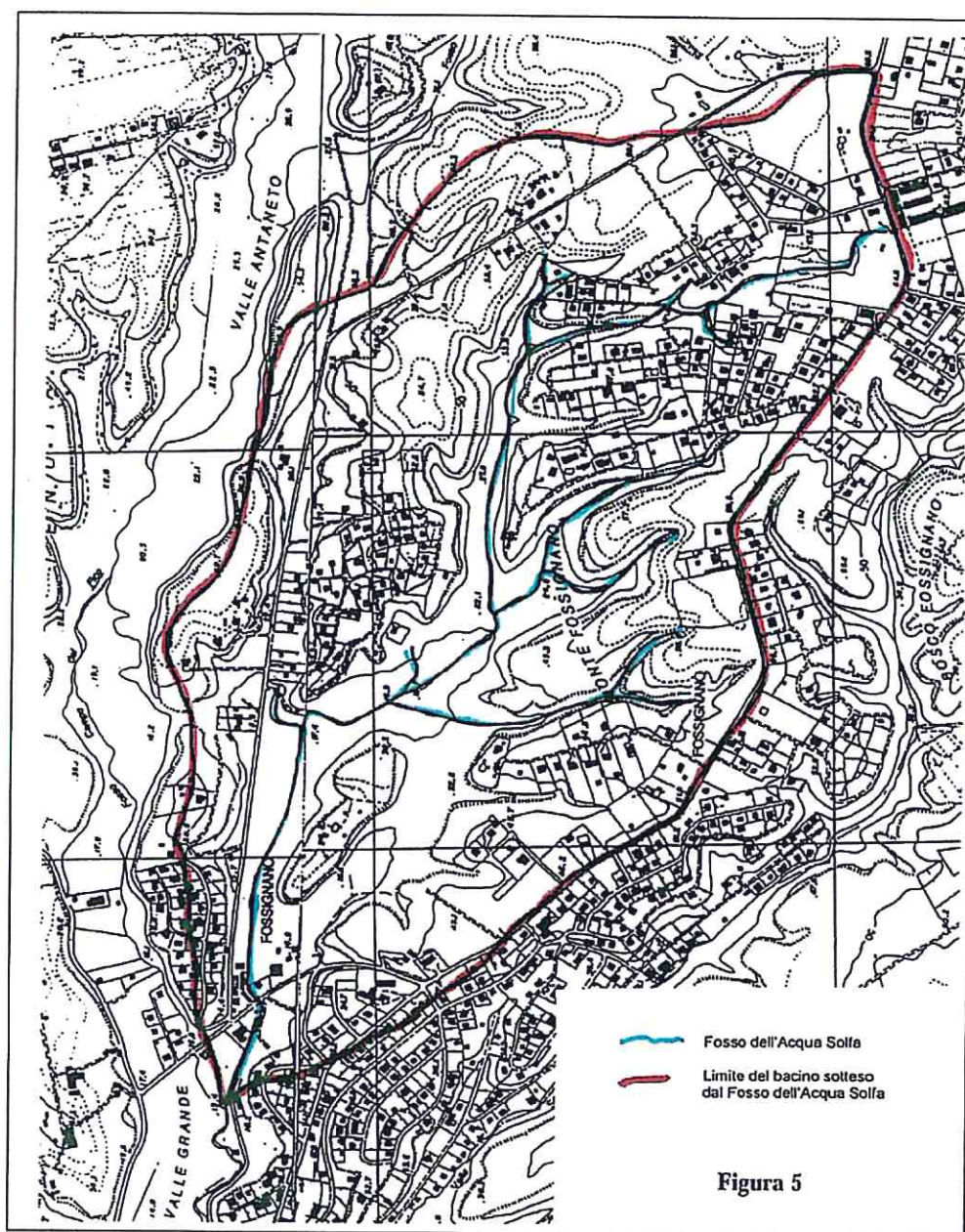
Il Fosso dell'Acqua Solfa non è classificato come acqua pubblica: è un fosso di raccolta e scarico appartenente al Consorzio di Bonifica di Pratica di mare

Il Fosso dell'Acqua Solfa è un canale di drenaggio delle acque superficiali che vengono raccolte dal piccolo bacino idrografico sotteso: gran parte del bacino è interessato da terreno seminativo, mentre vegetazione di alto fusto è concentrata al centro del bacino stesso, in corrispondenza di un rilievo collinare, e sui bordi del bacino stesso. Verso questo fosso convergono tutti i piccoli fossi di drenaggio dei terreni seminativi.

Lungo il limite idrografico vi sono numerose abitazioni affaccianti verso le strade che si snodano in cresta.

Il Fosso dell'Acqua Solfa raccoglie le acque che non sono assorbite dal terreno sabbio argilloso superficiale, una volta che questo abbia raggiunto la saturazione, in occasione di intense e continue precipitazioni meteoriche (settembre e novembre). Questo tipo di regime è stato ben evidenziato nel capitolo 2.2 dedicato alla pluviometria.

Lungo il tracciato del fosso, a monte della zona di interesse, esistono sorgenti di modesta entità correlate con l'andamento stagionale delle precipitazioni e vi sono anche emergenze d'acqua sulfurea.



La profondità del fosso aumenta gradualmente con la pendenza, molto limitata, a partire dalla quota di monte, ove il fosso è fisicamente individuabile, pari a quella topografica del piano di campagna: viene raggiunta una profondità, in corrispondenza della confluenza con il Fosso di campo del Fico, di circa 2.50 m.

La larghezza tra le due sponde cresce gradualmente verso valle, da circa 0.50 m fino a 8 m circa all'altezza della confluenza con il Fosso di campo del Fico.

Nella fascia di interesse, la larghezza del fosso dell'Acqua Solfa varia da circa 1,80 m a 4.50 metri.

Il Consorzio di Bonifica di Pratica di Mare, ente gestore, provvede alla regolarizzazione delle sponde del fosso, in prossimità delle abitazioni di via Fossignano, realizzando un rivestimento della sponda con massi di pietrame, a secco, ottenendo così il rivestimento della sponda, il contenimento del terreno e la scabrosità della superficie permette alla corrente dell'acqua, in occasione di elevate precipitazioni, di rallentare la velocità di scorrimento.

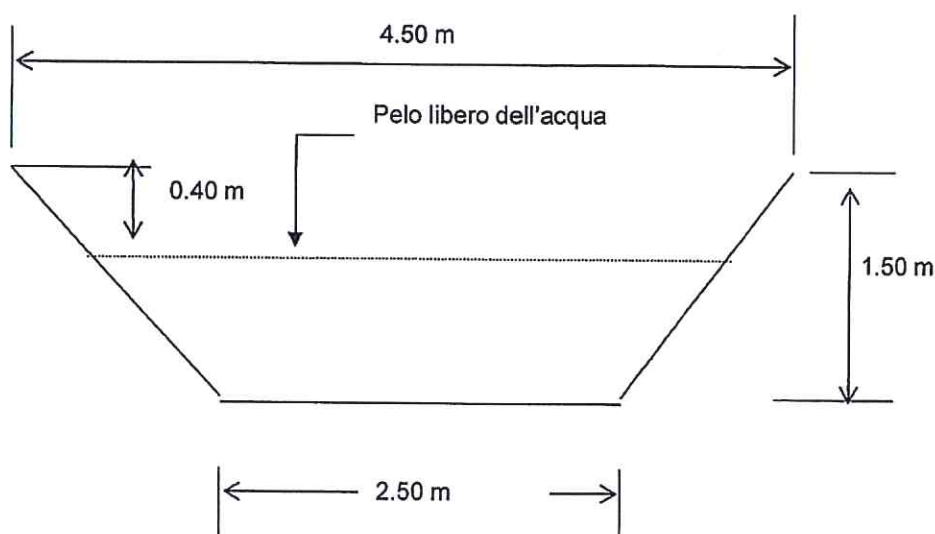
Di conseguenza, a tale piccolo bacino, ricco di vegetazione sia arborea che prativa, occorre applicare opportuni coefficienti di riduzione.

Il bacino ha le seguenti caratteristiche (cautelative):

Superficie bacino S (km ²)	Portata massima (m ³ /s)	Q _{max}	Pendenza i
10	323		0.01

Tabella 12

L'asta del fosso ha una lunghezza di circa 800 m, con sezione media geometrica così rappresentabile:



Per tale sezione viene fatta la verifica di massima piena:

sezione bagnata: $A = 3.5 \text{ m}^2$

perimetro bagnato: $P = 5.35 \text{ m}$

raggio idraulico: $A/P = 0.65$

coefficiente di scabrosità: $\gamma = 1.3$

$c = 33.3$

$V_f = 2.68 \text{ m/s}$

$Q_f = A * V_f = 9.38 \text{ m}^3/\text{s}$

La portata dell'acqua è relativa ad un livello d'acqua di 1 m, ben inferiore alla portata massima precedentemente indicata per il bacino in considerazione, con piovosità massima nelle 24 ore di 101.92 mm.

Stabilendo un franco massimo di 0.40 m, si ha:

sezione bagnata: $A = 4.9 \text{ m}^2$

perimetro bagnato: $P = 6.45 \text{ m}$

raggio idraulico: $A/P = 0.75$

coefficiente di scabrosità: $\gamma = 1.3$

$c = 34.78$

$V_f = 3.01 \text{ m/s}$

$Q_f = A * V_f = 14.75 \text{ m}^3/\text{s}$

Questa portata, raffrontata a quella prevista per piccoli bacini in base ai valori tabulati in letteratura per il Lazio, è decisamente inferiore e di conseguenza non si hanno per il bacino dell'Acqua Solfa rischi di esondazione, anche per valori di piovosità superiori a quelli registrati.

3.2.1.1 Considerazioni conclusive

E' intenzione della società SANTOSTEFANO TERME s.p.a.. valorizzare il corso d'acqua che attraversa la proprietà e la concessione.

Il progetto di valorizzazione generale prevede, come è evidenziato nel progetto generale, la realizzazione, nella zona di monte del fosso dell'Acqua Solfa di un complesso alberghiero – termale, mentre nella zona di valle uno stabilimento di imbottigliamento.

E' quindi chiaro che il progetto di valorizzazione della coltivazione implica per il fosso dell'Acqua Solfa una sistemazione di tipo idraulico molto accurata ed attenta, volta a mantenere il tracciato attuale, valorizzandone anche la valenza architettonica e ambientale.

3.1.1 Il bacino del Fosso Grande

3.1.1.1 Descrizione del bacino

Come si può osservare dalla figura 3, l'area della concessione mineraria S. STEFANO insiste sulla parte SO del bacino del Fosso Grande, principale corso d'acqua della zona, ed è attraversata dal Fosso dell'Acqua Solfa, tributario del fosso di Campo del Fico, a sua volta confluyente, poche decine di metri più avanti, con il Fosso Grande che sbocca nella piana costiera a circa 1 km dal mare.

Il Fosso Grande raccoglie le acque di molti fossi che hanno origine dal versante meridionale dei Colli Albani: confluiscono verso l'asta terminale del Fosso Grande, poco a S di Ardea. Sfocia nel mar Tirreno a SO di Ardea, sboccando nella pianura costiera a circa 1 km dal mare, ad una quota di 10 m s.l.m.

I più importanti sono il fosso della Muratella, il fosso dell'Acqua Buona, il fosso dell'Acqua di Vaiarello, il fosso Marano e il fosso del Campo del Fico in cui affluisce il fosso drenante detto dell'Acqua Solfa.

Il bacino imbrifero del Fosso Grande ha direzione NE - SO e interessa a monte la parte terminale dei rilievi collinari sud occidentali dei Colli Albani, degrada poi verso mare interessando una regione con quota debolmente decrescente, dolcemente ondulata e incisa da vari fossi.

Le caratteristiche del bacino sono:

- superficie: 127 km²;
- altitudine media: 104, 45 m s.l.m.;
- fattore di forma: 2.1;
- asta principale del fosso: 23.5 km.
- pendenza media: 1.6%

La copertura vegetazionale è costituita da:

- bosco: 10%
- pascolo: 20%
- vigneto e seminativo 70%

Il fondovalle del Fosso Grande e dei suoi affluenti è ricoperto da alluvioni fluviali, limo sabbiose, per circa il 5% del bacino.

La parte mediana e bassa del bacino, lungo le sponde del Fosso Grande e dei suoi affluenti, affiorano i depositi piroclastici delle pozzolane inferiori (3-4%), mentre le scarpate sono costituite da tufo lionato (5%)².

I pianori sovrastanti i fondovalle sono costituiti dalle pozzolane superiori (40%).

Gli altri terreni che si incontrano sono costituiti, partendo dalla foce verso monte, da:

- sabbie dunari costiere (15%);
- tufi di Villa Senni, lapilli e lava (30%)

La permeabilità di questi terreni può così, essere definita:

Mediamente permeabile	Porosità	Alluvioni Sabbie pleistoceniche e dunari Pozzolane Tufo di villa Senni Lapilli e depositi vulcanici (Albano, Nemi, ecc.)
	Fratturazione	Tufi, tufo lionato
Poco permeabili	Fratturazione	Lava

La falda idrica principale ha una pendenza idraulica media pari a 1%, profonda nella parte alta del bacino, superficiale nella parte bassa.

Dopo aver esaminato sommariamente le caratteristiche generali morfologiche e geologiche, è possibile considerare le caratteristiche idrologiche, valutando il tempo di corrivazione, l'altezza critica della pioggia per periodi di 20, 50 e 100 anni, facendo riferimento alle formule di Giandotti, Mongiardini e Pulselli.

Queste considerazioni riguardano tutto il bacino del Fosso Grande, a cui appartengono il Fosso di Campo del Fico e il Fosso dell'Acqua Solfa che interessano direttamente la concessione mineraria.

Essi sono situati all'estremità meridionale del bacino, dove affiorano le pozzolane inferiori e le pareti dei valloni sono costituite da tufo lionato.

3.1.1.2 Tempo di corrivazione

La delimitazione del bacino è riportata nella cartografia allegata e per il bacino in esame si è determinato:

² Della situazione geologica di dettaglio si parlerà più avanti.

Gran parte del suo corso (circa 300 m) si articola alle pendici della fascia collinare boscata, che nel programma progettuale è integrata nella parte ricettiva termale

Principalmente **nel tratto**, dove il programma progettuale **non prevede alcuna nuova edificazione**, verrà mantenuto il tracciato esistente del corso d'acqua interessando quest'ultimo solo con interventi di *delimitazione dell'alveo* ordinario e di *integrazione delle difese delle sponde*, finalizzati al mantenimento delle condizioni di equilibrio esistenti tra il regime del corso d'acqua e la natura del terreno.

Molteplici sono quindi i fattori che possono influire sul criterio progettuale più adatto sia dal punto di vista tecnico che economico.

Partendo da un'accurata analisi della natura e delle caratteristiche del corso d'acqua, che sono state prima descritte, e delle "condizioni dell'intorno", dettate dalle esigenze e dalle utilizzazioni dei suoli limitrofi, il tipo di intervento previsto deve quindi far coesistere, nel miglior modo possibile le esigenze antropiche e le situazioni naturali.

Sul fondo del fosso verranno realizzati limitati dislivelli atti a mantenere il corso d'acqua sempre ossigenato e anche tali da consentire la deposizione di eventuali materiali detritici trasportati.

Per quanto riguarda invece i due tratti limitrofi agli interventi di nuova edificazione, è stata prevista la canalizzazione del Fosso in condotto con sezione a perimetro chiuso. La fase progettuale esecutiva sarà comunque preceduta da tutte le indagini (topografiche, geotecniche, ecc.) per le opportune verifiche conclusive al fine di consentire l'ottimizzazione degli interventi previsti e il rispetto delle normative vigenti.

Lungo il tracciato del fosso, a monte della zona di interesse, esistono sorgenti di modesta entità correlate con l'andamento stagionale delle precipitazioni e numerose emergenze di acqua sulfurea.

La profondità del fosso aumenta gradualmente con la pendenza, molto limitata, e da una quota pari al piano campagna raggiunge una profondità, alla confluenza con il Fosso di Campo del Fico, di circa 2.50 m.

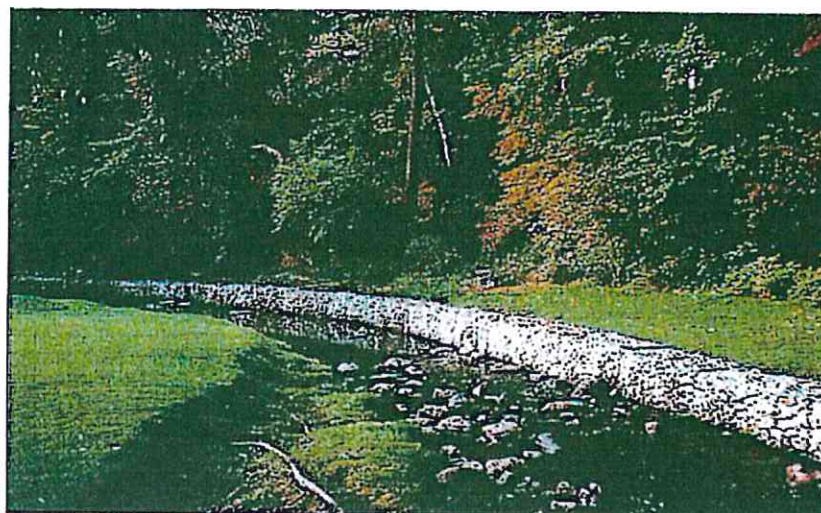


Foto 1: esempio di possibile sistemazione del fosso

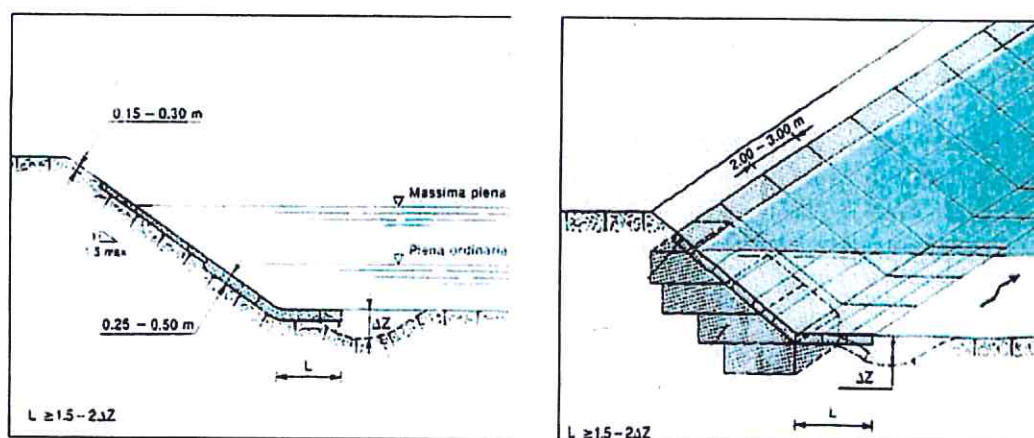


Figura 6: possibili forme di sistemazione spondale

4. MORFOLOGIA E GEOLOGIA DELLA ZONA DELLA CONCESSIONE

4.1. Morfologia

Il territorio situato a S di Roma, in particolare in questa zona in esame, è costituito, a grandi linee, da una successione di livelli di natura vulcanica, intercalati e/o sovrapposti a livelli di natura sedimentaria, in particolare ad argille, sabbie, limi, depositi ciottolosi. Il territorio appartiene alla parte meridionale della campagna romana, al confine con l'Agro Pontino. Coincide, a grandi linee con la scarpata a debole inclinazione, posta tra l'altopiano pontino, pendente dolcemente verso SO e il mare.

L'altopiano è inciso da valloni inizialmente incassati, con versanti ripidi (tavola 1); man mano che ci si avvicina alla linea di costa, le incisioni tendono ad aprirsi, divenendo così sempre più aperti e con fondo largo e piatto. All'interno di essi, si isolano poggi e colline.

Si impostano, in questo sistema vallivo complesso, ampi bacini affiancati, con rilievi di separazione non sempre marcati; i bacini sono profondamente ramificati, con tributari di ogni ordine, confluenti, frequentemente, con angoli molto acuti.

Motivo particolare che si ripete poi in tutti i bacini è l'ampiezza e la profondità dei valloni contrastanti con i corsi d'acqua, in genere ridotti a ruscelli con regime prevalentemente stagionale ed alveo poco incassato.

Alla base dell'altipiano, vi è una zona pianeggiante, stretta ed allungata parallelamente quasi alla linea di costa, raccordata ai fondi vallivi; dalla spiaggia vera e propria, la pianura è separata da un allineamento di dune sabbiose.

L'erosione quindi dei terreni tufacei, affioranti, è più marcata ed efficace là dove i corsi d'acqua sono incassati: una volta raggiunta la linea di base, con un percorso generalmente breve, la forza erosiva diminuisce notevolmente, avvenendo quindi un deposito del materiale trasportato.

La linea di base, che nel tempo è variata, coincide con la linea di riva, anch'essa mutata periodicamente in seguito alle oscillazioni del livello marino, oltre che per effetto di fasi tettoniche generalmente di tipo distensivo, connesse ai periodi post-orogenetici, a cui sono correlabili gli episodi vulcanici dei Colli Albani.

L'evoluzione morfologica avviene attraverso un complesso sistema di unità morfologiche, collegate direttamente all'evoluzione delle condizioni climatiche locali e connesse in vario modo con gli effetti della neotettonica.

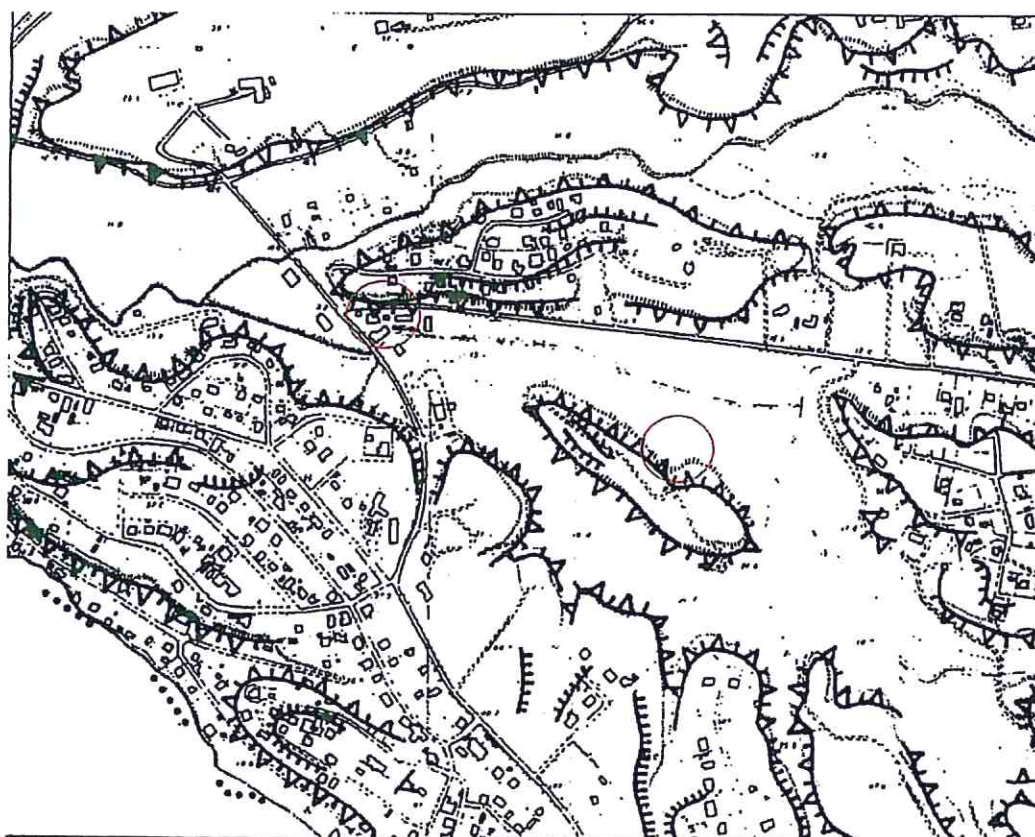


Tavola 1: morfologia dell'area in esame



Zona dei pozzi oggetto della concessione mineraria



Scarpata naturale di bassa pendenza (0° - 30°)



Scarpata naturale da media ad alta pendenza (30° - 60°)

(da Polytecna - Roma - Studio per il comune di Aprilia - Latina)

L'evoluzione recente, con profondi mutamenti connessi con l'attività antropica, ha portato ad una forte diminuzione generale della copertura arborea, con riduzione dell'attività agricola, con conseguente modifica del regime locale delle acque.

Si possono quindi distinguere varie situazioni:

- forme di accumulo vulcanico, sviluppatosi all'interno e degradante dolcemente verso la costa;

- forme di modellamento dei versanti, con accumulo dei sedimenti nei fondovalle;
- forme di accumulo marino lungo la linea di costa, con formazione di dune e tomboli;
- forme di erosione marina lungo la linea di costa, con creazione di terrazzi;
- forme di accumulo palustre.

Tutte queste forme, nell'ambito del territorio in generale, sono in continua evoluzione, in maniera variamente accentuata da zona a zona.

In linea di massima, si può affermare che vi sia una fase di rallentamento nelle forme di modellamento, dopo un periodo di forte alterazione, soprattutto per effetto dell'azione antropica.

La piovosità è, come si è visto al capitolo 2.2, raramente intensa e violenta, quindi non avviene il dilavamento dei versanti dei valloni se non all'apice del vallone stesso: la vegetazione contribuisce poi a trattenere il suolo e a migliorare di conseguenza la stabilità dei versanti.

In occasione di intense e prolungate precipitazioni, coincidenti con il periodo invernale, i fossi convogliano notevoli masse d'acqua: alla confluenza con corsi d'acqua relativamente più importanti e soprattutto là dove la confluenza avviene con angolo acuto, possono verificarsi situazioni critiche, con allagamenti localizzati, soprattutto in considerazione dell'elevato assorbimento d'acqua da parte del terreno.

Il fosso del Fico e il fosso dell'Acqua Solfa, che attraversa la concessione, sono situati all'estremità meridionale del bacino, dove affiorano le pozzolane inferiori e le pareti dei valloni sono costituite da tufo lionato.

Il terreno di superficie, come è anche indicato nella carta geologica allegata, è formato dai depositi pozzolanici e tufacei derivanti dall'erosione e dal trasporto fluviale effettuato dalla corrente dei fossi stessi, mentre a deboli profondità possono essere rinvenute sabbie rossastre di antiche dune sepolte.

4.2. Litologia

La successione dei terreni interessanti questa zona è riconducibile essenzialmente a due tipi fondamentali: una deposizione di origine vulcanica, affiorante, e sovrapposta a depositi sedimentari.

Le formazioni affioranti sono deposizioni connesse con l'attività esplosiva dell'apparato vulcanico laziale: si presentano sia in deposizione naturale che rimaneggiati e frammisti a frammenti di roccia di genesi diversa.

I depositi sedimentari sono di origine marina e di origine continentale.

Fenomeni di ingressioni e regressioni marine hanno complicato la situazione, per cui si possono verificare alternanze e intercalazioni sia di depositi vulcanici che di depositi continentali, quali sabbie, alluvioni, ecc., con variazioni sia verticali che orizzontali della stratigrafia dei terreni.

La situazione geologica è rappresentata in tavola 2.

4.2.1 Formazioni vulcaniche

Si possono distinguere, dal basso verso l'alto:

pozzolane grigie, dette anche pozzolane superiori, ricche di scorie, di blocchi di lava e di materiale cineritico. Si presentano molto cementate e spesso confondibili, salvo là dove la colorazione è più accentuata, con la formazione sottostante a causa dell'elevata compattezza;

tufo lionato litoide, di colore da rossastro a giallo chiaro. Ricopre le formazioni vulcaniche sottostanti, con spessore variabile tra 10 e 15 m. La sua origine è dovuta ad una violenta esplosione dell'apparato vulcanico dei Colli Albani ed costituito da pomici, frammenti lavici e scorie di limitate dimensioni, legate da una matrice cineritica; la permeabilità è bassa, per effetto della litoide e delle fessurazioni che esistono all'interno del deposito effusivo;

tufo giallo terroso, ricco in pomici giallo-grigie, con cristalli diffusi di leucite alterata, spesso fortemente argillificato. Lo spessore è variabile, raramente però superiore al metro; la permeabilità è molto bassa;

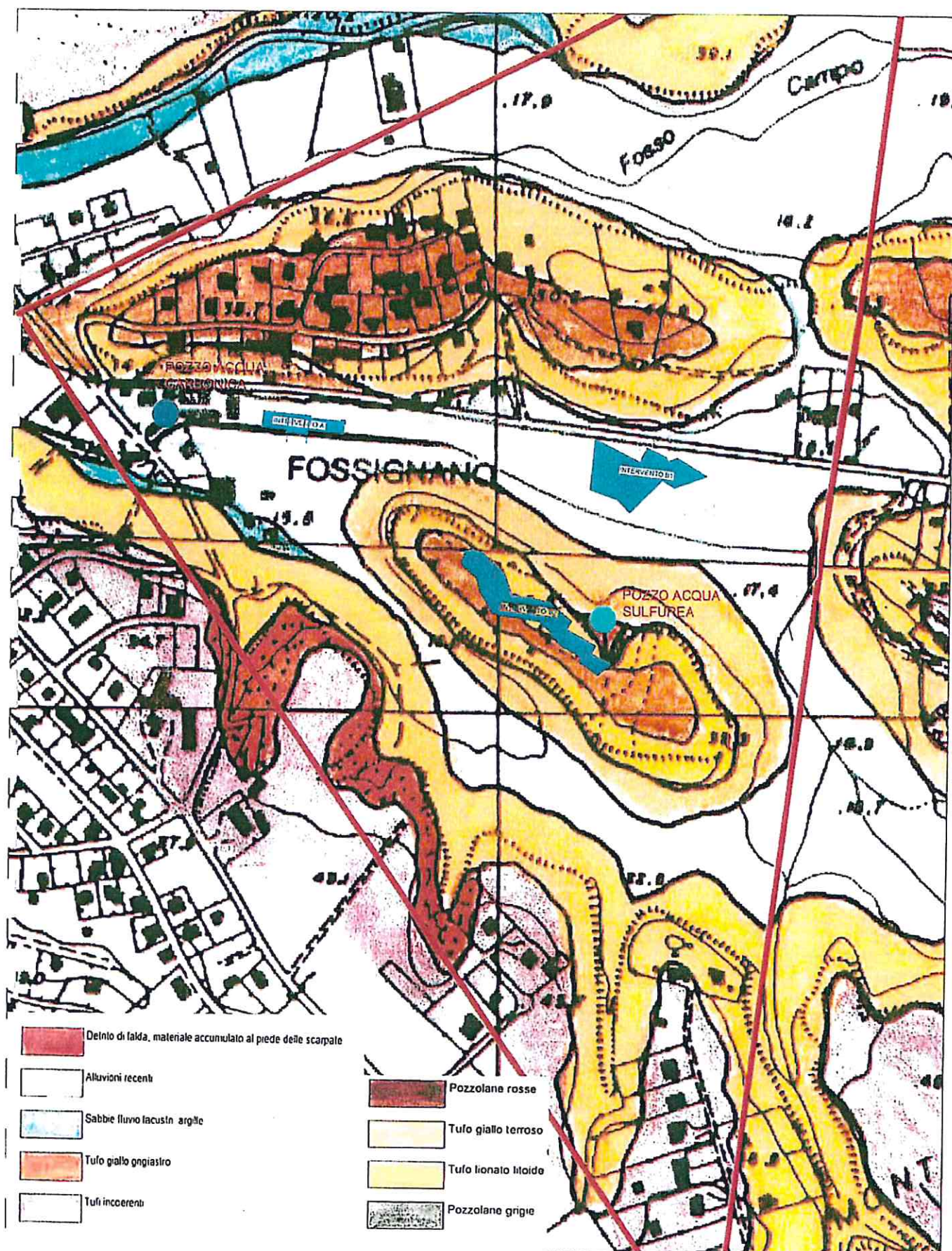
pozzolane rosse, o inferiori, di colore violaceo, ricche in scorie, blocchi di lava, di grosse pomici e ceneri, che conferiscono all'insieme un caratteristico colore rosso violaceo. Sono in linea di massima prodotti sciolti, dotati di discreta coesione. Queste sono frequentemente argillificate, con spessore variabile, fino a circa 6 metri. La permeabilità è variabile da media a molto permeabile;

tufi incoerenti, costituiti da scorie e pomici grigie. Frequenti i cristalli di leucite. Lo spessore è di circa 4 metri. La permeabilità è generalmente bassa;

tufite giallo grigiastra, formata da materiale piroclastico alterato in ambiente marino; la permeabilità è media.

4.2.2 Formazioni sedimentarie.

Intercalati nelle formazioni sedimentarie si possono rinvenire livelli di humus, ascrivibili a paleosuoli, e depositi sabbiosi di origine eluviale.



CARTA GEOLOGICA AREA INTERVENTO
 LIMITI CONCESSIONE MINERARIA
 SCALA 1:5000

Nei fondovalle, affiorano depositi costituiti da limi, ghiaietto siliceo e frammenti vulcanici. Localmente si possono rinvenire lenti di modeste dimensioni di torbe e di "terre nere".

Lo spessore di questi terreni sciolti, poco addensati, non supera i due - tre metri.

Al di sopra dei depositi piroclastici, si può rinvenire:

sabbia eolica di dune antiche, costituite da sabbie rosse o rossastre, frammiste ad argille; debolmente permeabili per porosità.

Al di sotto dei depositi piroclastici si rinvencono, individuati da perforazioni e indagini geofisiche eseguite anche nella zona di nostro interesse:

argille e sabbie, ascrivibili al Siciliano, alla base dei depositi vulcanici. Permeabili per porosità.

argille e marne argillose, sabbie, del Pliocene medio-superiore. Impermeabili.

5. TETTONICA

La struttura geologica del territorio compreso tra Ardea e Tor San Lorenzo è individuata da un basamento nel complesso omogeneo, sia per genesi che per natura litologica (sedimentario, di origine marina): in particolare è costituito da una formazione argillosa collegata al ciclo di deposizione pliocenico, dello spessore di alcune centinaia di metri.

A scala regionale, questi terreni sono disposti in ampie pieghe a sinclinale e ad anticlinale, ad andamento appenninico (fase tettonica compressiva): le fasi di movimento hanno disarticolato la copertura calcarea in horst e graben, allungati, disposti a gradinata. A loro volta, sono stati ulteriormente disarticolati con dislocazioni trasversali.

Da indagini geofisiche profonde, è emerso che nella stessa formazione argillosa di base vi sono forti discontinuità: manifestazioni di ciò è l'attività endogena superficiale (ad esempio: acque calde, le acque mineralizzate, le emanazioni gassose).

Queste manifestazioni in linea di massima disposte lungo la medesima direttrice appenninica, sono riferibili ad una situazione di una struttura ad anticlinale con asse a direzione NO-SE.

Tale asse è interessato da deformazioni trasversali, sia per faglia che per ondulazioni: in ogni caso conseguenti ad un'azione tettonica di tipo distensivo (figura 7). Nella figura allegata viene individuata la reticolatura di fratture caratteristiche del Lazio e viene delimitata la zona del bacino di Ardea.

Con riferimento alla ristretta area in esame, tra zone di alto strutturale, come nel territorio di Ardea e Tor S.Lorenzo, ove il basamento affiora a Pratica di Mare, la depressione viene colmata da sedimenti più recenti. La zona più depressa è nell'area di Ardea, con coperture del basamento di spessore superiore a 100 metri.

Le dislocazioni nel basamento si riflettono poi sulla copertura, pur senza coinvolgerla direttamente: da qui nasce poi la presenza di acque dalle caratteristiche chimiche e fisiche particolari (figura 8).

La presenza di fratture profonde influisce nella circolazione profonda e quindi nella venuta a giorno delle acque sotterranee che tendono a collocarsi lungo particolari fasce connesse con allineamenti tettonici di tipo regionale.

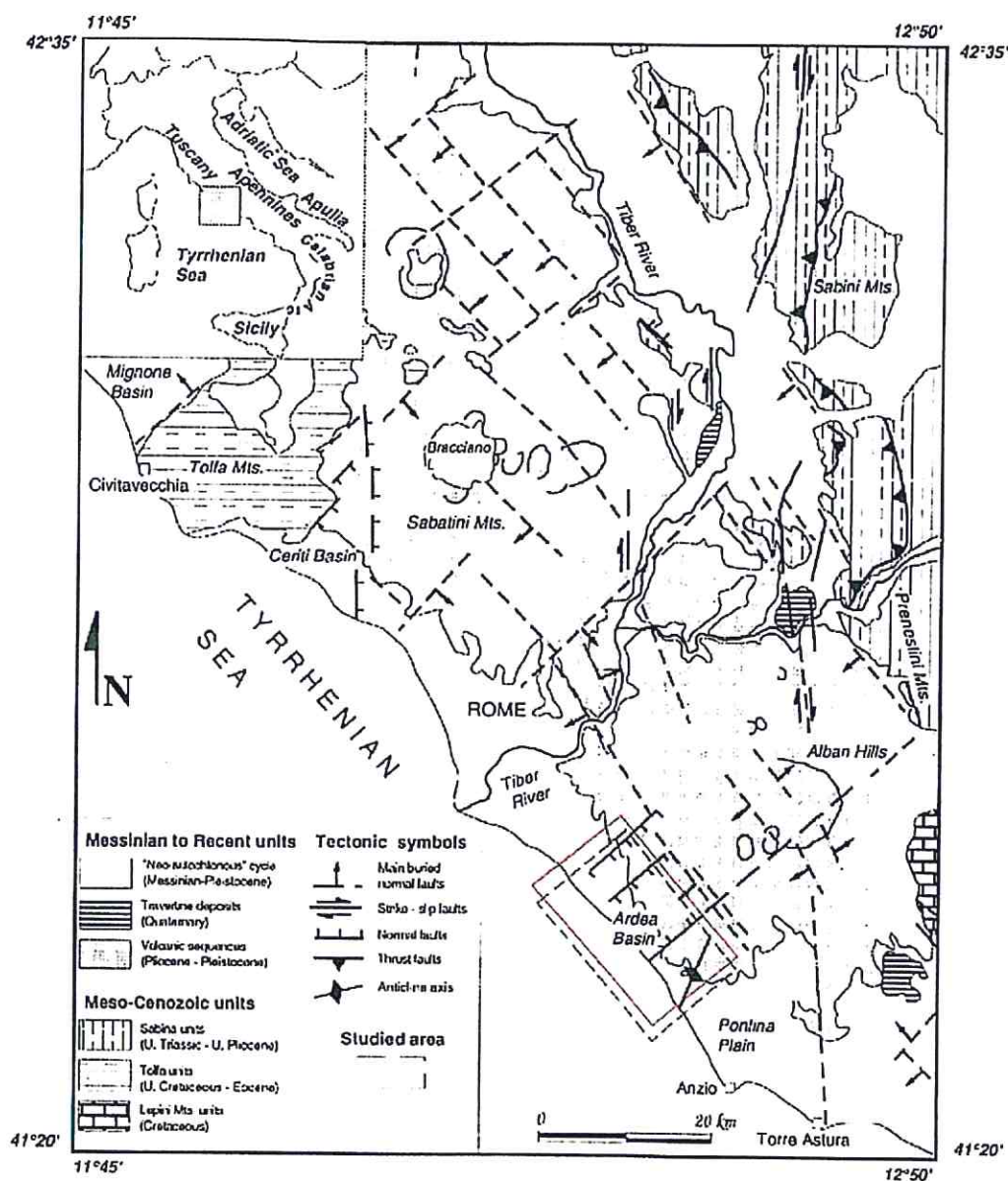


Figura 7: schema geologico e tettonico del margine tirrenico del Lazio
(da Faccenna, Funicello et al. 1994)

Il sollevamento del basamento e le conseguenti variazioni della linea di riva determinano la formazione di una copertura di varia tipologia, in cui si intersecano e si intrecciano depositi marini, salmastri e continentali, dando così luogo a variazioni

eteropiche di facies, che si riflette nella variabilità della composizione chimica delle acque che vengono a giorno, consentendo invece una circolazione idrica superficiale, di tipo epidermico, che nulla ha a che fare con la circolazione profonda della falda profonda, dotata di artesianismo marcato.

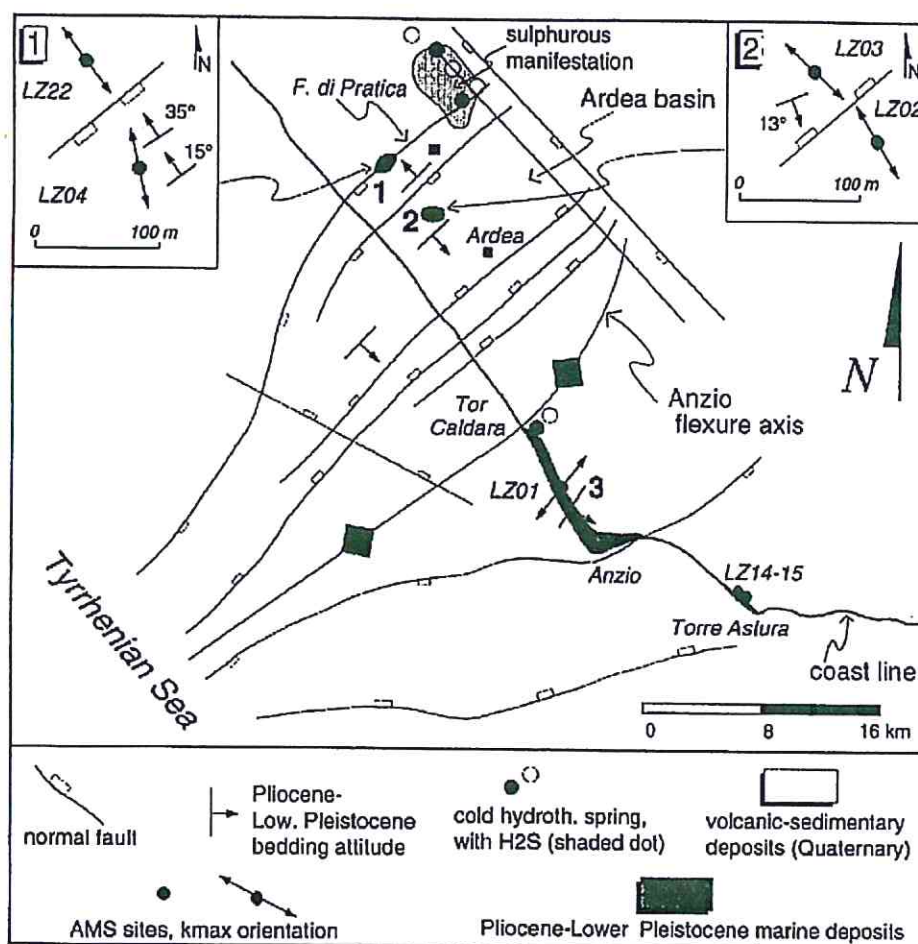


Figura 8 : dettaglio delle faglie nella zona in esame
(da Faccenna, Funiciello et al. 1994)

La situazione della zona di Santo Stefano sembra riprodurre a piccola scala questa situazione generale: allo stato attuale delle conoscenze può essere ipotizzata l'esistenza di un alto strutturale situato allo sbocco del vallone, su cui si è impostata anche una serie di depositi sedimentari di origine sia continentale che marina (argille, dune, ecc.).

Questa struttura sepolta costituisce una specie di sbarramento che costringe la falda profonda, mineralizzata, alla risalita verso il piano di campagna. Il movimento di risalita è anche facilitato dall'arricchimento in gas avvenuto in profondità, probabilmente per lo scorrimento verificatosi all'interno della massa calcarea.

Lo scorrimento quindi avviene all'interno di un basso strutturale, che governa anche lo scorrimento delle falde superficiali, pur dipendenti dai fattori morfologici di superficie.

6. INDAGINI GEOFISICHE

Con lo scopo di conoscere lo stato del sottosuolo, e i livelli posti a protezione della falda acquifera, e conoscere le potenzialità del bacino, è stata eseguita nell'ambito della concessione, e nelle zone limitrofe ove l'accesso è stato autorizzato, una prima campagna di indagini geofisiche.

Sono stati eseguiti complessivamente 43 sondaggi elettrici verticali (S.E.V.) così ripartiti:

LUNGHEZZA DELLO STENDIMENTO	QUANTITA' DI SONDAGGI ESEGUITI
AB= 140 m.	3
AB= 200 m.	13
AB= 300 m.	13
AB= 400 m.	7
AB= 600 m.	5
AB= 1000 m.	2

Inoltre, sono stati utilizzati, per l'interpretazione e l'elaborazione delle carte di resistività, n. 3 S.E.V. con AB = 2500 m. di una precedente campagna di geofisica.

Sono stati censiti inoltre 24 punti d'acqua rinvenuti nel territorio e sono state effettuate 17 analisi speditive comprendenti:

- durezza totale in gradi francesi;
- conducibilità;
- pH;
- durezza in mg/l di CaCO_3 ;
- cloruri, Na_2SO_4 ;
- ossigeno disciolto.

In tabella 13 sono riportati i risultati analitici ottenuti.

Nella figura 9 è riportata la pianta di posizione delle indagini geofisiche e delle emergenze individuate.

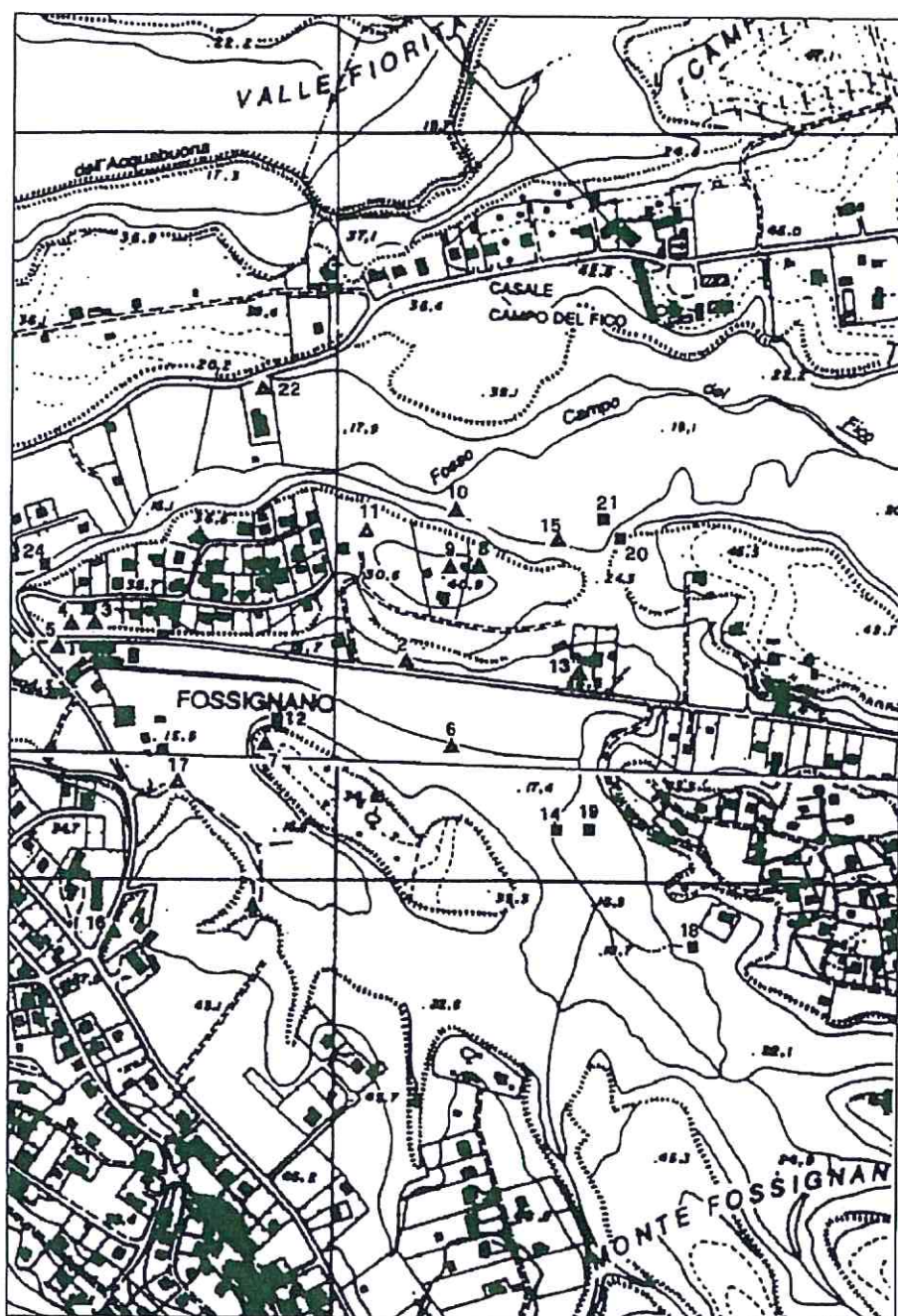


Figura 9: pianta di posizione dei S.E.V. e di pozzi e sorgenti (v. tabella 13)

N.	TIPO	USO	Quota m.s.l.m	Prof.	Portata l/s	Liv. Stat.	pH	T _{aria} °C	T ₁₈ °C	K18 µS/cm	Durezza totale °F	Durezza mg/l CaCO ₃	Alcalinità mg/l CaCO ₃	Redox mV	Cloruri mg/l	Na ₂ SO ₃ mg/l	O ₂ disc. mg/l	NOTE
1	PERF	IRR	25	20	10	5.67	6.9	15	22	1280	37.8	315	192	5.6	185	52.3	7.45	-
2	PERF	DIS	16	~100	-	0	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	acqua sulfurea
3	PERF	POT	15	10	1	-	-	-	-	-	48.6	330	705	5.6	18	10.5	1.4	acqua con CO ₂
4	PERF	POT	15	16	2	-	-	-	-	-	48.6	330	705	5.6	18	10.5	1.4	acqua con CO ₂
5	PERF	POT	14	15	-	2	-	-	-	-	48.6	330	705	5.6	18	10.5	1.4	acqua con CO ₂
6	PERF	DIS	17.5	~100	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	acqua sulfurea
7	PERF	DIS	31	32	-	~30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	pochissima acqua
8	PERF	POT	39	50	-	~25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	PERF	DIS	41	40	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	POZ	POT	20	36	2	1.15	6.13	10	23.7	1380	46.8	354	517	43	166	2.1	8	distrutto per la scarsa acqua con FeCO ₃
11	PERF	POT	37	42	-	25	6.32	-	22.8	-	10.8	86	126	35	35	2	8.6	-
12	SORG	INU	15	0.5	-	0.5	6.8	11	11	770	18	150	54	31	115	2.2	7	-
13	PERF	INU	19	-	-	0	6.5	12	31	850	25.1	195	273	20	50	2.1	5.65	sorgente sulfurea nel
14	SORG	INU	17	0	-	0.5	6.55	-	10	1000	32.9	255	207	17.7	100	1.3	7.5	-
15	POZ	POT	20	12	-	1.2	6.85	16.5	21	820	30	232	300	6.9	30	1.2	6.1	-
16	PERF	IRR	30	44	-	19.57	7.04	15	23.4	1330	41.4	330	195	-6.7	240	1.5	6.5	-
17	PERF	INU	20	20	-	1.1	6.9	15	22.4	1250	32.4	285	210	4.7	200	1.2	6.5	polla sulfurea
18	SORG	INU	22	0	-	0	5.27	10	23.2	590	18	144	192	86	25	2.5	0.55	-
19	SORG	ABB	18	0	0.21	0	6.94	9.8	22	1180	26.1	210	234	-3.6	160	1.6	6.5	-
20	SORG	IRR	20	0	0.21	0	7.25	7.8	23	800	17.8	138	210	-14	70	1.5	6.5	sorgente sulfurea
21	SORG	INU	19	0	-	0	6.62	11.4	19.4	960	27	208	297	17.2	50	1.8	6.65	-
22	PERF	IND	29	-	-	-	6.55	-	10	1000	27	205	267	17.7	30	2	6	ex sorgente con CO ₂
23	SORG	INU	13	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sorgente in alveo con
24	SORG	INU	13	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 13

I principali gruppi elettro - litologici sono tre:

- a. un terreno resistente (tufi sabbio-litoidi ed alluvioni) da 35 ad 80 ohm x m;
- b. un terreno mediamente conduttore che si può supporre costituito da vulcaniti sia argillificate sia imbevute d'acqua dolce (anche se arricchita in CO₂). Hanno una resistività di 15-40 ohm x m;
- c. un terreno decisamente conduttore che può essere dovuto da tufi completamente argillificati, argille, ma soprattutto terreni delle categorie precedenti qui saturi di acque termo-minerali sulfuree.

Lo spazio in cui convivono i tre tipi di acqua è ristretto ed elettricamente ogni categoria di terreno sfuma gradualmente nell'altra a seconda della commistione delle diverse falde e rendono poco comprensibile ogni disegno tridimensionale della situazione.

7. IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area qui esposte sono derivate dallo studio delle pubblicazioni reperibili, da una indagine di terreno, dal censimento effettuato e dalle relative analisi fisico-chimiche eseguite sui campioni raccolti (vedi tabella 13).

Da un punto di vista idrogeologico i tufi chiari ("lioniati"), quelli scuri e quelli litoidi presenti nella zona sono mediamente permeabili: i primi due per porosità, il terzo per fessurazione; il termine "mediamente" significa che queste caratteristiche non sono continue ma possono localmente essere presenti o non esserlo.

Il gradiente topografico fa sì che il senso di percolazione delle acque sia in direzione radiale scendendo dall'apparato vulcanico albano. Lungo fessure di raffreddamento della lava e faglie tettoniche può risalire dal profondo acqua termale - minerale (nel campione 13 sono stati rilevati 31°C).

I tipi litologici descritti vengono, come si è visto, complicati dai movimenti tettonici sia a grande scala che a piccola scala, determinando un complesso regime di circolazione della falda acquifera e provocando di conseguenza una grande variabilità areale: infatti la successione dei terreni è interessata da faglie tettoniche, con i piani di frattura sede di circolazione e risalita di acque mineralizzate, sia calde che fredde.

Il complesso argilloso di base non deve essere immaginato come un basamento continuo ed uniforme, ma sottoposto anch'esso a deformazioni e fratture, con formazione di zone di alto strutturale connesse a depressioni: mentre gli alti strutturali si verificano soprattutto lungo la fascia costiera, in corrispondenza delle depressioni si verificano situazioni di circolazione idrica e di flusso molto variabili, anche per effetto del tipo di materiale che ha colmato le depressioni stesse.

Di conseguenza, possono verificarsi, come in effetti è stato verificato, la presenza di acquiferi differenti, tenendo conto della variabilità di permeabilità degli orizzonti litologici.

Esistono fondamentalmente tre falde sovrapposte, per effetto dei diversi gradi di permeabilità.

Queste verranno qui di seguito esaminate.

7.1. 1° livello: falda superficiale.

Raggruppa tutte le piccole falde sospese che sono contenute nei depositi sabbiosi e sabbioso ciottolosi terrazzati, nelle pozzolane superiori e in corrispondenza dei cordoni di dune. L'acquifero non può essere continuo proprio per la discontinuità dei tipi litologici, per la limitata estensione e per il tipo litologico (tufo lionato) di supporto a tali terreni, che presenta in genere una scarsa permeabilità. In corrispondenza dei cordoni dunari, poi, il supporto spesso è il basamento argilloso stesso.

Queste falde di limitata estensione e spessore danno origine a piccole emergenze, temporanee: la loro alimentazione è connessa strettamente ai soli apporti meteorici.

Questa acqua è prevalentemente dolce, con durezza in gradi francesi attorno ai 35, durezza ed alcalinità, in mg/l CaCO_3 , rispettivamente di 300 e 200 con conduttività di circa 1200 μS , valori Redox positivi ed inferiori a 10 mV.

E' acqua superficiale, di una falda che circola in modo discontinuo nelle parti più permeabili dei terreni più recenti e superficiali sia vulcanici che alluvionali.

7.2. 2° livello: falda intermedia.

La circolazione di questa falda è all'interno delle pozzolane inferiori: è un acquifero continuo, con potenzialità variabile da zona a zona. La sua alimentazione è collegata alle precipitazioni e alle acque provenienti dall'apparato vulcanico dei Colli Albani.

Queste acque vengono captate in genere con pozzi della profondità di circa 10 m dal p.c.. La venuta a giorno di questa falda avviene in corrispondenza delle incisioni profonde, dove si verifica il contatto tra sedimentario (argilla di base o tufo argillificato per alterazione) e acquifero di questo livello.

La seconda falda è spesso mineralizzata a CO_2 , con durezza dell'ordine 50 gradi francesi e durezza ed alcalinità rispettivamente di 350 e 700 mg/l in CaCO_3 , valori Redox di solito positivi e dell'ordine di una decina di mV.

Circola in modo discontinuo all'interno di episodi vulcanici di epoca storica ed è arricchita attraverso fessure e/o faglie in CO_2 di origine vulcanica.

7.3. 3° livello: falda profonda.

Questa falda è contenuta generalmente nelle sabbie debolmente argillose comprese tra la serie vulcanica (al tetto) e le argille di base.

E' un acquifero di limitata permeabilità e di conseguenza le portate non possono definirsi elevate: ma la principale caratteristica è l'elevata mineralizzazione, con elevata

presenza di CO₂ e di H₂S e temperatura elevata rispetto alle altre acque che si rinvenivano.

La falda è spesso mineralizzata ad H₂S, con durezza dell'ordine di circa 20 gradi francesi, durezza ed alcalinità in mg/l di CaCO₃ rispettivamente di 150 e 50, conduttività di 800 µS, potenziale Redox negativo.

La falda è in pressione e viene in contatto con manifestazioni vulcaniche profonde - da cui trae la temperatura generalmente superiore ai 20°C - attraverso discontinuità e fratture dovute al raffreddamento brusco del corpo magmatico caldo a contatto con i terreni superiori, freddi.

Tale situazione è favorita dai disturbi tettonici di carattere regionale e lungo i piani di faglia vi è la risalita di acque profonde, termali.

In tutta la zona, la mineralizzazione diminuisce fortemente allontanandosi dalle linee di frattura che, come detto precedentemente, costituiscono le vie di risalita preferenziale dei gas che arricchiscono le acque.

Nella sua risalita si mescola occasionalmente con le altre falde più alte con le quali viene in contatto; l'acido solfidrico, come riducente, può essere neutralizzato dalla presenza di ossigeno disciolto, dando luogo ad una particolare instabilità del potenziale Redox.

Quanto sopra esposto è frutto anche di un'indagine accurata dei punti d'acqua censiti nell'area della concessione mineraria e la cui ubicazione e numerazione è indicata nella planimetria di figura 9. I punti d'acqua censiti sono stati oggetto di una analisi chimica speditiva ed i relativi valori misurati sono esposti in tabella 13.

7.4. I pozzi della falda intermedia

Alla seconda falda, ricca in anidride carbonica, attingono i pozzi per acqua minerale S. Stefano, che ha dato origine alla concessione mineraria.

L'acqua è captata alla profondità di 15.50 m circa dal p.c. e la successione litologica, così come raccolta a suo tempo al momento della perforazione, è³:

0.00 - 1.00	terreno vegetale	
1.00 - 3.00	tufo grigio scuro	(tufo lionato litoide)
3.00 - 8.00	tufo chiaro	(tufo giallo terroso)
8.00 - 13.00	tufo granulare (H ₂ O)	(pozzolana rossa)
13.00 - 15.00	tufo cineritico chiaro	(tufo incoerente)
15.00 - 15.50	argilla sabbiosa	(tetto del sedimentario)

³ tra parentesi, i riferimenti alla litologia verificata e prima esposta

I pozzi sono stati perforati con diametro Ø 300 mm e i fori rivestiti con acciaio inossidabile AISI 304 Ø 250 mm, con elementi di tubo sfinestrati posti ad una profondità compresa tra - 8.00 e - 15.50 m dal p.c.; tra le pareti di scavo e la tubazione di rivestimento, fino a - 7.50 m dal p.c. è stato inserito brecciolino basaltico 7/15 mm e successivamente l'intercapedine è stata cementata colando boiaccia di cemento.

Il livello statico si stabilizza a - 3.00 m dal p.c. con lieve risalienza per effetto dell'inclinazione della piezometrica da ENE verso WSW.

Il livello dinamico si stabilizza a - 11.00 m dal p.c., con portata media globale di 4 l/s; non si hanno variazioni del livello dinamico nel corso dell'anno, ossia non si risente dell'effetto stagionale di apporto meteorico.

La temperatura dell'acqua è stata misurata in varie fasi e stagioni: è sempre stata misurata intorno a 20°C.

Caratteristica dell'acqua è la presenza di anidride carbonica che chiaramente agevola la risalita dell'acqua verso la bocca pozzo.

Come precedentemente osservato, la zona è interessata da disturbi tettonici di importanza regionale, interessanti formazioni litologiche profonde.

Qui avviene la circolazione profonda: la risalita delle acque di questa falda profonda è favorita dalle fratture tettoniche sepolte che forniscono una via preferenziale così da mantenere una temperatura relativamente elevata dell'acqua.

Di seguito viene riportata la prova di portata eseguita sul pozzo e la relativa curva caratteristica.

PROVA DI PORTATA
Abbassamento

CONCESSIONE MINERARIA S. STEFANO

Pozzo o perforazione n°:

Denominazione c/o proprietario:

Profondità dell'opera m.:

Diametro in m.:

Recipiente di misura(litri):

1
S.STEFANO SPA
15,20
0,30
60

Foglio 1/50.000 n°:

Data inizio:

Data fine:

Altezza bpz in m.:

Livello statico in m.:

399
15/08/2008
15/08/2008
0,30
3,00

Ora di lettura	T' in sec.	(T°/T')+1	T in sec.riemp	Q in l/s	Livello in m.	Abb.(s) in m.	Q/s	OSSERVAZIONI
7,00	0				3,00	0,00		
	30			1,08	3,40	0,77	1,40	Inizio pompaggio
	60				4,17	0,95	1,14	
	120				4,35	1,12	0,96	
	180				4,52	1,18	0,92	
	240				4,58	1,22	0,89	
7,05	300				4,62	1,25	0,86	
	360				4,65	1,28	0,84	
	420				4,68	1,34	0,81	
	480				4,74	1,34	0,81	
	540			2,51	4,74	1,34	1,87	Cambio portata
7,35	600				4,74	1,56	1,61	
	720				4,96	1,85	1,36	
	840				5,25	1,95	1,29	
	960				5,35	2,27	1,11	
	1080				5,67	2,65	0,95	
	1200				6,05	2,75	0,91	
	1500				6,15	2,83	0,89	
	1800				6,23	2,83	0,89	
	2100			3,38	6,23	2,83	1,19	Cambio portata
	2400				6,23	3,10	1,09	
	3000				6,50	3,45	0,98	
	3600				6,85	3,58	0,94	
8,35	4200				6,98	3,95	0,86	
	5400				7,35	4,12	0,82	
	5430				7,52	4,35	0,78	
	5490				7,75	4,40	0,77	
	6550			3,77	7,80	4,41	0,24	Cambio portata
	6610				7,81	5,90	0,64	
	6700				9,30	6,25	0,60	
	6820				9,65	6,86	0,55	

	6940				10,26	7,45	0,51	
	7060				10,85	8,10	0,47	
9,35	7200				11,50	8,15	0,46	
	7300				11,55	8,20	0,46	
	7600				11,60	8,24	0,46	

CURVA CARATTERISTICA (Pozzo 1)

Q	Δh in m	Punti di cambio portata
0	0,00	
1,08	0,77	
2,51	1,34	
3,38	2,83	
3,77	4,41	
4,03	8,24	

Portata critica

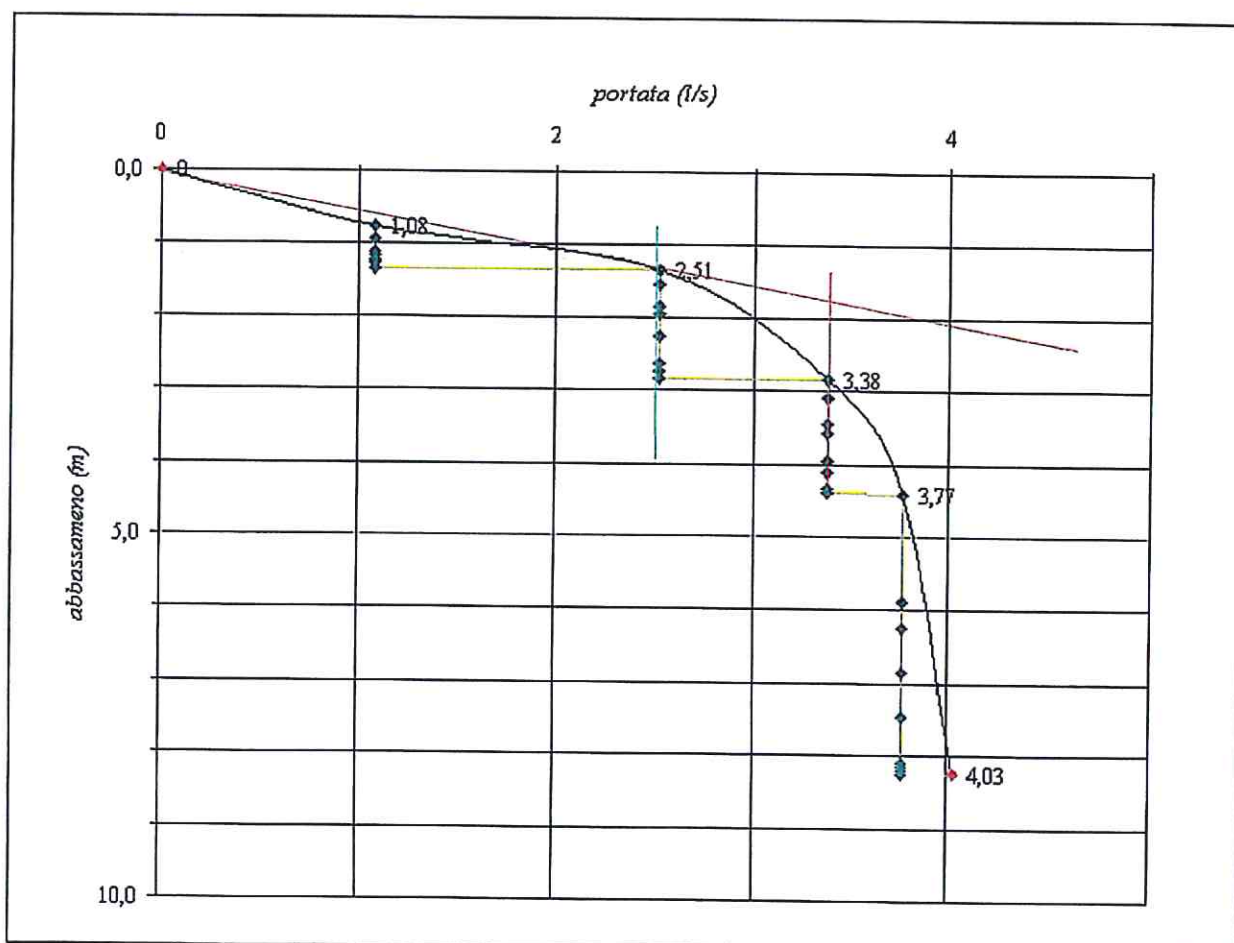
3,8

Portata massima

4,03

Portata media ammissibile

2,51



PROVA DI PORTATA

Abbassamento

CONCESSIONE MINERARIA S. STEFANO

Pozzo o perforazione n°:

Denominazione e/o proprietario:

Profondità dell'opera m.:

Diametro in m.:

Recipiente di misura(litri):

2
S.STEFANO SPA
14,20
0,30
60

Foglio 1/50.000°:

Data inizio:

Data fine:

Altezza bpz in m.:

Livello statico in m.:

n. 399
13/03/1994
14/03/1994
0,30
3,50

Ora di lettura	T' in sec.	(T°/T')+1	T in sec. riemp	Q in l/s	Livello in m.	Abb.(s) in m.	Q/s	OSSERVAZIONI
14,15	0				3,50	0,00		
	30		95,23	0,63	3,55	0,05	12,60	Inizio pompaggio
	60				3,58	0,08	7,87	
	120				3,60	0,10	6,30	
	180				3,62	0,12	5,25	
	240				3,64	0,14	4,50	
14,20	300				3,65	0,15	4,20	
	360				3,66	0,16	3,94	
	420				3,68	0,18	3,50	
	480				3,68	0,18	3,50	
	540				3,69	0,19	3,32	
14,50	600				3,70	0,20	3,15	
	720				3,70	0,20	3,15	
	840		95,23	0,63	3,70	0,20	3,15	Cambio portata
	960		72	0,83	3,71	0,21	3,95	
	1080				3,72	0,22	3,77	
	1200				3,72	0,22	3,77	
	1500				3,73	0,23	3,61	
	1800		72	0,83	3,73	0,23	3,61	
	2100				3,80	0,30	2,77	
	2400				3,82	0,32	2,59	
	3000				3,82	0,32	2,59	
	3600		72	0,83	3,85	0,35	2,37	Cambio portata
15,50	4200		48	1,25	3,90	0,40	3,13	
	5400				3,90	0,40	3,13	
	5430				3,95	0,45	2,78	
	5490		48	1,25	3,98	0,48	2,60	
	6550		36,14	1,66	4,30	0,80	2,08	Cambio portata
	6610				4,50	1,00	1,66	
	6700				4,55	1,05	1,58	
	6820				4,57	1,07	1,55	
	6940				4,70	1,20	1,38	

	7060				4,75	1,25	1,33	
16,50	7200		36,14	1,66	4,80	1,30	1,28	
	7300				4,82	1,32	1,26	
	7600				4,82	1,32	1,26	
	7900				4,83	1,33	1,25	
	8200				4,84	1,34	1,24	
	8800		36,14	1,66	4,88	1,38	1,20	Cambio portata
18,20	9000		30,00	2,00	4,91	1,41	1,42	
19,20	10000				4,94	1,44	1,39	
21,20	17200				5,05	1,55	1,29	
23,20	14400				5,08	1,58	1,27	
1,20	21600				5,15	1,65	1,21	
3,20	28800				5,21	1,71	1,17	
5,20	36000				5,30	1,80	1,11	
7,20	43200				5,50	2,00	1,00	
9,20	50400				5,90	2,40	0,83	
11,20	57600				6,50	3,00	0,67	
13,20	64800				6,80	3,30	0,61	
15,20	72000		30,00	2,00	7,05	3,55	0,56	Fermo pompa

CURVA CARATTERISTICA (Pozzo 2)

Q	Δh in m	Punti di cambio portata
0	0	
0,63	0,2	
0,86	0,35	
1,25	0,48	
1,66	1,38	
2	3,55	

Portata critica

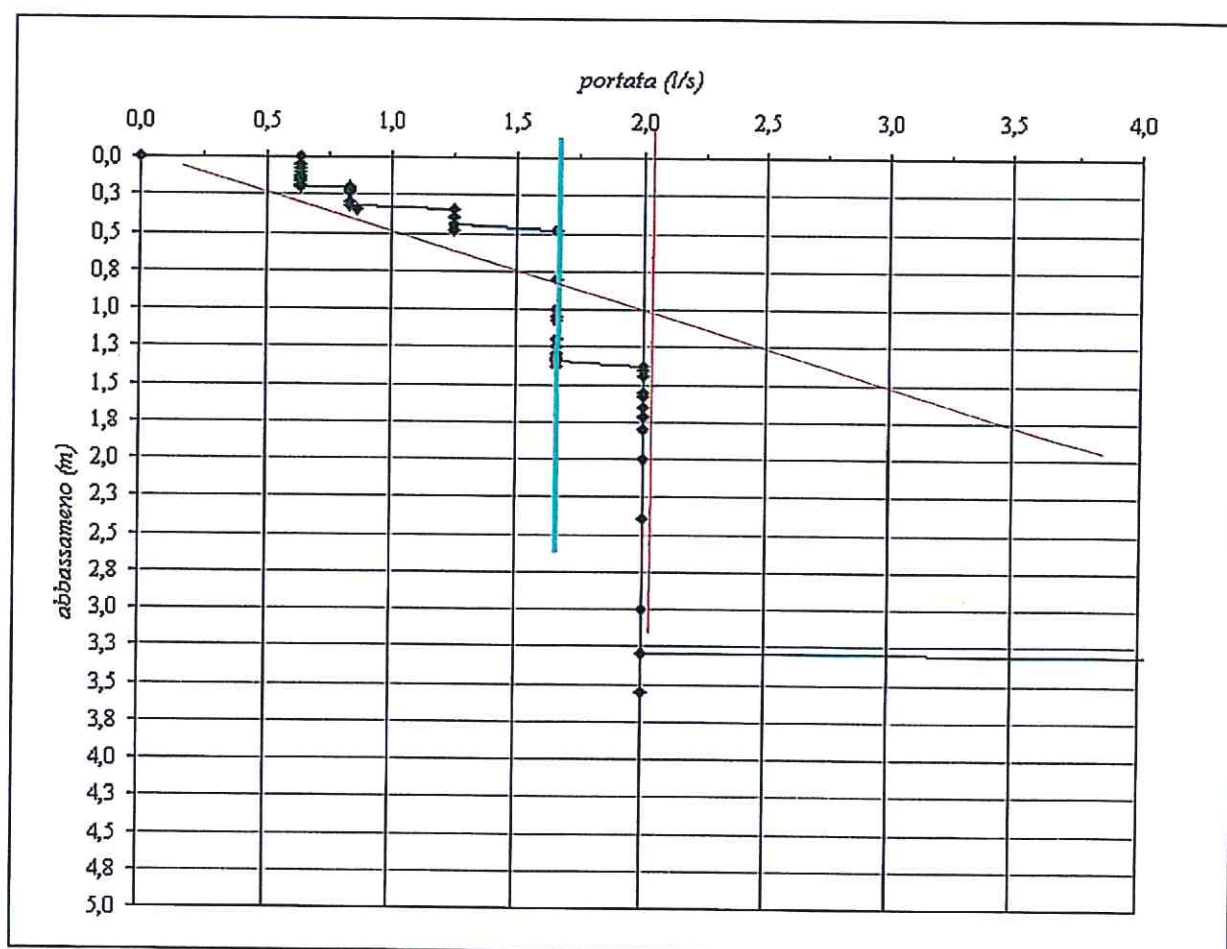
2,00

Portata massima

3,55

Portata media ammissibile

1,55



7.5. Il pozzo della falda profonda

A questa terza falda, attinge il pozzo ricco in idrogeno solforato, situato circa 500 m a monte del pozzo d'acqua minerale carbonica: la stratigrafia è la seguente:

0.00 - 2.00	Copertura vegetale/detrito superficiale
2.00 - 3.00	Detrito tufaceo
2.00 - 7.00	Sabbia da giallastra a marrone chiaro, addensata. Presenza di acqua
7.00 - 16.50	Argilla grigio azzurra, parzialmente sabbiosa
16.50 - 17.00	Argilla grigio cenere
17.00 - 21.00	Torba argillosa nera
21.00 - 28.00	Argilla molto molle. Odore di idrogeno solforato
28.00 - 31.00	Torba argillosa, con intercalazioni molto molli
31.00 - 72.00	Sabbia grigio azzurra, calda, umida; elevata presenza di gas. Verso il basso diviene di colore grigio scuro
72.00 - 73.50	Argilla grigia lamellare.
73.50 - 75.00	Ciottoli di fiume calcarei e arenacei. Acqua sulfurea.
75.00 - 80.00	Roccia arenacea con venature di zolfo ricristallizzato

Il pozzo è stato scavato con due diametri, per poter isolare le falde acquifere superficiali: fino a - 50.50 m dal p.c., è stato utilizzato il diametro Ø420 mm, successivamente, fino a - 73.50 m, il diametro Ø355 mm. Il foro poi è stato lasciato scoperto per permettere il pompaggio, in considerazione anche della stabilità degli ultimi due livelli incontrati.

La portata misurata con la pompa disponibile è di 8.19 l/s. Successivamente, si è provveduto ad incamiciare la perforazione con acciaio inossidabile AISI 316, del diametro Ø 200 mm.

La parte di tubazione sfinestrata va da -79.50 m fino a -73.50 m: fino a -73.00 m, è stato creato un filtro in brecciolino basaltico 7/15 mm, mentre al di sopra di tale dreno è stato creato un cuscino di sabbia basaltica dello spessore di 1.00 m, così da evitare che la successiva cementazione con boiaccia di cemento ARC 425, con aggiunta di 5% di bentonite, potesse interferire con il dreno.

La temperatura media dell'acqua è di 56°C.

Qui di seguito si riporta la relativa curva di portata.

PROVA DI PORTATA SU POZZO

CONCESSIONE MINERARIA "SANTO STEFANO" - POZZO D'ACQUA SULFUREA

Pozzo o denominazione n°:
 Denominazione c/o proprietario:
 Profondità dell'opera m.:
 Diametro in m.:
 Recipiente di misura(litri):

POZZO SULFUREO
S.STEFANO SPA
80
0,20
200

Data inizio:	18/07/2007
Data fine:	18/07/2007
Altezza bpz in m.:	1,20
Livello statico in m.:	3,00
Pompa	9,00 kW

Ora di lettura	T' in sec.	(T°/T°)+1	T in sec.riemp	Q in l/s	Livello in m.	Abb.(s) in m.	Q/s	OSSERVAZIONI
7,20	0				3,00	0,000		
	30			3,00	3,70	0,028	107,14	Inizio pompaggio
	60				3,73	0,033	90,91	
	120				3,73	0,035	85,71	
	180				3,74	0,040	75,00	
	240				3,74	0,042	71,43	
7,25	300				3,74	0,045	66,67	
	360				3,75	0,048	62,50	
	420				3,75	0,049	61,22	
	480				3,75	0,050	60,00	
	540				3,75	0,052	57,69	
7,30	600				3,75	0,054	55,56	
	720				3,75	0,054	55,56	
	840				3,75	0,054	55,56	
	960			5,00	3,75	0,054	92,59	Aumento di portata
	1080				3,75	0,058	86,21	
	1200				3,76	0,062	80,65	
	1500				3,76	0,063	79,37	
	1800				3,76	0,063	79,37	
	2100				3,76	0,064	78,13	
	2400				3,76	0,065	76,92	
	3000				3,77	0,065	76,92	
8,20	3600				3,77	0,065	76,92	
	4080				3,77	0,066	75,76	
	5400				3,77	0,067	74,63	
	5430				3,77	0,067	74,63	
	5490				3,77	0,067	74,63	
	6550				3,77	0,068	73,53	
	6610				3,77	0,069	72,46	
	6700				3,77	0,069	72,46	
	6820				3,77	0,069	72,46	

	6940					3,77	0,069	72,46	
	7060				8,19	3,77	0,069	118,70	Aumento di portata
	7180					3,78	0,075	109,20	
	7300					3,79	0,084	97,50	
	7600					3,79	0,088	93,07	
	7900					3,80	0,091	90,00	
	8200					3,80	0,095	86,21	
	8800					3,80	0,098	83,57	
	9400					3,80	0,102	80,29	
	10000					3,80	0,102	80,29	
9,17	10620				10,91	3,80	0,102	106,96	Aumento di portata
	10680					3,80	0,159	68,62	
	10740					3,86	0,165	66,12	
9,20	10800					3,87	0,174	62,70	
	11100					3,87	0,185	58,97	
9,30	11400					3,89	0,188	58,03	
	11700					3,89	0,195	55,95	
	12300					3,90	0,196	55,66	
10,00	12900					3,90	0,196	55,66	
	13500					3,90	0,200	54,55	
	14100					3,90	0,200	54,55	
	14700						0,200	54,55	
10,40	15300				13,43	3,90	0,200	67,15	Aumento di portata
	15900					3,90	0,225	59,69	
	16500					3,93	0,228	58,90	
	17100					3,93	0,236	56,91	
	17700					3,94	0,240	55,96	
10,45	18300					3,94	0,245	54,82	
	18900					3,95	0,260	51,65	
	19500					3,96	0,295	45,53	
	20100					4,00	0,300	44,77	
	20700					4,00	0,336	39,97	
10,50	21300					4,04	0,350	38,37	
	21900					4,05	0,350	38,37	
	22500					4,05	0,350	38,37	
	23100				14,89	4,05	0,350	38,37	Aumento di portata
	23700					4,05	0,490	27,41	
11,00	24300					4,19	0,060	223,83	

CURVA CARATTERISTICA

Q	Δh in m
0	0,000
3	0,028
5	0,054
8,19	0,069
10,91	0,102
13,43	0,200
14,89	0,350

Punti di cambio
portata

Portata critica

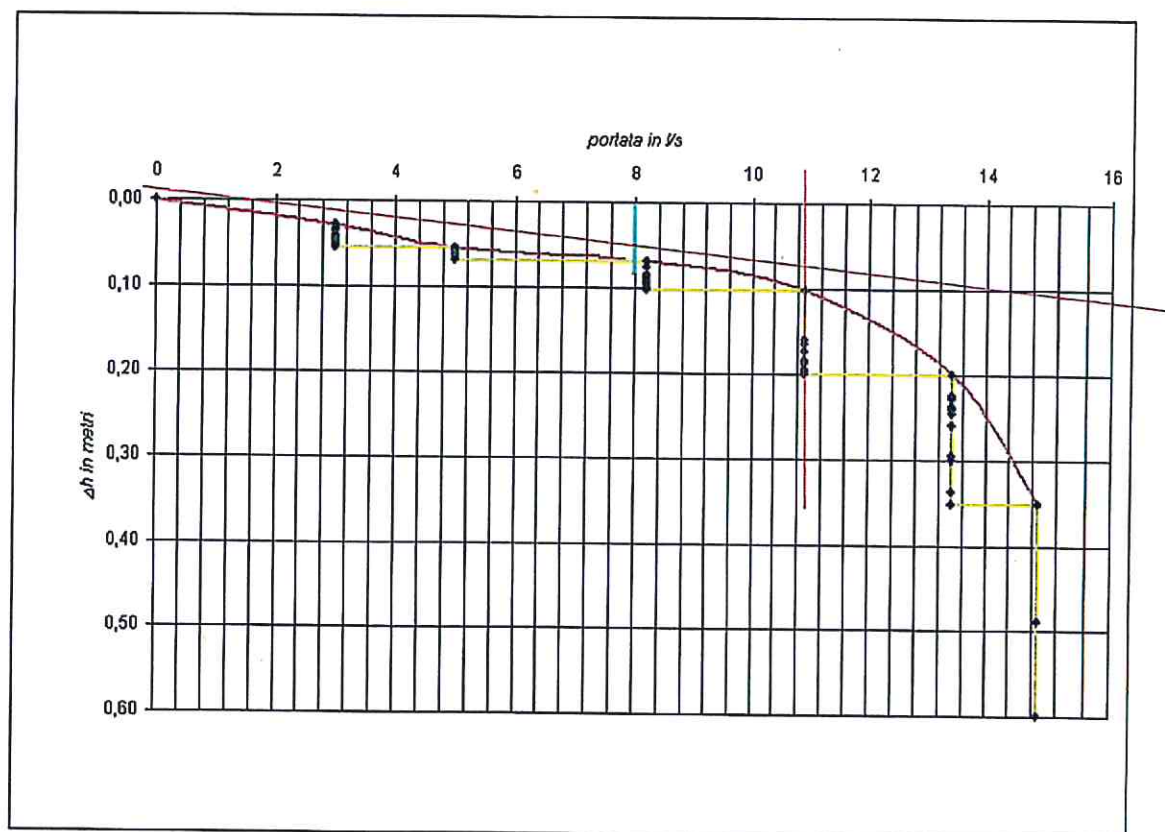
10,91

Portata massima

14,89

Portata media ammissibile

8,19



8. ANDAMENTO DELLE ISOFREATICHE

Come precedentemente detto, si possono distinguere tre livelli acquiferi, dipendenti dalla profondità a cui si rinvenivano.

Della **falda superficiale** non viene rappresentato l'andamento in quanto la circolazione di queste acque avviene all'interno dei depositi sabbiosi e sabbio ciottolosi e delle pozzolane superiori. La falda è quindi francamente discontinua, con produttività limitata, e connessa all'apporto meteorico, stagionale.

Dagli elementi desunti dal censimento dei punti d'acqua, ed esposti nella precedente tabella 13, si è disegnata invece una carta della quota dei livelli statici (figura 10) relativi alla **falda acquifera intermedia** (seconda falda) attualmente coltivata in concessione mineraria.

Viene messo in evidenza un profondo drenaggio specialmente sul versante Nord dello sperone di roccia tufacea.

L'andamento di queste isofreatiche relative a questa falda è probabilmente assai più complesso di quanto appare nel disegno di figura 10, in quanto i pozzi a disposizione, e di cui si hanno dati certi o verificabili, sono scarsi; ma in ogni caso si riflette molto bene l'andamento morfologico dei terreni piroclastici "antichi" rispetto alla copertura affiorante.

La direzione di scorrimento della falda è da NE verso SO, favorita in ogni caso dalla perdita progressiva di quota dei livelli pozzolanici che vengono a contatto con i sedimenti lacustri e palustri posti a chiusura del bacino idrico del Fosso Grande.

La **falda profonda**, captata nel pozzo profondo, è a carattere regionale e si può correttamente ipotizzare che le curve isofreatiche abbiano un andamento subparallelo alla linea di costa; pozzi con caratteristiche simili di profondità e di tipo d'acqua captata non esistono nelle immediate vicinanze della zona.

Si notano solo manifestazioni locali di emanazioni gassose sulfuree, la cui presenza è anche sottolineata dalla toponomastica locale.

Si tratta in genere di emanazioni gassose deboli la cui presenza si accerta, oltre che dall'odore, anche dalla formazione di treni di bolle in corrispondenza di sottili specchi d'acqua o lungo le zone di calma dei fossi.

Queste falde acquifere descritte sono però molto importanti dal punto di vista della protezione del suolo e del sottosuolo, ai fini igienici dell'acqua captata, soprattutto per

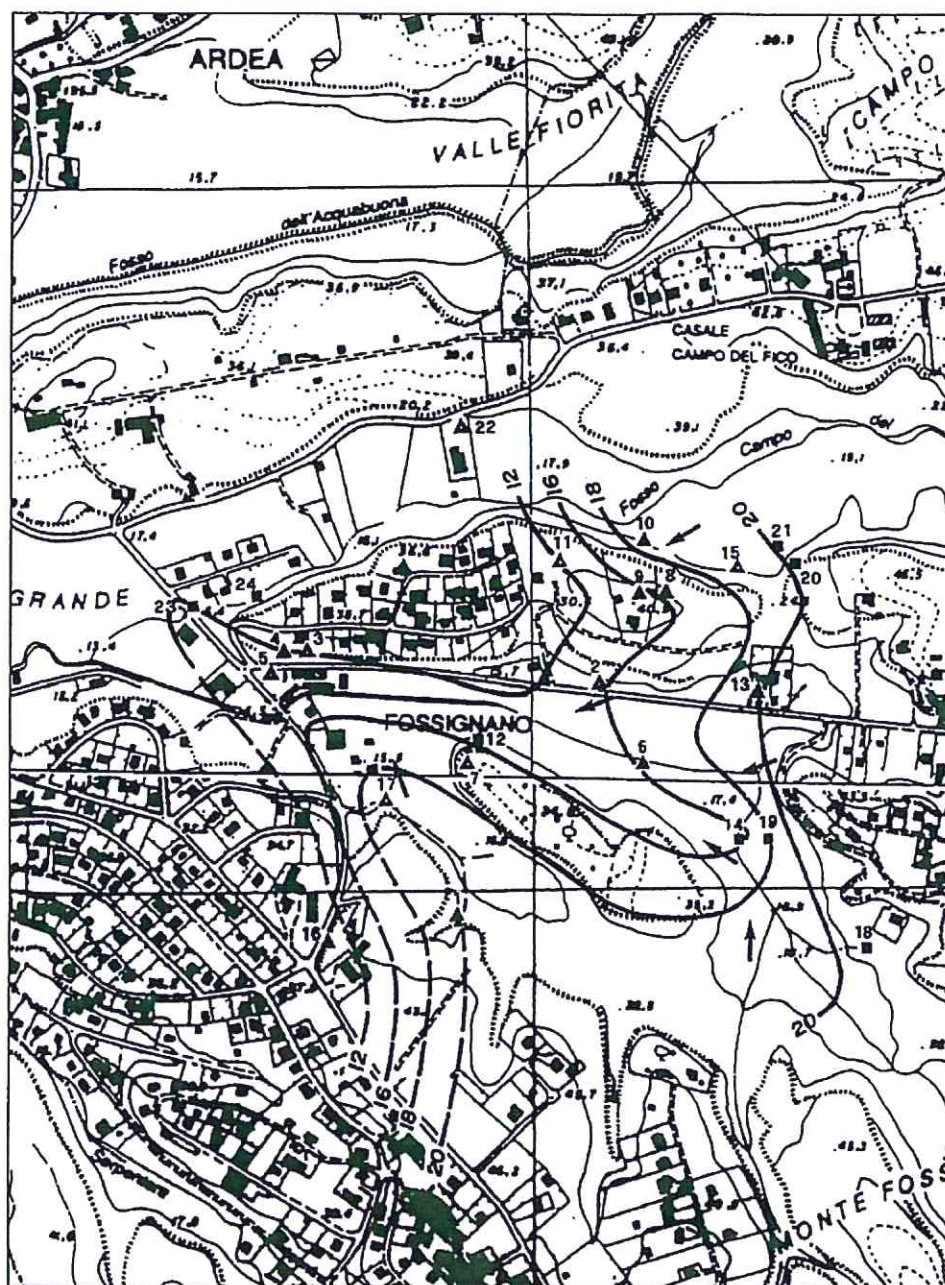


Figura 10: andamento della falda acquifera intermedia

quanto riguarda il 2° livello (falda intermedia), in quanto vi è il rischio di una interconnessione con la falda superficiale, collegabile allo scorrimento superficiale sul terreno, sede quindi di commistioni con scarichi diretti sul suolo, dispersione sul suolo di diserbanti, concimi e/o antiparassitari che potrebbero penetrare nel terreno.

8.1 La falda acquifera intermedia

La falda acquifera intermedia è attualmente oggetto di coltivazione in concessione mineraria. Il pozzo eroga mediante pompa sommersa acqua dalle caratteristiche chimiche tali da classificarla come acqua minerale, con presenza di CO₂ disciolta (le analisi chimiche sono riportate nel prossimo capitolo).

Il pompaggio di quest'acqua captata è illustrato dalle prove di portata eseguite nel 1994 e 1995, prolungate per circa 72 ore consecutive senza interruzione.

Le prove sono state eseguite più volte dal 1994 al 2008 (vedi precedenti prove di portata riportate), registrando i livelli dinamici e statici contemporaneamente.

Sono state eseguite prove con incrementi progressivi di portata e nel rispetto delle caratteristiche della pompa.

Sono stati quindi registrati, al termine della prova di emungimento, i livelli d'acqua durante la risalita.

In entrambe le fasi di prova, si è potuto constatare:

- 1. totale assenza di reciproca interferenza tra i due pozzi durante le fasi di pompaggio prolungato;**
- 2. al termine del pompaggio, viene raggiunto progressivamente la quota iniziale del livello statico di inizio pompaggio;**
- 3. la portata critica, in base alla pompa disponibile, è stata valutata pari a 3.8 l/s per il pozzo 1 e 2 l/s per il pozzo 2;**
- 4. non si sono manifestate interferenze in entrambe le prove eseguite, neppure a distanza di tempo dal termine delle operazioni, con pozzi limitrofi.**

Di conseguenza, si può dedurre che la falda acquifera intermedia è alimentata da un ampio e vasto bacino idrico la cui peculiarità deve essere ricercata dalla presenza del reticolo di faglie la cui posizione e distribuzione è stata esposta nel capitolo 5 a grande scala e in capitolo 6 (geofisica) a piccola scala.

8.2 La falda profonda.

L'acqua appartenente a questa falda è di tipo sulfureo, termale, con temperatura pari a 56°C circa. Appartiene ad un circuito idrogeologico a livello regionale.

L'esecuzione di questo pozzo non ha evidenziato interferenza alcuna con le falde superiori, particolarmente con la falda mineralizzata, coltivata.

Nei prossimi anni, questa falda verrà meglio conosciuta, con l'esecuzione di altre indagini specifiche.

9. OPERE DI PRESA RELATIVE AL BACINO COLTIVATO

Come è stato illustrato dalle colonne stratigrafiche relative ai pozzi 1 e 2, l'opera di presa è stata realizzata utilizzando per il rivestimento della parete del pozzo tubazioni

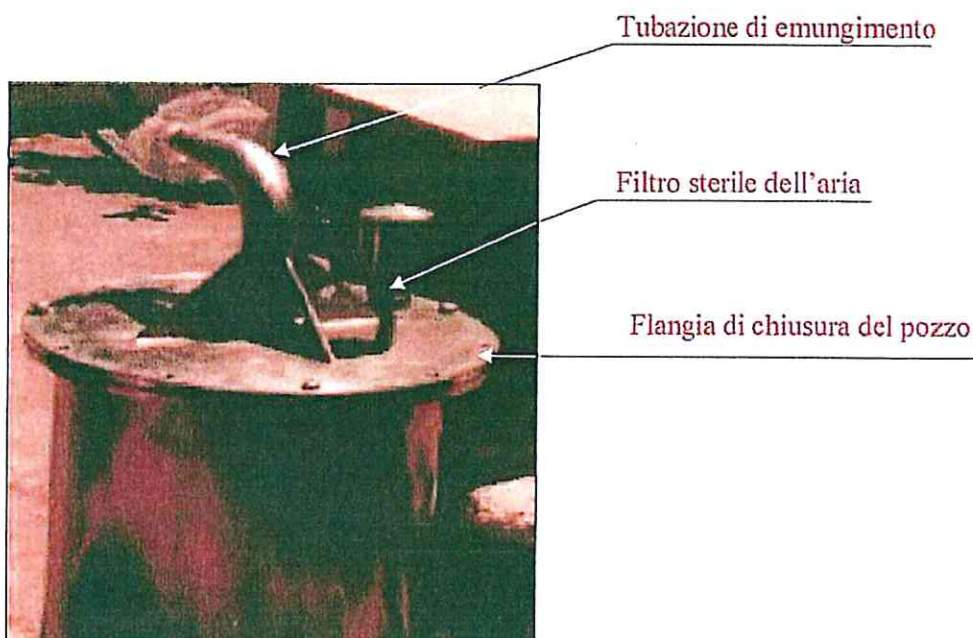


Figura 11: testa del pozzo

in acciaio inossidabile AISI 304L, mentre nell'intercapedine tra parete di scavo e tubazione di condizionamento del pozzo è stata posta in opera, per tutta la lunghezza della zona filtrante, breccia basaltica a granulometria simile a quella della pozzolana in cui è stata rinvenuta l'acqua carbonica.

Successivamente, da questa quota fino al piano campagna, è stata effettuata la cementazione con boiaccia di cemento additivata con bentonite, per evitare fenomeni di ritiro del cemento e quindi possibili infiltrazioni dal piano campagna.

Successivamente (figura 11), è stata effettuata la chiusura della bocca pozzo, munita di filtro sterile per l'aria, con flangia di sostegno di tutta la tubazione di emungimento e della pompa sommersa, in acciaio inossidabile AISI 316.

Questa metodica è stata utilizzata per i due pozzi.

La tubazione di emungimento è costituita da barre in acciaio inossidabile, flangiate alle estremità e munite di guarnizione O-ring posizionate all'interno di scanalature tornite all'interno della flangia stessa.

In questo modo, la tubazione di acciaio non presenta fenomeni di deposito di eventuale materiale trascinato o di accumulo di parti d'acqua non soggette a ricambio e quindi con rischi di tipo batteriologico.

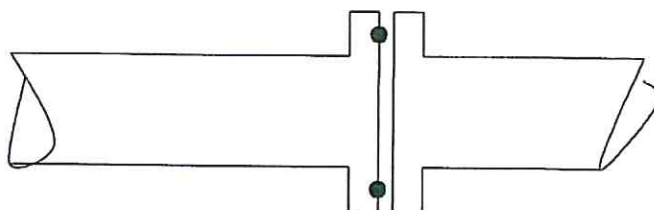


Figura 12: schema di giunzione tra flangie

Intorno ad ogni pozzo è stata costruita una cabina di protezione, il cui accesso è impedito ad estranei e circondato da apposita recinzione.

10. CHIMISMO DELLE ACQUE

10.1 L'acqua carbonica

L'acqua captata e coltivata è stata sottoposta a prelievi ufficiali ai fini del riconoscimento del carattere di "*acqua minerale*" secondo quanto previsto dalla legge e alle periodiche analisi di controllo annuali.

In particolare sono stati effettuati i prelievi periodici (chimici e batteriologici), sia in fase di riconoscimento dell' acqua che per le successive analisi cliniche e farmacologiche, secondo la normativa prevista, sempre con la redazione dei relativi verbali di prelievo, e alla presenza degli organi tecnici di controllo (Regione e A.S.L.).

Le analisi sono state eseguite sia presso l'Istituto di Igiene Sanarelli dell'Università La Sapienza di Roma (prof. Valerio Leoni, prof Matteo Vitali, prof. G. M. Fara) che presso l'Università di Napoli "Federico II" – Dipartimento di Chimica Farmaceutica e Tossicologica (proff. Oreste Schettino e Mario Sannino).

Le analisi clinico – farmacologiche sono state effettuate presso l'Università di Pavia (prof De Bernardi).

I risultati ottenuti dalle ultime analisi ufficiali sono riportati nella documentazione allegata.

La trasformazione dei valori analitici in meq/l permette di ottenere le quantità in reazione (*reactng value*), che vengono indicati con la lettera *r*.

La rappresentazione grafica è qui di seguito riportata (*diagrammi di Stadler*).

	POZZO 1						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ca ⁺⁺	4,88	4,83	5,02	5,07	7,44	7,68	7,98
Mg ⁺⁺	3,54	3,56	3,73	3,73	3,80	3,86	3,74
Na ⁺ +K ⁺	9,53	8,03	7,87	8,03	9,52	7,94	7,57
Cl ⁻	1,40	1,38	1,55	0,91	1,68	1,58	1,58
SO ₄ ⁻⁻	1,01	1,95	2,05	1,32	1,63	1,80	1,47
HCO ₃ ⁻	15,00	15,00	15,80	14,80	15,99	17,29	19,69

Tabella 14

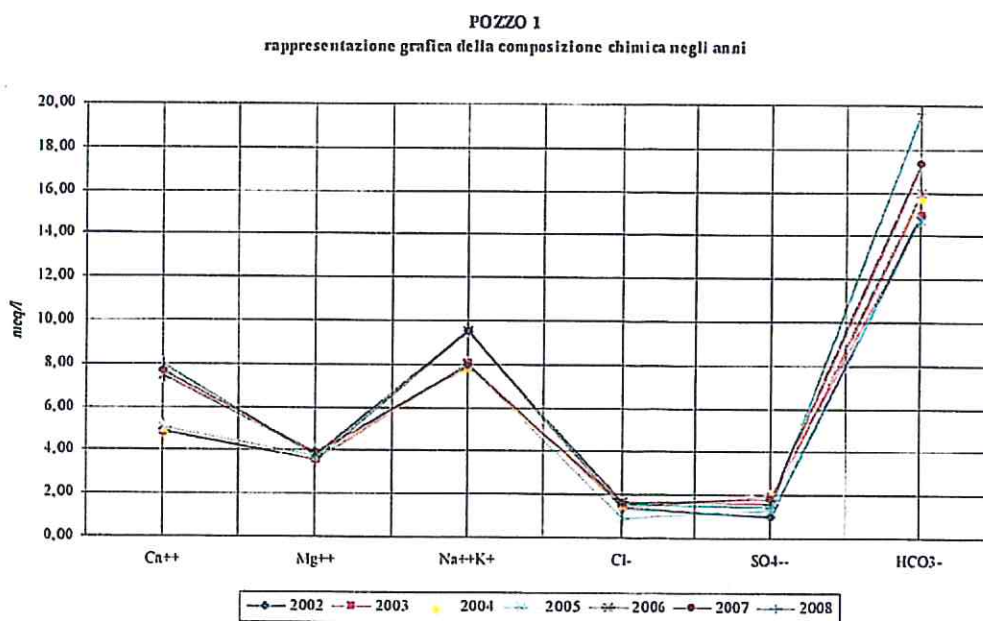


Grafico 5

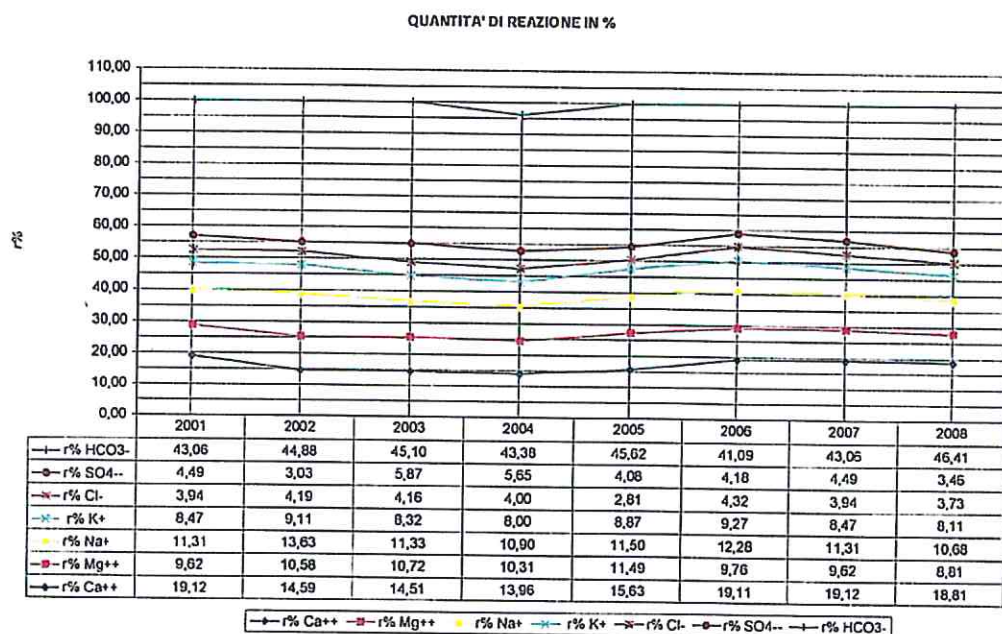


Grafico 6

Ma un migliore esame dello stato chimico dell'acqua si può osservare effettuando il raffronto tra le analisi dei vari prelievi eseguiti in tempi diversi, ricorrendo al confronto tra gli elementi chimici utilizzando i **diagrammi semilogaritmici di Schöller** (grafico 7). La rappresentazione si basa sulla trasformazione delle concentrazioni ioniche espresse in milliequivalenti; viene utilizzato un grafico semilogaritmico, così da esporre simultaneamente i valori delle concentrazioni assolute, la relativa ampiezza e la variazione assoluta percentuale.

In ascissa, in scala aritmetica, è rappresentato il riferimento di partenza degli ioni costituenti principali (Ca^{++} , Mg^{++} , $\text{Na}^{+}+\text{K}^{+}$, Cl^{-} , SO_4^{--} , HCO_3^{-}), spazati in modo uguale (ma arbitrario). In ordinata, viene riportato il logaritmo della concentrazione in milliequivalenti/litro degli ioni prescelti.

Il valore in milliequivalenti viene calcolato dividendo il peso in milligrammi per il peso atomico dello ione considerato, diviso a sua volta per la valenza.

Congiungendo i valori corrispondenti, si ottiene una spezzata che individua l'analisi chimica di ogni campione esaminato.

Segmenti paralleli su di un grafico semilogaritmico esprime identico rapporto.

Si può osservare come la composizione chimica sia pressoché costante, a meno di minime variazioni percentuali tra una anno e l'altro.

RAPPRESENTAZIONE SECONDO SCHOLLER DELLA COMPOSIZIONE
CHIMICA AL POZZO 1 NEGLI ANNI

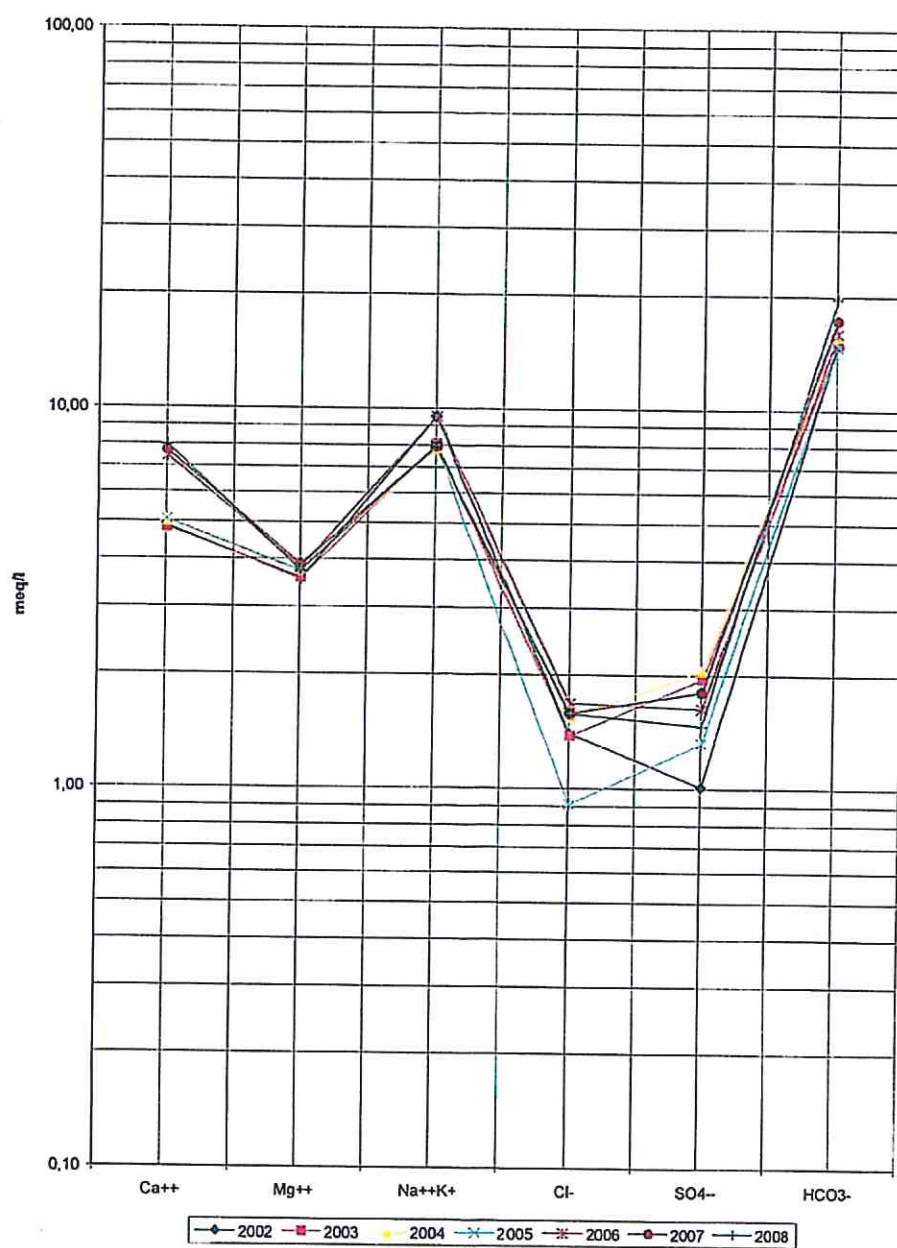


Grafico 7

ACQUA MINERALE S. STEFANO

DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DEGLI IONI

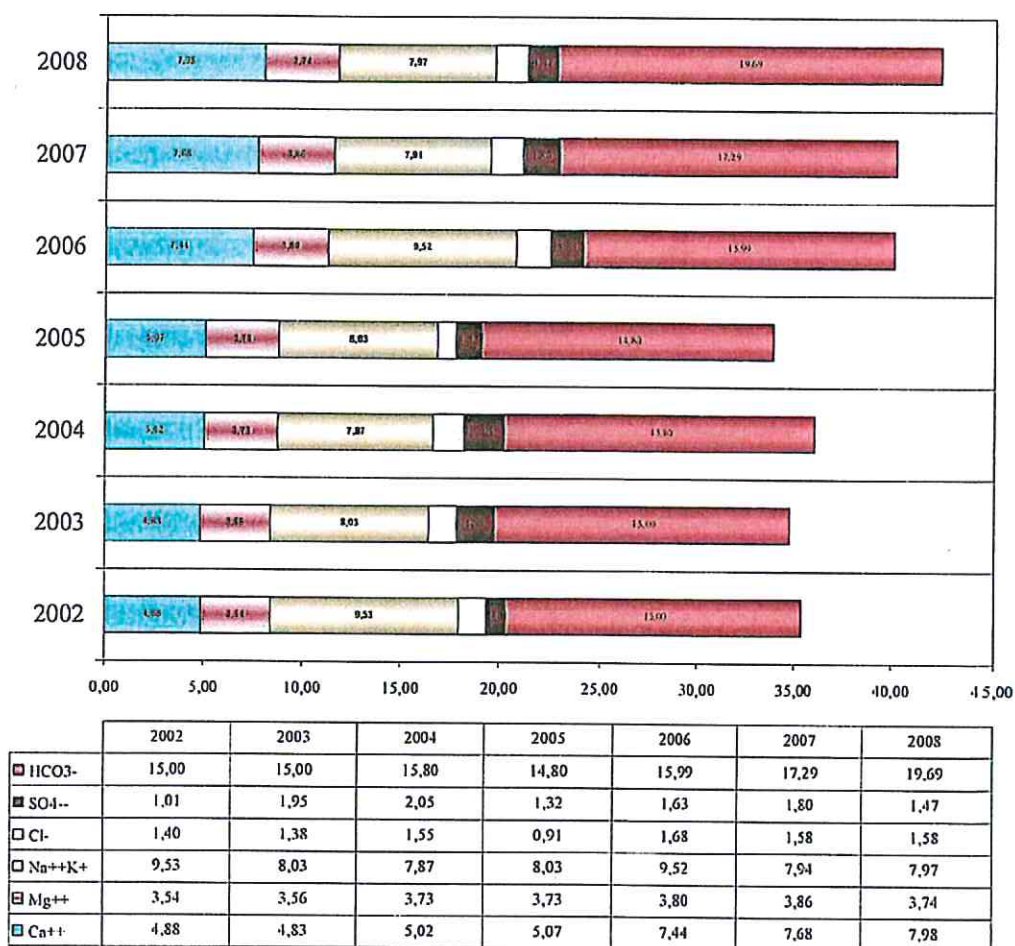


Grafico 8: ulteriore rappresentazione grafica della composizione chimica

10.2 Considerazioni

I valori analitici espressi nelle pagine precedenti e presentati nelle analisi ufficiali consentono di individuare al meglio le caratteristiche chimiche dell'acqua; le successive risultanze provenienti dalle indagini farmacologiche, tossicologiche e cliniche permettono di meglio individuare quindi il campo di applicazione terapeutico delle acque captate ai pozzi. Si rimanda a queste relazioni specialistiche

Nel corso della successiva coltivazione, si potrà meglio studiare il giacimento dal punto di vista genetico, per meglio comprendere l'evoluzione del bacino idrominerario, per valutare le dimensioni e le capacità del giacimento stesso.

E' di notevole interesse infatti, per valutare le dimensioni del bacino di alimentazione dei due pozzi realizzati, poter effettuare un'indagine isotopica relativa alla CO_2 e dell'acqua, oltre che delle rocce incontrate durante la perforazione, nel corso dell'esercizio dei pozzi.

L'indagine isotopica rappresenta l'anello di congiunzione tra la situazione idrologica esistente e il verificarsi di tutti quei fenomeni sedimentologici e tettonici che hanno costituito la premessa indispensabile al realizzarsi del regime idrologico che qui si verifica e si manifesta.

Lo scopo di tali analisi è infatti quello di valutare il tempo di ricarica della falda mineralizzata, la verifica della costanza nel tempo della composizione chimica dell'acqua e le dimensioni del bacino di alimentazione e di mineralizzazione.

L'esecuzione di un'indagine isotopica è basata sullo studio del rapporto tra i singoli atomi, costituenti la molecola da gas o di acqua, pesanti e più leggeri, con riferimento alla percentuale di presenza e diffusione.

Ad esempio, se si considera l'acqua, la molecola è H_2O : le variazioni del rapporto O^{18}/O^{16} in campioni d'acqua vengono espresse in unità δ , non essendo questa altro che il rapporto in millesimi del rapporto O^{18}/O^{16} esistente nel campione d'acqua esaminato rispetto al campione di riferimento, normalmente costituito da un valore medio ponderato delle acque oceaniche universalmente riconosciuto.

Ogni giacimento minerario di particolare interesse economico deve essere studiato sia dal punto di vista genetico, per meglio comprendere l'evoluzione del bacino idrominerario, sia dal punto di vista economico, per valutare le dimensioni e le capacità del giacimento stesso così da poter definire i successivi investimenti che dovranno essere effettuati per la giusta coltivazione e lo sviluppo futuro.

Il modello che si comincia ad ottenere viene via via affinato, considerando gli apporti d'acqua provenienti da altre falde, dalla mineralizzazione individuata nei campioni di roccia attraversata, ecc.

Le informazioni e i risultati che ottengono sono principalmente:

- età dell'acqua;
- origine e zona di residenza dell'acqua nel sottosuolo;
- condizioni della "ricarica" della falda minerale → qualità dell'acqua;
- origine dei componenti dei sali presenti nell'acqua
- origine dei gas disciolti nell'acqua

10.3 Acqua sulfurea

Poiché nella medesima concessione mineraria, a profondità più elevata, come precedentemente ricordato, è stata captata la falda profonda sulfurea, si ritiene opportuno riportare, per conoscenza, la composizione chimica dell'acqua sulfurea.

Il pozzo, come precedentemente ricordato, è profondo 80 m, e l'acqua è stata classificata in seguito all'analisi eseguita su campioni prelevati e analizzati dall'Istituto di Igiene "Sanarelli" dell'Università degli studi "La Sapienza" di Roma.

Anche per quest'acqua in tabella 15 vengono esposti i valori analitici relativi agli ioni caratteristici di un'acqua minerale e viene rappresentato il grafico secondo Schöller (grafico 7).

	mg/l	r (meq/l)	r%
Ca	298.00	14,8703	27.69
Mg	79.80	6,5625	12.22
Na+K	775.5	32,2458	60.05
Totale cationi	1153.30	53.6986	100.00
Cl	798.00	22,5061	40.15
SO ₄	171.00	3,5603	6.35
HCO ₃	1830.00	29,9951	53.50
Totale anioni	2799.00	56,0615	100.00

Tabella 15

CONCESSIONE MINERARIA "S.STEFANO"
POZZO D' ACQUA SULFUREA

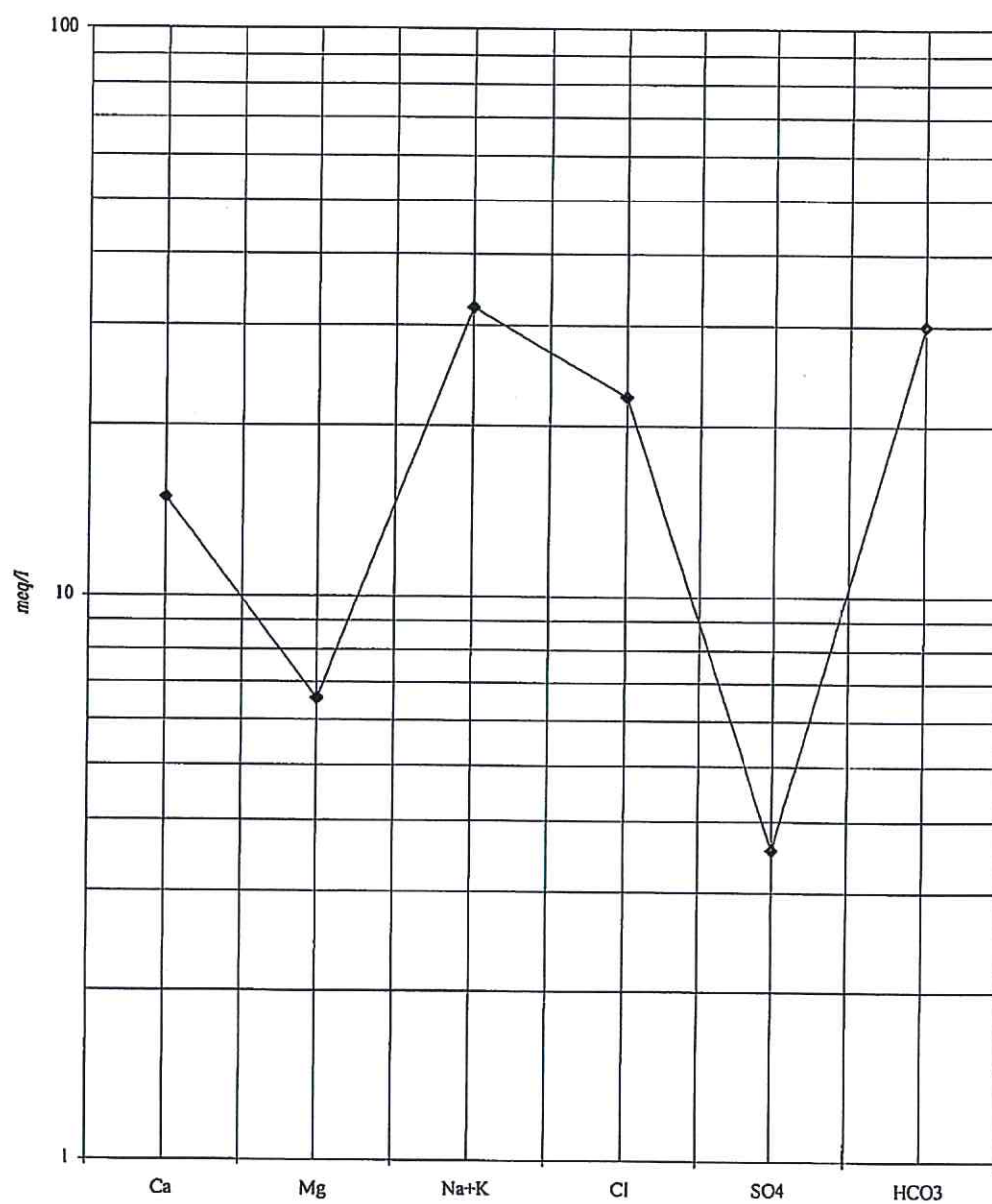


Grafico 9

La conducibilità elettrica è pari a 1580 μS , a 20 °C, mentre il grado solfidimetrico, caratteristica saliente dell'acqua, registrato è pari a 85.2.
Elevato è il residuo fisso a 180°C: 3451 mg/l.

I componenti principali che caratterizzano il residuo fisso ottenuto sono esposti nella seguente tabella 16

	mg/l
Ione Calcio	298.00
Ione Magnesio	79.80
Ione Sodio	693.3
Ione Potassio	82.2
Ione Cloruro	798.00
Ione Solfato	171.00
Ione Carbonato	900.6

Tabella 16

Da ciò si può dedurre che l'origine dell'idrogeno solforato presente non deriva da riduzione di solfuri metallici ma da una fase di raffreddamento di masse magmatiche: la presenza di anidride carbonica, la cui presenza è confermata dalle acque più superficiali captate, ha poi una funzione di regolazione del processo di riduzione.

11. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUL BACINO IDROTERMALE

La concessione mineraria "S. Stefano" insiste sulla parte terminale del bacino sotteso dal fosso dell'Acqua Solfa' e in parte si estende nel bacino del fosso attiguo.

Nell'ambito della gestione della concessione, la SANTO STEFANO TERME s.p.a ha delimitato, come risulta anche agli atti dell'Ufficio Acque Minerali e Termali della Regione Lazio, le zone di protezione assoluta, igienico sanitaria e ambientale, secondo quanto previsto dalla legge regionale sulle acque minerali (L.R. 26 giugno 1980, n. 90 – B.U.R.l: n. 21 del 30.07.1980 art. 10).

Sulla base di tale legge, si è provveduto al rinnovo della concessione mineraria, anche alla luce degli investimenti eseguiti e programmati, che prevedono la realizzazione di un reparto di imbottigliamento dell'acqua carbonica captata e la realizzazione di una struttura termale per lo sfruttamento dell'acqua sulfurea captata.

Tutte queste fasi risultano essere state eseguite con l'approvazione dell'Assessorato regionale competente in materia di acque termali e minerali, oltre che con il supporto locale degli uffici U.S.L. e quindi A.S.L., preposti al controllo e del Comune di Aprilia, nel cui territorio comunale ricade la concessione mineraria.

12. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUL PROGETTO DI SVILUPPO

Il progetto di sviluppo proposto dalla società, come già precedentemente accennato, consiste nella realizzazione di:

- impianto di imbottigliamento d'acqua carbonica (intervento A);
- complesso termale integrato (intervento B), articolato in:
 - stabilimento termale (intervento B1);
 - centro benessere e hotel termale / spa (intervento B2)



Figura 13

Nell'estratto della planimetria generale di figura 13, sono posizionati i vari interventi che si prevede di effettuare.

La realizzazione delle strutture avviene all'interno della concessione mineraria e su terreni di proprietà.

Come si può osservare, lo stabilimento di imbottigliamento e lo stabilimento termale sono situati nella zona pianeggiante, nella valle percorsa del Fosso dell'Acqua Solfa, già indicato come canale di drenaggio dei terreni circostanti.

Il rilievo centrale, di forma circa ellissoidale e con asse maggiore orientato NO – SE, situato a quota superiore rispetto al fondo valle, verrà impegnato centro benessere e hotel termale / spa.

Intervento A

Questo intervento comprende lo stabilimento per l'imbottigliamento dell'acqua minerale carbonica: si prevedono anche locali per il deposito e la commercializzazione dei prodotti, il padiglione per la mescita e i relativi servizi per la pubblica fruizione.

Lo stabilimento è posizionato parallelamente all'asse stradale di via dell'Acqua Solfa, nella porzione di terreno che si estende fra il Fosso dell'Acqua Solfa e il confine meridionale che delimita la proprietà, circondato da un ampio spazio pavimentato per consentire il transito di automezzi per il carico e scarico.

La parte antistante il fosso e confinante con via dell'Acqua Solfa è interessata invece dal padiglione della mescita diretta inserito in un'area attrezzata a verde e dotata di parcheggi per i visitatori.

Intervento B

Questo comparto comprende la struttura termale integrata costituita da tre aree primarie:

1. piscina termale e reparti termali (B1);
2. centro benessere e hotel termale / spa (B2).

I nuclei sono differenziati strutturalmente a seconda della destinazione prevista e dei servizi offerti, fruibili anche da una utenza locale giornaliera e inseriti in un ampio parco che avrà la funzione di "filtro" con l'area destinata allo stabilimento di imbottigliamento.

Sono previste, nell'ambito di quest'area, alcune aree attrezzate con impianti sportivi, provviste di ingressi e servizi anche autonomi per consentirne la fruizione non soltanto dei residenti, ma di una più vasta utenza, proveniente dalle aree urbane limitrofe, carenti di tali tipi di servizi.

Per la descrizione delle strutture, si rimanda alle tavole progettuali specifiche.

12.1 Le strutture previste in rapporto al terreno

Occorre sottolineare che tutte le opere che devono essere realizzate saranno **fondate esclusivamente su fondazioni di tipo diretto, superficiali.**

Ciò con lo scopo di proteggere la falda da interferenze ed evitare infiltrazioni che danneggerebbero il bene che la società stessa vuole sviluppare e coltivare.

Le fondazioni che si devono adottare sono funzione della tipologia dell'edificio da realizzare e si articolano esclusivamente in

- a. fondazioni a platea;**
- b. fondazioni a trave rovescia, con plinti realizzati all'incrocio delle stesse travi.**

12.2 Zona dello stabilimento di imbottigliamento (intervento A) e complesso termale integrato (intervento B1):

Alla luce delle indagini effettuate e in occasione di sistemazioni realizzate allo scopo di migliorare il deflusso delle acque superficiali, la successione litologica dei terreni è la seguente:

0.00 - 0.80 m	copertura vegetale
0.80 - 3.50 m	terreno argilloso consolidato, asciutto
3.50 - 4.20 m	terreno argilloso sabbioso

E' assente la falda acquifera.

I valori dei parametri geotecnici da considerare, appoggiando le fondazioni a - 0.50 m una volta eliminata la coltre vegetale:

- *terreno argilloso consolidato:*

peso specifico,	$\gamma =$	1,8 t/m ³	\rightarrow 17.65 kN/m ³
angolo d'attrito interno,	$\varphi =$	20°	
coesione,	$c' =$	1.0 kg/cm ²	\rightarrow 98.06 kN/m ²

- *terreno argilloso sabbioso*

peso specifico,	$\gamma =$	2.0 t/m ³	\rightarrow 19.61 kN/m ³
angolo d'attrito interno,	$\varphi =$	24°	
coesione,	$c' =$	1.2 kg/cm ²	\rightarrow 117.67 kN/m ²

Adottando un coefficiente di sicurezza $F = 3$,

- per una fondazione a trave rovescia posta a -0.50 m di profondità dal p.c. e larga 0.80 m, è:

$$a_{mm} = 5.70 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 558.97 \text{ kN/m}^2$$

- per una fondazione a platea delle dimensioni $5,00 \times 10,00$ m rovescia posta a -0.50 m di profondità dal p.c, è:

$$a_{mm} = 5.88 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 576.63 \text{ kN/m}^2$$

12.3 Zona dello centro benessere e hotel termale / spa (intervento B2)

Questo intervento viene realizzato sul rilievo tufaceo situato al centro della valle percorsa dal fosso dell'Acqua Solfa. Il rilievo è tufaceo costituito da tufo litoide.

La stratigrafia è la seguente:

0.00 - 0.40 m	tufo pedogenizzato (terreno vegetale)
0.40 - 1.80 m	cappellaccio di tufo (tufo argillificati)
1.80 - oltre 8.00 m	tufo lionato litoide

L'intervento da realizzare deve prevedere l'asportazione della coltre vegetale. Alcune strutture potranno essere fondate direttamente sul *cappellaccio* che mediamente presenta le seguenti caratteristiche geotecniche:

- peso di volume $\gamma = 1,4 \div 1,5 \text{ t/m}^3 \rightarrow 13.79 \div 14.70 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno $\varphi \cong 38^\circ$
- coesione $c' = 1.3 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 127 \text{ kN/m}^2$

Altre strutture interesseranno direttamente il tufo litoide, poiché si prevede che vi sia un approfondimento nel terreno per incassare nel terreno alcuni servizi connessi con l'attività prevista in questo intervento.

Il tufo litoide presenta le seguenti caratteristiche medie:

- peso specifico, $\gamma = 2,6 \text{ t/m}^3 \rightarrow 25.49 \text{ kN/m}^3$
- angolo di attrito interno $\varphi > 35^\circ$
- coefficiente di Poisson $\mu = 0,40$
- modulo dinamico di elasticità $E_{\min} \div E_{\max} = 26100 \div 36200 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 2559 \div 3550 \text{ MPa}$
- resistenza a compressione (ELL) $q = 55 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 5393.65 \text{ kN/m}^2$

I terreni quindi presentano ottime caratteristiche ai fini delle fondazioni.

12.4 Strade d'accesso alla zona d'intervento B2

L'accesso al rilievo tufaceo avviene riattando la viabilità esistente, attualmente invasa da vegetazione di rovi. La strada sul lato di monte è dominata dal versante tufaceo e non esistono, allo stato attuale, zone di crollo o di potenziale crollo. E' certamente evidente che in fase realizzativi dovrà essere esaminata la situazione nel dettaglio.

Fin d'ora si può prevedere l'eventuale utilizzo localizzato di reti parasassi poiché occorre prevedere che la "pulizia" di vegetazione infestante può determinare il rilascio di materiale sciolto causato dallo stato di parziale abbandono delle strade stesse.

In ogni caso, il transito su queste strade è prevedibile un saltuario transito di mezzi pesanti (rifornimenti alla struttura alberghiera) e un limitato movimento di mezzi leggeri.

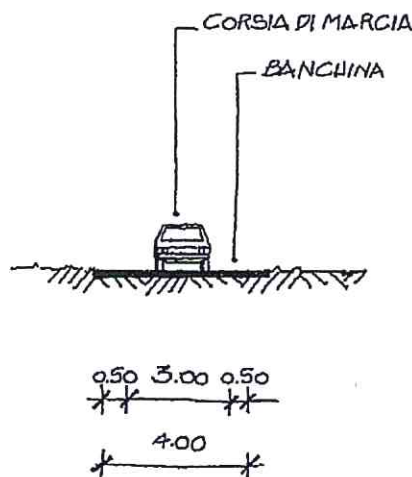


Figura 14: sezione tipologica della strada di accesso

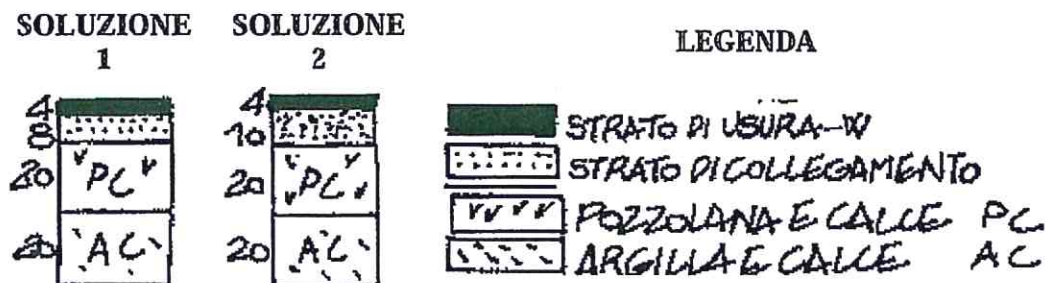


Figura 15: tipologia del corpo stradale

La velocità prevedibile massima è di 40 km/h; di conseguenza, la sovrastruttura stradale può essere schematizzata nel seguente modo, utilizzando materiali esistenti in zona e

realizzando quanto necessario e opportuno per la corretta raccolta e smaltimento delle acque provenienti dalla piattaforma stradale.

12.5 Parcheggi

Le aree a parcheggio previste in corrispondenza dei vari interventi saranno costruite in maniera tale da raccogliere le acque di prima piogge, quindi raccolte in appositi disoleatori periodicamente svuotati.

Il dimensionamento di questi impianti sarà effettuato nella fase progettuale definitiva del progetto generale di intervento.

13. SITUAZIONE SISMICA DELL'AREA

La sismicità dell'area risulta influenzata soprattutto dalla struttura sismogenetica dei Colli Albani. L'apparato vulcanico albano, d'altro canto, rappresenta una delle più attive strutture sismogenetiche fra quelle legate al vulcanismo recente e localizzate lungo il margine occidentale dell'Appennino.

In base all'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03, il comune di Aprilia è classificato **in zona sismica 3**, riconfermata in base alla riclassificazione sismica regionale, delibera di Giunta Regionale n. 766 del 01.08.2003.

Questa classificazione implica che il valore di accelerazione orizzontale massima è:

$$a_g = 0,15 \text{ g (SLV)}$$

Di ciò dovrà essere tenuto conto da parte del calcolatore delle strutture.

Gli edifici previsti possono essere posti in *CLASSE II*:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1	1,5	2

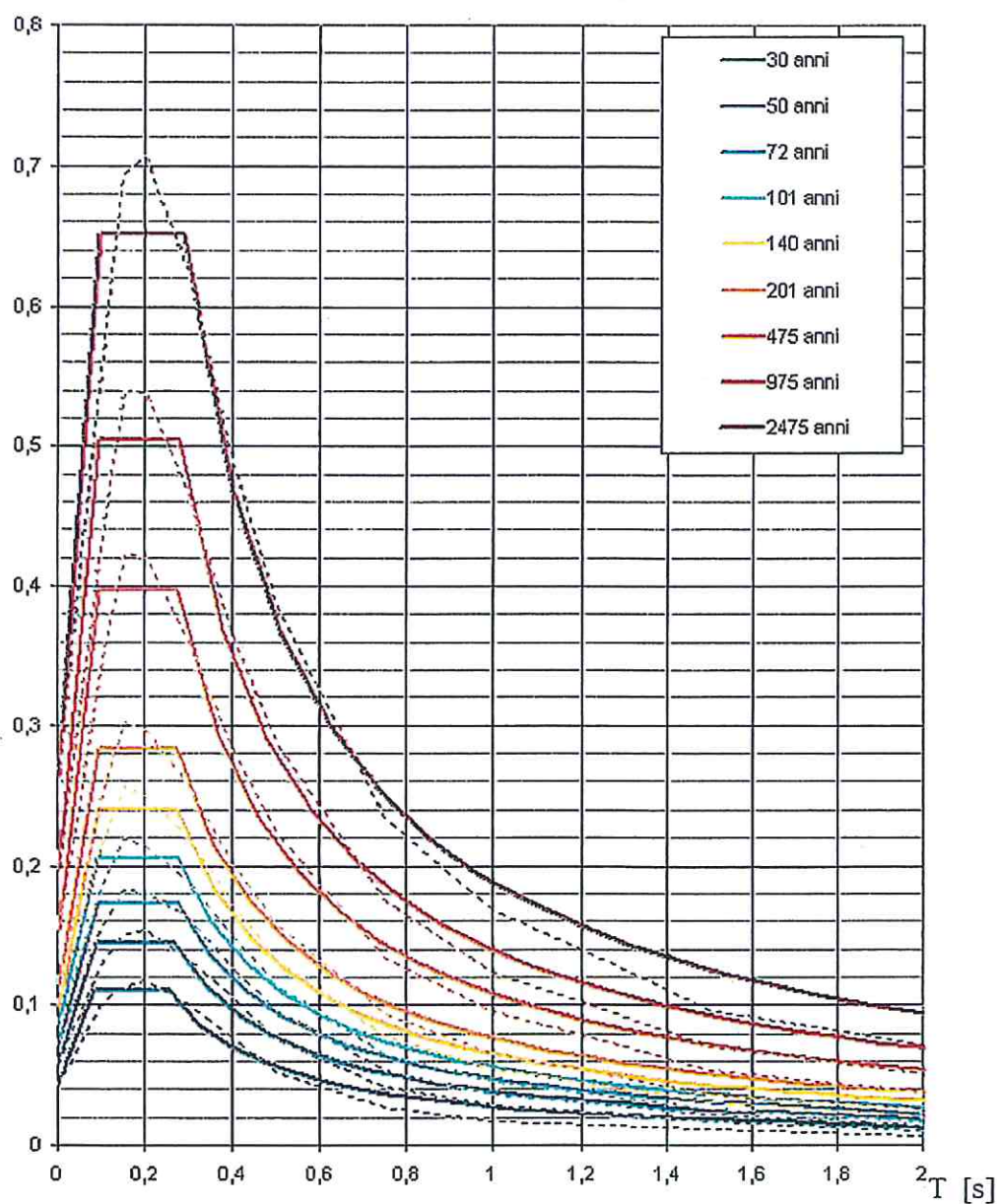
Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

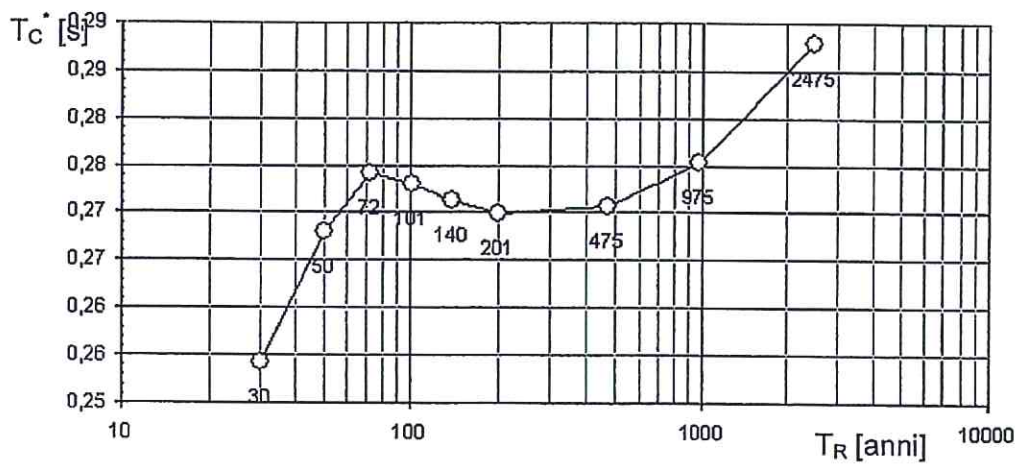
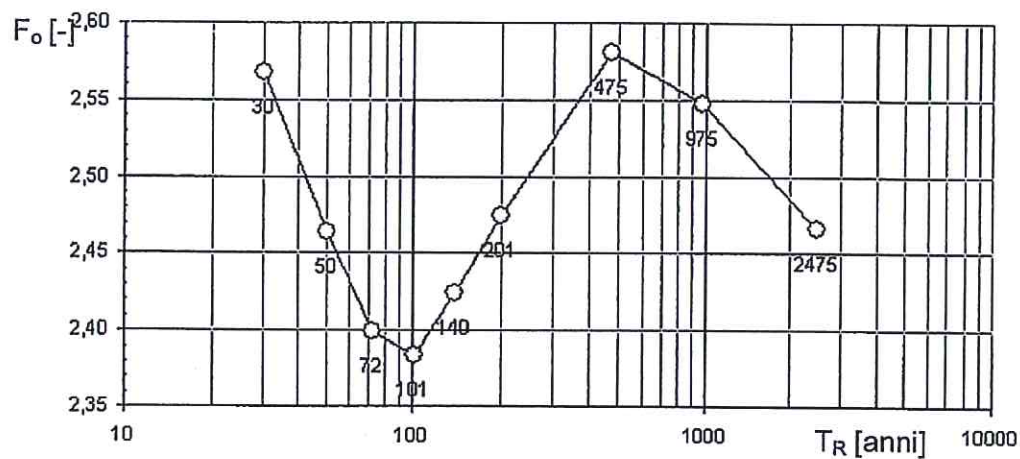
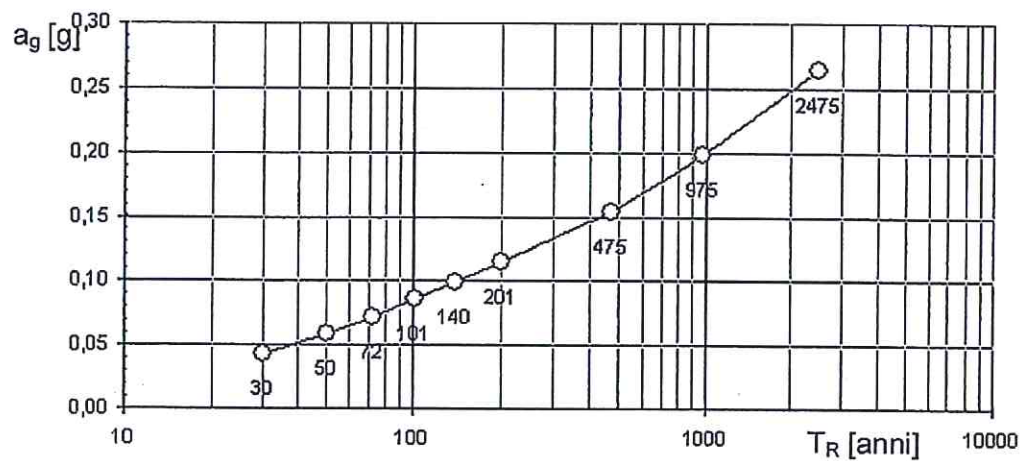
Dove la vita nominale è considerata pari a 35 anni

In allegato si riportano i diagrammi degli spettri di risposta e i parametri da considerare per un primo esame della situazione sismica.

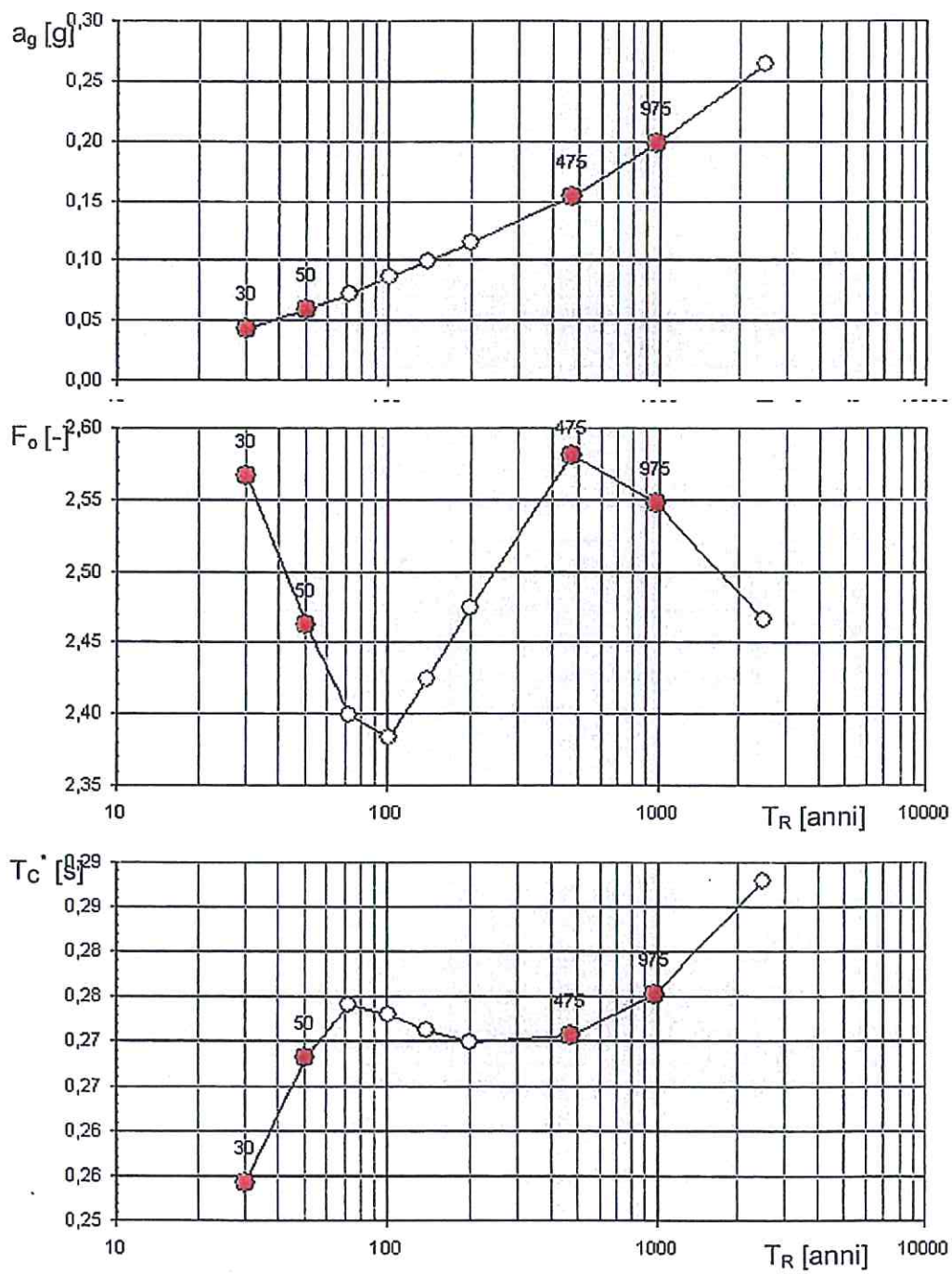
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



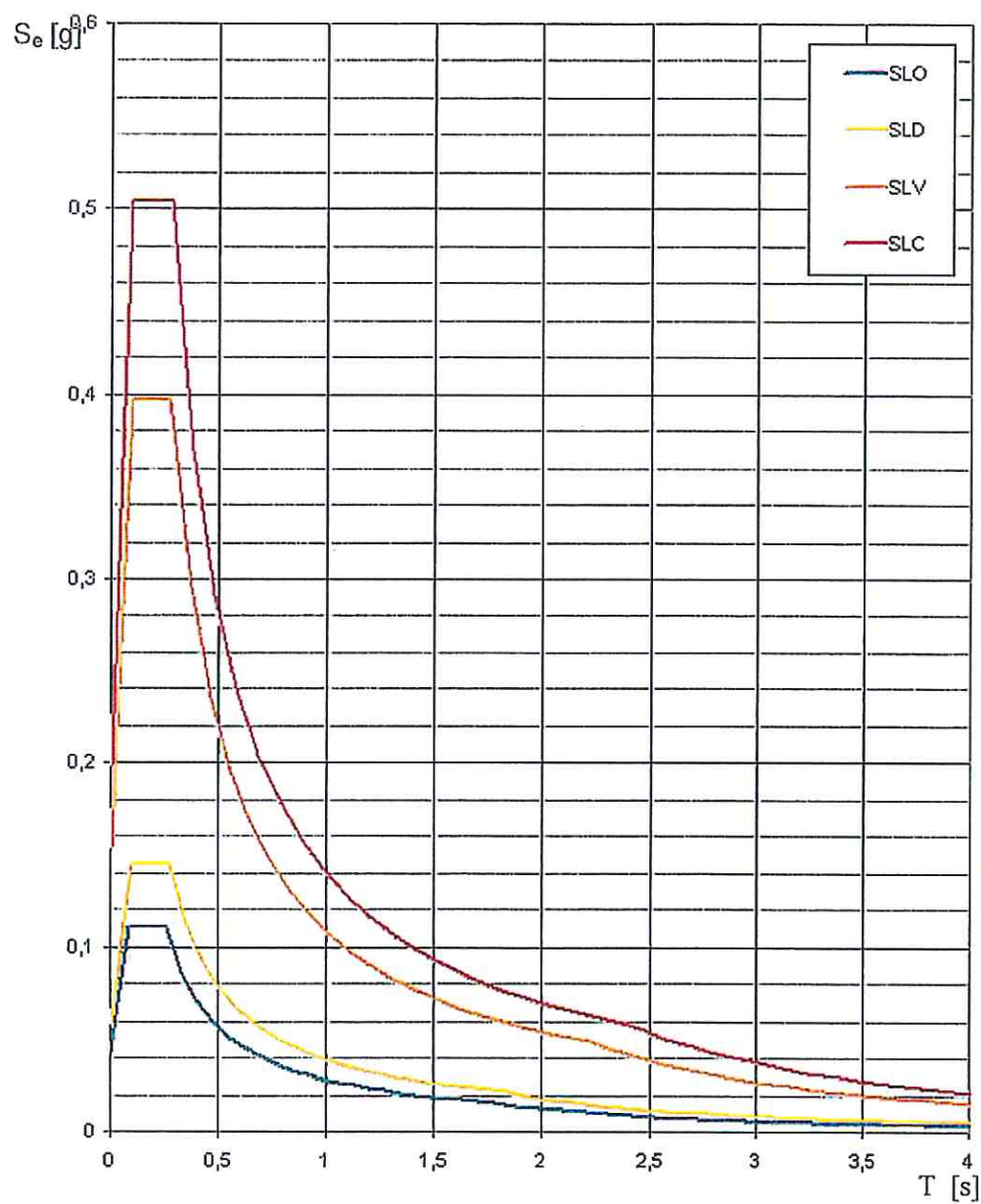
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



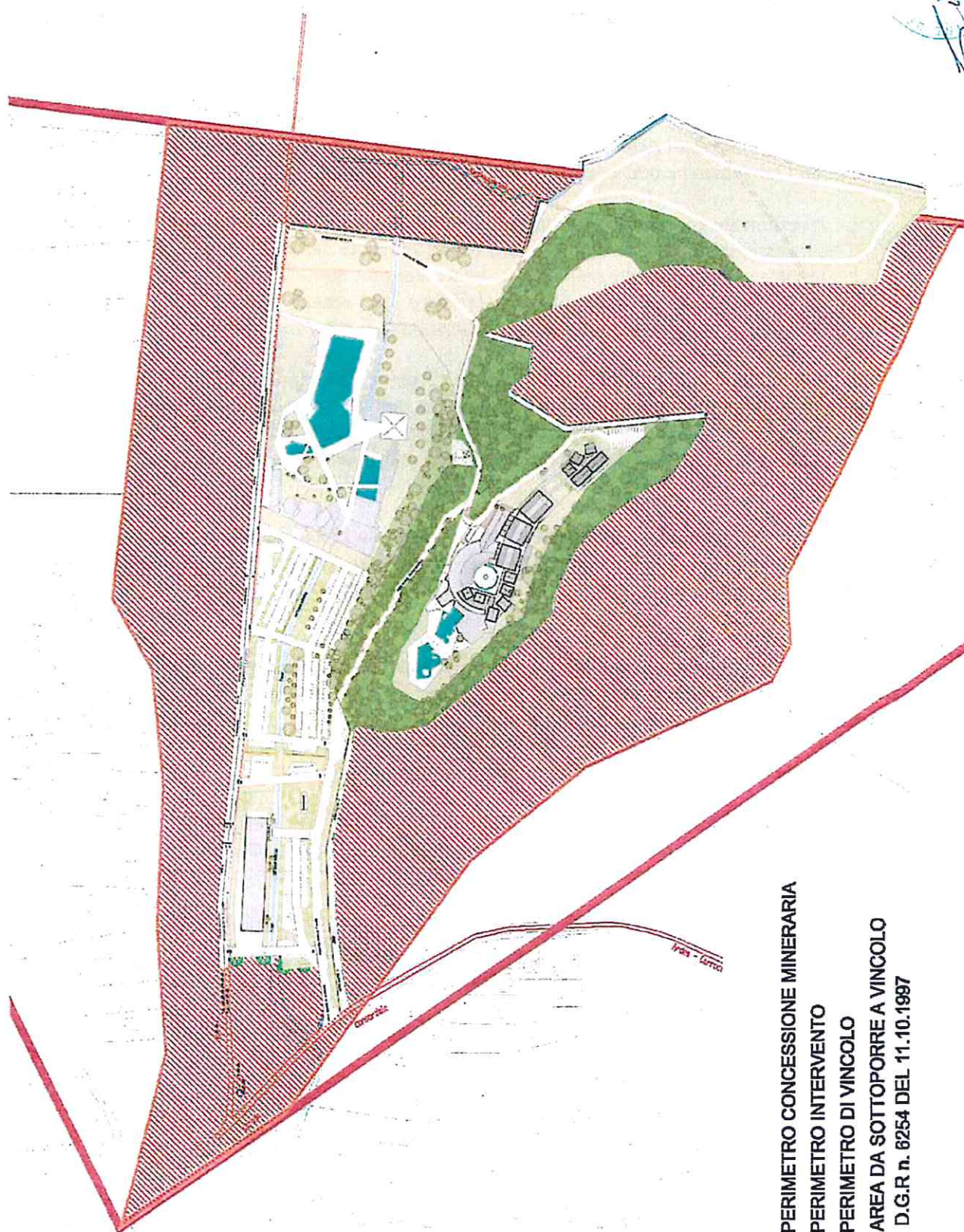
Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Stampa circolare con firma e data: 11.10.1997



- PERIMETRO CONCESSIONE MINERARIA
- PERIMETRO INTERVENTO
- PERIMETRO DI VINCOLO
- AREA DA SOTTOPORRE A VINCOLO
- D.G.R n. 6254 DEL 11.10.1997

14. CONCLUSIONI

In base a quanto esposto nelle pagine precedenti, si può riassumere nei seguenti punti gli elementi fondamentali dell'intervento previsto dalla società:

1. investimento economico e tecnologico ai fini della coltivazione del bene dato in concessione di sfruttamento sia dell'acqua minerale carbonica che dell'acqua termale sulfurea reperita nell'ambito della medesima concessione;
2. realizzazione di strutture tali da insistere sul terreno senza determinare interferenze nel sottosuolo e tali da determinare il deterioramento del bene da sfruttare;
3. realizzazione di adeguate strutture da inserire nel contesto attuale senza determinare sconvolgimenti ambientali, ma tali da coinvolgere il paesaggio esistente al meglio nell'ambito della tipologia dell'intervento, in considerazione dell'elevata valenza paesaggistica connessa con la realizzazione della struttura termale.

Dal punto di vista generale si deve notare che non esistono problematiche correlate con stabilità dei terreni, con rischi di esondazione e, in ogni caso, con fenomeni naturali che possano essere di alterazione o di ostacolo alla realizzazione degli interventi e al loro successivo esercizio.

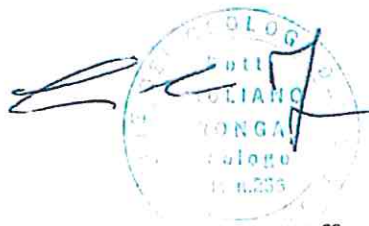
Si deve invece fare presente che nell'ambito della concessione mineraria devono essere confermate e costantemente applicate le prescrizioni emanate dalla Regione Lazio nella sua delibera di rinnovo della concessione: a queste stesse norme la società si attiene (ad esempio, adozione di fondazioni superficiali, raccolta e depurazione delle acque di prima pioggia e di dilavamento delle aree di parcheggio, ecc.).

La società, in quanto concessionaria, è tenuta alla sorveglianza dell'applicazione delle prescrizioni regionali nell'ambito della concessione mineraria; d'altra parte, le prescrizioni stesse richiamano altri soggetti al rispetto delle medesime norme.

In tale situazione si è ritenuto di illustrare nella tavola qui di seguito allegata la rappresentazione della fascia minima di rispetto e d'applicazione delle norme di salvaguardia riferita all'area prevista di intervento.

Tale tavola può essere definita come *tavola dell'idoneità* ai fini della realizzazione dell'intervento proposto e previsto.

Roma, maggio 2009



COMUNE DI APRILIA

(Prov. Latina)

Concessione mineraria per la coltivazione di acqua termo-minerale "Santo Stefano"

Regione Lazio: Delibera n. 6254 del 14.10.97

Committente: SICAM S.r.l.

Ubicazione: Via Fossignano, 126 - Aprilia

Proposta di intervento progettuale per la realizzazione di un complesso termale integrato:

Intervento "A": Stabilimento Imbottigliamento e Confezionamento Acqua Minerale "S.Stefano in Campo"

Intervento "B": Complesso Termale Integrato

S. STEFANO S.I.C.A.M. S.p.A.
IL PRESIDENTE

Rel. 5	Relazione Geologica	
Scala:	VARIANTE al P.R.G	
Data:	Dott. Geologo Giuliano Ronga	



**NOTE GEOTECNICHE
OSSERVAZIONI SU ALCUNI DETTAGLI
COSTRUTTIVI**

INTRODUZIONE

La Società S.STEFANO SICAM s.r.l. è titolare della concessione per acqua minerale e termale, di ettari 71.83.18, denominata **S.STEFANO**, rilasciata dalla Regione Lazio con D.G.R. del 10.05.1977 e rinnovata con D.G.R. n. 6254 del 14.10.1997, come da copia della delibera in allegato 1.

L'area della concessione mineraria insiste esclusivamente nel territorio comunale di Aprilia (Latina), in particolare in località FOSSIGNANO, come è riportato in figura 1, tratta dalla Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000; in figura 2, è riportata l'area di concessione delimitata sulla cartografia I.G.M. 1:25.000, tavoletta "ARDEA" e la zona è individuata in parte del foglio 158 (all. 2).

Essa è stata rinnovata, alla sua scadenza, sia per:

- lo sfruttamento delle acque minerali carboniche a suo tempo rinvenute e coltivate;
- lo sfruttamento dell'acqua termale sulfurea, individuata e captata all'interno della medesima concessione mineraria.

La cartografia di riferimento è costituita da:

- tavoletta I.G.M. "ARDEA" – F.158 – IV NO;
- Carta Tecnica Regionale, sezioni n. 387 150, 399 030.

Acqua minerale carbonica

Nella delibera di rinnovo della concessione mineraria, è prevista:

► la realizzazione dello stabilimento di imbottigliamento e della struttura termale costituisce un punto fondamentale stabilito dalla Regione Lazio

Fino al momento del rinnovo della concessione, e così anche attualmente, la coltivazione delle acque minerali carboniche è consistita nell'emungimento dai pozzi dell'acqua, il suo avvio alla miscita ove può essere raccolta da parte dei privati in contenitori di proprietà degli stessi. La S.I.C.A.M. garantisce il corretto sfruttamento della risorsa, il controllo chimico e batteriologico continuo, eseguendo le periodiche analisi di controllo sia secondo quanto stabilito dalla normativa del Ministero della Sanità sulle acque minerali (D.L. 22.01.1992, n.105 e D.L. 12.11.1992, n.542 e succ. aggiornamenti), oltre che controlli eseguiti con proprio personale presso il laboratorio installato in prossimità della miscita.

E' intenzione della società promuovere, così come ribadito nella delibera di rinnovo del titolo minerario, lo sviluppo della risorsa, realizzando un piccolo stabilimento di imbottigliamento, con capacità produttiva attualmente dimensionata sulla portata d'acqua attualmente disponibile.

La realizzazione dello stabilimento avverrà, come si può ben evincere dal progetto generale, su terreni di proprietà della società.

Acqua termale sulfurea

Durante la vigenza della concessione mineraria, al concessionario è fatto obbligo di procedere ad ulteriori ricerche nell'area della concessione e del bacino, con lo scopo di migliorare la gestione e approfondire la conoscenza.

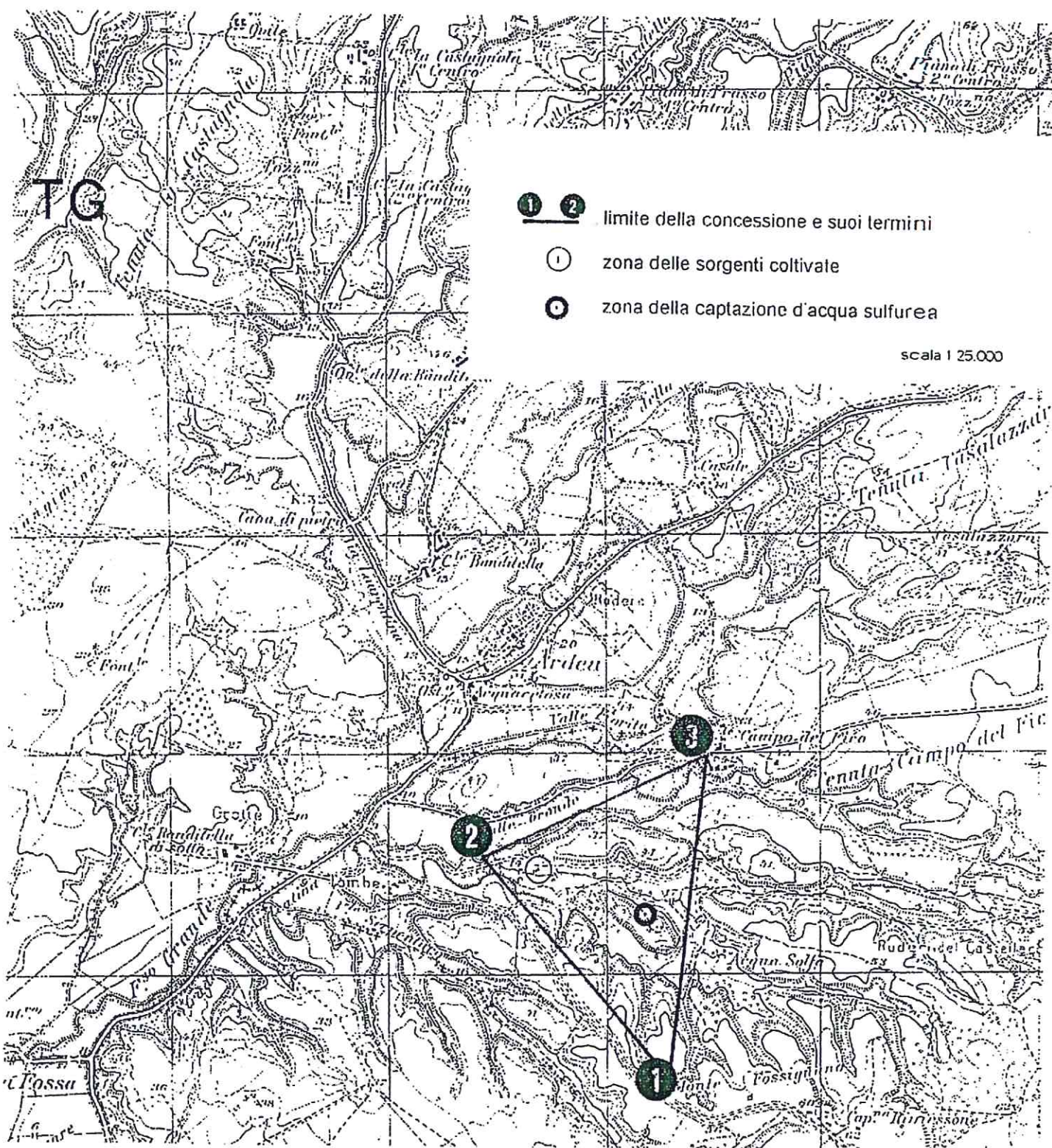


Figura 2

Per tali motivi, la società ha effettuato due campagne geofisiche, geoelettriche e sismiche, che, unite ad una serie di indizi presenti nel territorio, hanno consentito di ipotizzare la presenza di acque di tipo termale.

Per tale motivo, la Regione Lazio¹ ha autorizzato la società ad eseguire una perforazione geognostica, successivamente, in seguito ai risultati ottenuti, trasformata in pozzo. E' stato infatti rinvenuto un livello di acqua termale sulfurea ($t > 55^{\circ}\text{C}$) che, dopo gli studi chimici, batteriologici e clinico farmacologici, può essere utilizzato in maniera valida in certe applicazioni curative.

► In base a ciò, il rinnovo della concessione mineraria contiene anche l'obbligo per il concessionario di realizzare uno stabilimento di tipo termale.

Anche questa struttura, di cui è presentato il progetto di massima, verrà realizzata su terreni di proprietà della società.

Nell'allegato "A", sono evidenziati i caratteri peculiari clinici, medici e farmacologici che consentono di utilizzare l'acqua sulfurea in maniera adeguata e secondo le normative vigenti in campo sanitario nazionale e che possono quindi dare un forte sviluppo all'attività stessa.

Osservazioni

La S.I.C.A.M., con tali progetti, è stata ammessa a finanziamento in seguito all'introduzione dei "Patti Territoriali": si rende quindi necessario procedere all'investimento e alla realizzazione di quanto previsto una volta che sia stata accordata la variante urbanistica necessaria.

Si tenga in ogni caso presente che:

1. la realizzazione delle strutture previste avviene nell'ambito della concessione mineraria;
2. lo stabilimento di imbottigliamento e la struttura termale devono essere realizzate il più vicino possibile alla fonte primaria, per evitare trasporti dell'acqua che potrebbero determinare alterazioni chimico fisiche e batteriologiche alla materia prima;
3. parte delle opere che si dovranno realizzare diverranno, in base alla legge regionale sulle acque minerali e termali, pertinenze della Regione Lazio².

Il mancato rispetto di quanto stabilito nel decreto della Giunta Regionale del Lazio di rilascio della concessione implica la dichiarazione immediata di decadenza della concessione stessa, con grave danno economico per la società, oltre che per la collettività.

I luoghi interessati dall'intervento sono situati al confine tra la provincia di Roma e la provincia di Latina, in un'area così delimitata.

La realizzazione delle strutture previste nel decreto di concessione per lo sfruttamento del bene dato in concessione avviene esclusivamente nel comune di APRILIA.

¹ su iniziativa della Società e su autorizzazione preventiva della Regione Lazio (delibera della Giunta Regionale n. 7227 del 19.09.1995).

² Legge regionale del 26.06.1980, n. 90.

GIUNTA REGIONALE DEL LAZIO

ESTRATTO DAL PROCESSO VERBALE DELLA SEDUTA DEL 14 OTT. 1997

ALLEGATO 1

ADDI 14 OTT. 1997 DELLA SEDE DELLA REGIONE LAZIO, IN VIA CRISTOFORO COLOMBO, 212 SI E' RIUNITA LA GIUNTA REGIONALE, COSI' COSTITUITA:

BADALONI	Pietro	Presidente	GUASCO	Romolo	Assessore
COSENTINO	Lionello	Vice Presidente	HERMANIN	Giovanni	"
AMATI	Matteo	Assessore	LUCISANO	Pietro	"
BONADONNA	Salvatore	"	MARRONI	Angiolo	"
BONOTTO	Gian Pietro	"	META	Michele	"
CIOFFARELLI	Francesco	"	PIZZUTELLI	Vincenzo	"
FEDERICO	Maurizio	"			

ASSISTE IL VICE SEGRETARIO DOTT. Adolfo TAPI
..... OMISSIS

COSENTINO - CIOFFARELLI - LUCISANO

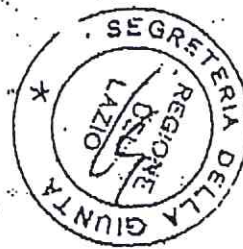
ASSENTI:

DELIBERAZIONE N° 6254

OGGETTO: Rinnovo concessione mineraria di acqua minerale "SANTO STEFANO" in località Fossignano del Comune di Aprilia, provincia di Latina. Art. 27 L.R. 26 giugno 1980, n° 90. Estensione della concessione mineraria alla coltivazione di acqua termominerale. Costituzione zona di protezione igienico-sanitaria e di protezione ambientale. Art. 10 L.R. 26 giugno 1980, n° 90.



FEDELTÀ CONFORME



OGGETTO: Rinnovo concessione mineraria di acqua minerale "SANTO STEFANO" in località Fossignano del Comune di Aprilia, provincia di Latina. Art. 27 L.R. 26 giugno 1980, n. 90. Estensione della concessione mineraria alla coltivazione di acqua termominerale. Costituzione zone di protezione igienico-sanitaria e di protezione ambientale. Art. 10 L.R. 26 giugno 1980, n. 90.

SU PROPOSTA dell'Assessore allo Sviluppo Economico e Attività Produttive;

VISTO il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443;

VISTO il R.D.L. 15 giugno 1936, n. 1347;

VISTA la legge 7 novembre 1941, n. 1360;

VISTO il D.P.R. 28 giugno 1955, n. 620;

VISTO il D.P.R. 14 gennaio 1972, n. 2;

VISTO il D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616;

VISTA la L.R. 2 maggio 1980, n. 30 e successive modificazioni;

VISTA la L.R. 26 giugno 1980, n. 90;

VISTA la L.R. 22 luglio 1993, n. 31;

VISTA la legge 15 maggio 1997, n. 127;

VISTA la propria deliberazione n. 1791 del 10 maggio 1977, con la quale ai signori CREMONINI Adelmo, Stefano e Beniamino, tutti rappresentati da CREMONINI Adelmo, è stata rilasciata, per la durata di anni venti, e su un'area avente l'estensione di Ha 71.83.18 (ettari settantuno, aze ottantadue e centiare diciotto), la concessione mineraria di acqua minerale denominata "SANTO STEFANO" in località Fossignano del territorio del Comune di Aprilia, provincia di Latina;

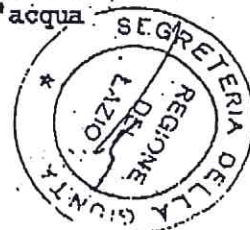
VISTA la propria successiva deliberazione n. 4257 del 28 luglio 1987, con la quale la concessione di acqua minerale denominata "SANTO STEFANO" in località Fossignano del Comune di Aprilia (LT) ed avente l'estensione di Ha 71.83.18, accordata per la durata di anni venti ai signori CREMONINI Adelmo, Stefano e Beniamino, giusta deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n. 1791 del 10 maggio 1977, è stata trasferita ed intestata alla "SANTO STEFANO" - Società Industria Commercio Acqua Minerale S.r.l., con sede in Aprilia - Via Fossignano n. 126 - in sigla "S. STEFANO S.I.C.A.M. S.r.l." (codice fiscale 01258160595);

VISTA la propria deliberazione n. 7227 del 19 settembre 1995, con la quale il programma per la captazione di nuove falde mineralizzate, mediante la realizzazione di pozzi, da effettuarsi nell'ambito dell'area della concessione "de qua", di cui all'istanza presentata dalla S. STEFANO - S.I.C.A.M. S.r.l., è stato autorizzato ed approvato;

VISTA l'istanza datata 9 maggio 1996, con la quale la S. Stefano - S.I.C.A.M. S.r.l. (codice fiscale 01258160595), chiede ai sensi dell'art. 27 della L.R. 26 giugno 1980, n. 90, il rinnovo della concessione mineraria di acqua minerale denominata "SANTO STEFANO" sita in località Fossignano, nel territorio del Comune di Aprilia, provincia di Latina;

VISTA la successiva documentata istanza data 31 luglio 1996, presentata dalla S. Stefano S.I.C.A.M. S.r.l. ad integrazione della sopraspecificata istanza, con la quale chiede altresì, che la concessione mineraria de qua venga estesa all'acqua termominerale;

Copia conforme



segue: DELIBERAZIONE n. 6254 del 11.01.1997
della deliberazione, copia autentica dalla nota di avanzata trascrizione
della deliberazione stessa all'Ufficio dei Registri Immobiliari di
Latina.

Art. 6 = Restano confermati tutti gli obblighi, disposizioni ed oneri
dettati con l'originaria deliberazione n. 1791 del 10 maggio 1977 e
confermati nella deliberazione n. 4257 del 28 luglio 1987, i quali
si intendono qui integralmente trascritti.

Art. 7 = Il rinnovo della concessione mineraria e l'estensione
all'acqua termominerale di cui alla presente deliberazione, non
pregiudica gli eventuali diritti dei terzi.

Art. 8 = Sono costituite le zone di protezione igienico-sanitaria e di
protezione ambientale delle sorgenti di acqua minerale e dell'acqua
termominerale della concessione mineraria denominata "SANTO
STEFANO" in località Fossignano del territorio del Comune di
Aprilia, provincia di Roma.

Art. 9 = L'estensione della zona di protezione igienico-sanitaria e
della zona di protezione ambientale sono delimitate con linea
perimetrale verde continua evidenziata in giallo la zona di
protezione igienico-sanitaria e con linea perimetrale blu continua
la zona di protezione ambientale, nell'allegata planimetria
catastale alla scala 1:2000, che forma parte integrante della
presente deliberazione.

Art. 10 = La zona di protezione igienico-sanitaria è sottoposta ai
seguenti vincoli:

- a) sono vietate le costruzioni di stalle e di concimaie;
- b) è vietata la dispersione, ovvero l'emissione in fossi non
impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se
depurati;
- c) è vietata la dispersione nel sottosuolo di acque bianche
provenienti da piazzali e strade;
- d) la costruzione di strade deve essere effettuata in modo idoneo ad
allontanare le acque al di fuori della zona di protezione
igienico-sanitaria;
- e) sono vietate la perforazione di pozzi per la ricerca di acque
sotterranee, fatta salve le esigenze di ricerca e utilizzo per
scopi minerali autorizzati dalla Regione e la costruzione di
bacini per la raccolta delle acque, nonché l'apertura di cave;
- f) la costruzione di fabbricati per uso abitazione ed industriale
deve essere attuata tenendo presente le seguenti norme:
 - le fondazioni debbono essere del tipo a platea unica continua;
 - le acque scure e chiare debbono essere incanalate in fognali
impermeabili di grès, cemento o altro materiale idoneo, conte-
nuti in un contrappeso di cemento poggiato su un masso di
fondazione;
 - i fognali debbono scaricare le acque scure e chiare al di
fuori della zona di protezione igienico-sanitaria, secondo i
detti dalle vigenti disposizioni in materia;
- g) è vietato il pascolo e lo stazzo di bestiame;
- h) è vietata la concimazione dei terreni con concimi animali o
chimici nocivi alla purezza della falda mineralizzata alimentare
e i pozzi della concessione di acqua minerale e termominerale "SANTO



CONFORME



"STEFANO";

l) sono vietate le discariche di qualsiasi tipo, anche se controllate, nonché lo stoccaggio di rifiuti, reflui prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;

e) sono vietati i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli e gli impianti di trattamento dei rifiuti;

m) è vietato l'insediamento di fognature e pozzi pendenti; per quelli esistenti il Comune dovrà effettuare una verifica sull'attuale stato di tenuta, operare il ripristino dei tratti avariati. Per la fossa a tenuta le autorità sanitarie competenti dovranno verificare, almeno ogni tre mesi, l'integrità ed il buon funzionamento.

n) sono vietati gli insediamenti industriali, artigiani, zootecnici ed agricoli aventi attività prevista dal decreto del Ministro della Sanità 5 settembre 1994, riguardante l'elenco delle lavorazioni insalubre.

Art.11 = Entro la zona di protezione ambientale è vietata qualsiasi variazione dell'attuale situazione agricola e morfologica che possa recare danno alla conservazione e qualificazione della falda idrominerale e della falda idrotermale alimentanti i pozzi oggetto della concessione mineraria "SANTO STEFANO".

Art.12 = Copia della presente deliberazione sarà inviata a cura della Segreteria della Giunta Regionale al Comune di Aprilia, ai fini dell'adeguamento degli strumenti urbanistici, ai sensi dell'art.39 della L.R. 26 giugno 1980, n.90.

Art.13 = La zona di protezione igienico-sanitaria e la zona di protezione ambientale del bacino che alimenta le falde mineralizzate della concessione denominata "SANTO STEFANO" in località Fossignano del territorio del Comune di Aprilia, provincia di Latina, sono costituite senza pregiudizio degli eventuali diritti dei terzi.

Art.14 = Il presente provvedimento non è soggetto a controllo ai sensi dell'art.17, comma 32, della legge 15 maggio 1997, n.127.

La presente deliberazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lazio.

IL PRESIDENTE: f.to PIETRO BADALONI
IL VICE SEGRETARIO: f.to Dott. Adolfo PAPI



Per copia conforme

UFFICIO N° 2 - SEZIONE III°
IL RESPONSABILE DELLA SEZIONE
(Paolo BOTTA)

Paolo Botta

- 5 NOV. 1997

REGIONE LAZIO

SIGLIO REGIONALE

MOD. GR5/D

pag. n. 2

ATTI DI DELIBERAZIONE

6254

14 OTT. 1997

RILEVATO che le suddette istanze datate 9 maggio 1996 e 31 luglio 1996 sono state inserite nel Foglio Annunzi Legali della Provincia di Latina n.80 del 15 novembre 1996 e sono state pubblicate nei modi di rito all'Albo Pretorio del Comune di Aprilia dal 18 novembre 1996 al 3 dicembre 1996, senza dare luogo ad opposizioni;

CONSIDERATO che le suddette istanze sono state comunicate all'Amministrazione Provinciale di Latina, alla Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura ed al Comune di Aprilia, senza dare luogo ad osservazioni;

VISTO il progetto e la relazione tecnico-finanziaria presentati dalla S. Stefano S.I.C.A.M. S.r.l. in concorso dell'istanza 31 luglio 1996;

RITENUTO che dagli accertamenti e dall'esame della relazione tecnico-finanziaria e degli elaborati grafici, nel progetto di cui trattasi, consistente nella realizzazione di un moderno stabilimento termale, assicura, nel complesso, una più razionale valorizzazione ed utilizzazione delle risorse idrominerali ed idrotermali e che, quindi, possono essere approvati, per la parte strettamente mineraria;

RILEVATO con l'istanza datata 31 luglio 1996, la S. Stefano S.I.C.A.M. S.r.l. chiede ai sensi dell'art.10 L.R. 26 giugno 1980, n.90, la costituzione delle zone di protezione igienico-sanitaria e di protezione ambientale delle sorgenti di acqua minerale e di acqua termominerale oggetto della concessione mineraria "de qua";

RITENUTO che ai sensi del combinato disposto degli articoli 10, 36, 37, 38 e 39 della predetta L.R. 26 giugno 1980, n.90, occorre procedere alla costituzione delle zone di protezione igienico-sanitaria e di protezione ambientale delle sorgenti di acqua minerale e di acqua termominerale, oggetto della concessione mineraria denominata "SANTO STEFANO" in località Fossignano del territorio del Comune di Aprilia, provincia di Latina;

RILEVATO che sussistono i presupposti tecnici per la costituzione e delimitazione delle relative zone di protezione di cui all'art.10 della L.R. 90/80, contestualmente al conferimento del rinnovo della concessione mineraria "de qua" ed alla estensione della stessa all'acqua termominerale;

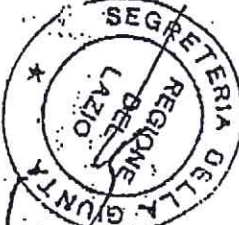
CONSIDERATO che la richiedente il rinnovo della concessione e l'estensione della stessa alla coltivazione di acqua termominerale è in possesso della idoneità tecnico-economica necessaria per lo sfruttamento della concessione mineraria di cui trattasi;

VISTO il parere espresso dalla Commissione Regionale Consultiva per le acque minerali e termali, nella seduta del 16 luglio 1997;

CONSIDERATO a norma del combinato disposto dell'art.34 del R.D. 29 luglio 1929, n.1443 e dell'art.27, comma primo, della L.R. 26 giugno 1980, n.90, l'opportunità che, sia per la congruità del programma presentato dalla S. Stefano S.I.C.A.M. S.r.l. e sia per l'importanza del giacimento, il rinnovo della concessione mineraria, estesa alla coltivazione di acqua termominerale, abbia la durata di anni trenta;



COPIA CONFORME



all'unanimità.

DELIBERA

Art.1 = La concessione mineraria dei pozzi di acqua minerale denominata "SANTO STEFANO" in località Fossignano del territorio del Comune di Aprilia, provincia di Latina, - accordata originariamente con deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n.1791 del 10 maggio 1977, per la durata di anni venti e su un'area di Ha 71.83.18 (attari settantuno, ara ottantatré e centiare diciotto) ai signori CREMONINI Adelfo, Stefano e Beniamino e trasferita ed intestata con deliberazione n.4257 del 28 luglio 1987 alla "Santo Stefano - Società Industria Commercio Acque Minerali S.r.l." (codice fiscale 01258160595) in sigla "S.Stefano - S.I.C.A.M. S.r.l.", con sede in Aprilia, Via Fossignano n.126 - è rinnovata in favore della predetta S.Stefano - S.I.C.A.M. S.r.l., per la durata di anni trenta a decorrere dalla data del 10 maggio 1997 ed è estesa alla coltivazione di acqua termominerale.

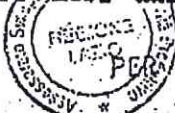
Art.2 = Il progetto e la relazione tecnico-finanziaria per la realizzazione del complesso termale a servizio della concessione mineraria "SANTO STEFANO" presentati con l'istanza datata 31 luglio 1996, sono approvati per la parte strettamente mineraria.

Art.3 = Il progetto e la relazione tecnico-finanziaria, come sopra approvati, fanno parte integrante della presente deliberazione.

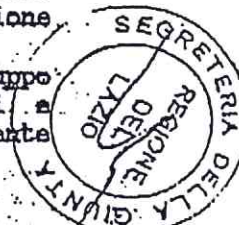
Art.4 = Il progetto per la costruzione del complesso termale, - ai sensi dell'art.32 del R.D. 29 luglio 1927, n.1443 -, è da considerarsi di pubblica utilità e va realizzato nella sua interezza entro e non oltre il termine di anni cinque dalla data del conseguimento delle prescritte autorizzazioni.

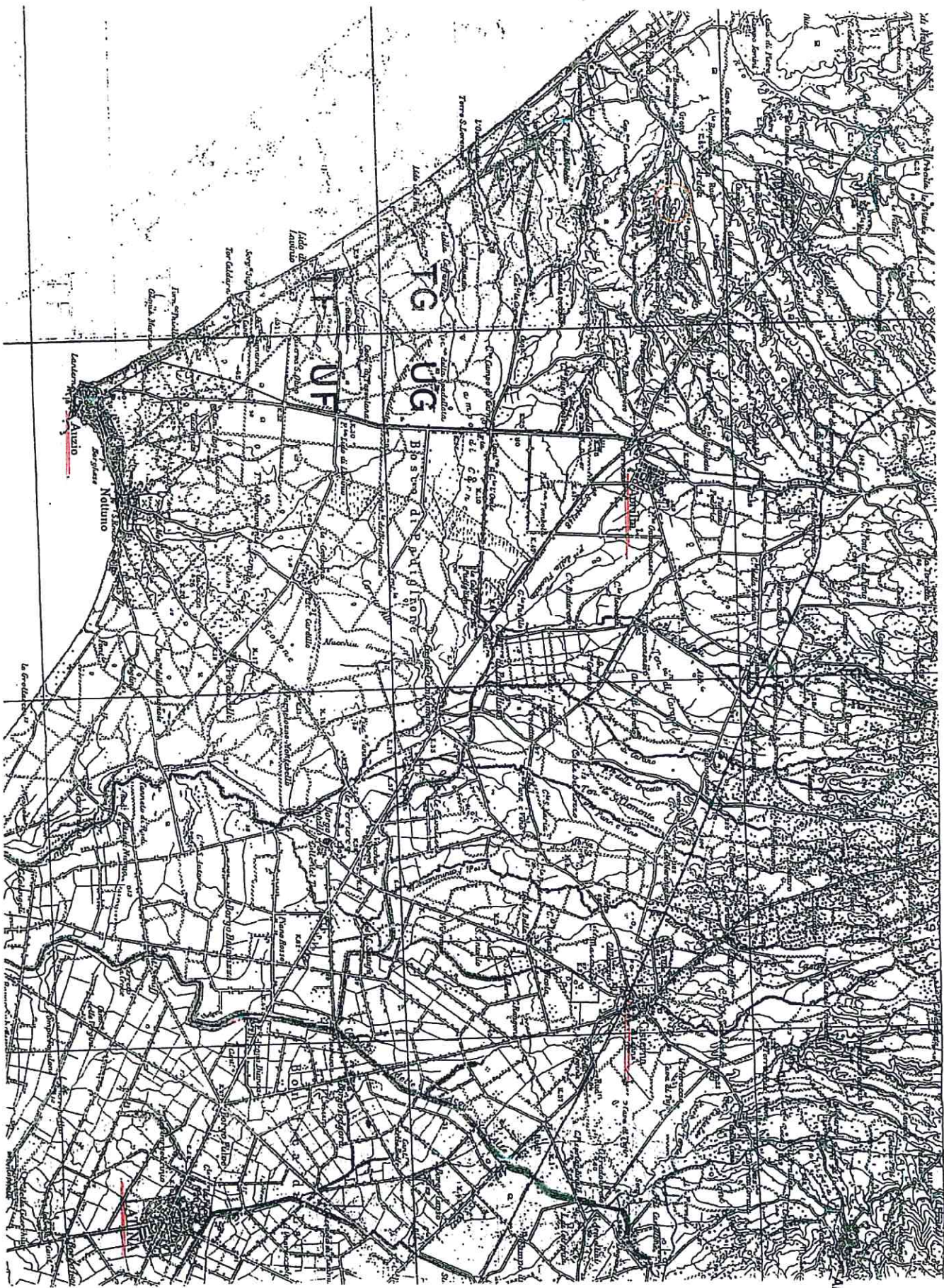
Art.5 = La Società, titolare della concessione è tenuta:

- a) a corrispondere la tassa di concessione regionale di ~~£~~ 3.225.000 (lire tremilioniduecentotrentaseimila) ai sensi della L.R. 2 maggio 1980, n.30 e successive modificazioni;
- b) a corrispondere il diritto proporzionale annuo anticipato di ~~£~~ 4.320.000 (lire quattromilionitrecentotrentamila), pari a ~~£~~ 60.000 per ogni ettaro, o frazione di ettaro compresi nell'area della concessione, ai sensi dell'art.23 della L.R. 26 giugno 1980, n.90, così come modificato dall'art.4 della L.R. 22 luglio 1993, n.31;
- c) ad osservare l'obbligo di provvedere, con misuratori di portata e di conducibilità elettrica, alle sorgenti o in prossimità dell'impianto di utilizzazione nonché di pluviografi e termografi ubicati in posizione idonea nell'area della concessione, alla raccolta e conservazione dei dati concernenti sia la portata e le caratteristiche dell'acqua sia la meteorologia della zona della concessione;
- d) ad eseguire ogni sei mesi, alla presenza di un funzionario regionale dell'Ufficio Acque Minerali e Termali, la misurazione delle portate dei singoli pozzi;
- e) a far pervenire alla Regione Lazio - Assessorato allo Sviluppo Economico e Attività Produttive - Ufficio Acque Minerali e Termali, entro tre mesi dalla data di notifica della presente



PER CONFORME





CLIMATOLOGIA

CLIMA

Stazione termopluviometrica indice della zona viene considerata quella di Ardea, più vicina alla zona di interesse.

La sua posizione è così determinata:

QUOTA
37 m s.l.m.

LONGITUDINE
0° 6' E

LATITUDINE
41° 36' N

Di tale stazione si dispongono i dati relativi a 14 anni consecutivi: si tratta quindi di un numero di rilevazioni tali da consentire di avere un quadro coerente con la realtà.

Temperatura

I valori medi mensili della temperature massime, minime, medie giornaliere e delle escursioni termiche registrate in questo periodo di tempo, sono qui riportate in tabella e in grafico.

Tabella 1

ARDEA				
	Massima	Minima	Media	Escurs.
Gennaio	11.6	4.2	7.9	7.4
Febbraio	13.3	4.8	9.0	8.5
Marzo	14.2	6.0	10.1	9.6
Aprile	18.4	8.5	13.4	9.9
Maggio	21.8	11.9	16.8	9.4
Giugno	26.1	15.5	20.8	10.6
Luglio	28.4	17.8	23.1	10.5
Agosto	28.0	17.5	22.7	10.6
Settembre	25.1	16.2	21.0	9.9
Ottobre	22.4	13.0	17.1	9.3
Novembre	17.6	8.6	12.8	8.0
Dicembre	13.3	5.7	9.5	8.0

La rappresentazione grafica dell'andamento delle temperature è rappresentato nel grafico riportato nella pagina successiva (grafico 1).

Si può osservare come il valori di massimo e di minimo coincidano rispettivamente con luglio-agosto e gennaio-febbraio. Tale comportamento è anche caratteristico per le altre stazioni presenti sul versante dei Colli Albani che si affaccia verso la pianura pontina.

**CURVA TERMOMETRICA
STAZIONE DI ARDEA (1935 - 1965)**

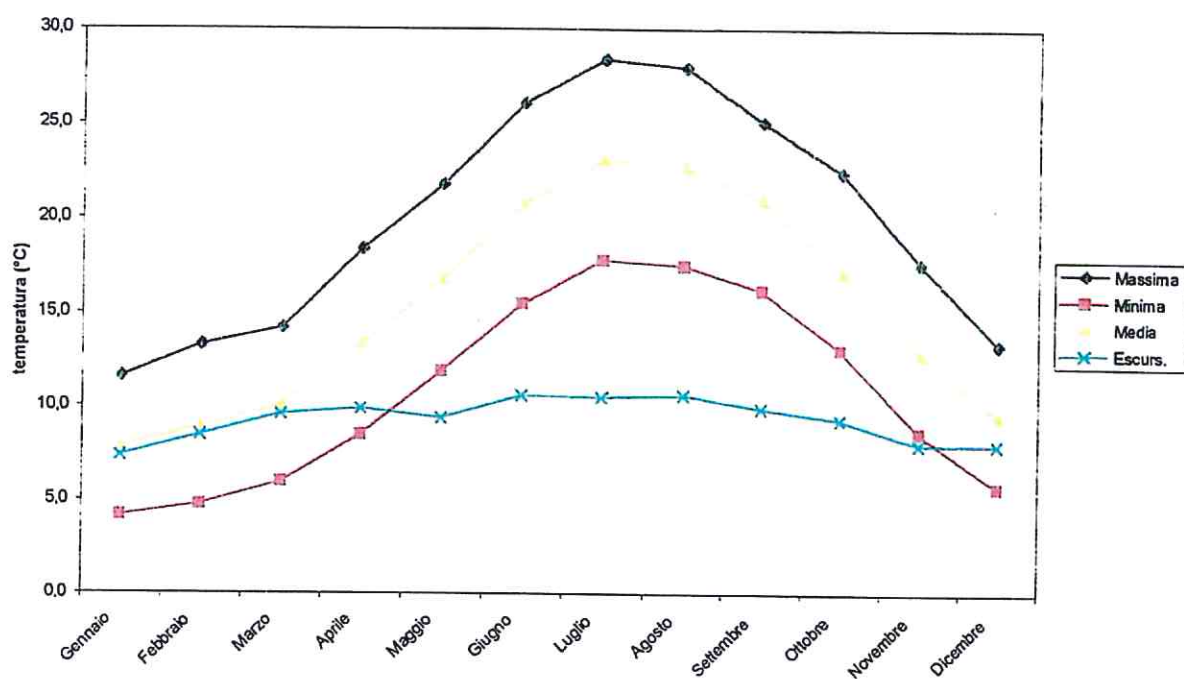


Grafico 1

Le temperature medie annue, massime, minime, medie e delle escursioni sono invece:

Tabella 2

	Temperature medie annue			
	Massima	Minima	Media	Escurs.
ARDEA	20.2	10.8	15.5	9.4

Tali valori risentano, rispetto alle medie che si riscontrano nella zona, della relativa vicinanza del mare, che opera come termoregolatore.

Esaminando ora i valori delle temperature critiche giornaliere, mensili e annue, si ha (tabella 3):

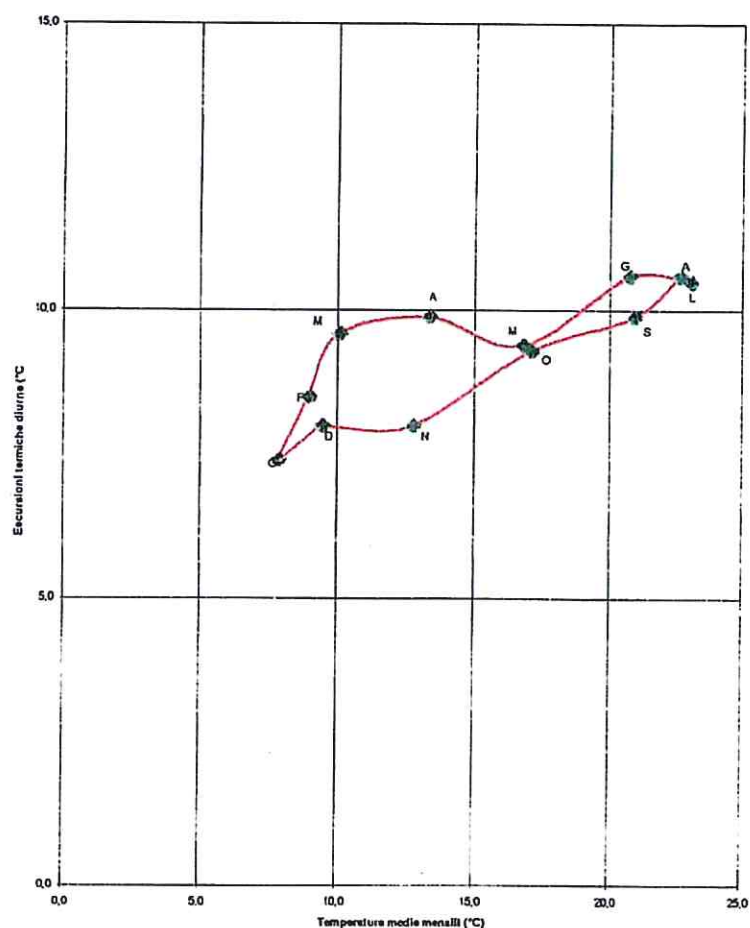
Tabella 3

ARDEA	Giornaliere			Mensili				Annue				
	Massima		Minima	Massima		Minima		Massima		Minima		
	Data	°C	Data	°C	Data	°C	Data	°C	Data	°C	Data	°C
	27.7.39	35.9	24.1.42	-7.0	07.42	32.4	01.42	-0.8	1942	22.0	1942	8.9

Il termogramma (grafico 2) relativo alla stazione di Ardea pone in evidenza che tra le temperature medie mensili tra il mese più freddo e il mese più caldo le differenze sono molto contenute, così come la differenza tra minima e massima escursione: tuttocì sta ad indicare l'esistenza di un clima mite e regolare.

Grafico 2

TERMOGRAMMA DELLA STAZIONE DI ARDEA



Pluviometria

Per quanto riguarda le precipitazioni nella zona, si è potuto prendere in considerazione anche i dati registrati presso la stazione di Aprilia.

Si dispongono quindi delle due stazioni (tab. 4):

Tabella 4

	QUOTA	LONGITUDINE	LATITUDINE
ARDEA	37 m s.l.m.	0° 6' E	41° 36' N
APRILIA	71 m s.l.m.	0° 12' E	41° 38' N

I dati pluviometrici presi in considerazione coprono il periodo dal 1921 al 1965.

Consideriamo ora la *piovosità mensile*.

Nella tabella 5, sono riportati i valori della *piovosità media mensile* (Pm) e dei *giorni piovosi* (G).

Tabella 5

MESE		APRILIA	ARDEA
Gennaio	Pm	90	95
	G	7.8	9.5
Febbraio	Pm	93	91
	G	7.6	9.1
Marzo	Pm	82	70
	G	8.3	7.7
Aprile	Pm	58	58
	G	6.6	6.4
Maggio	Pm	53	48
	G	6.7	5.5
Giugno	Pm	28	22
	G	3.4	2.7
Luglio	Pm	12	12
	G	1.2	1.3
Agosto	Pm	19	21
	G	1.5	2.0
Settembre	Pm	72	86
	G	3.6	4.8
Ottobre	Pm	122	120
	G	8.0	7.6
Novembre	Pm	131	131
	G	9.9	10.4
Dicembre	Pm	114	119
	G	10.3	11.1

Esaminando il grafico 1 ottenuto da questi valori, si osserva che le medie mensili e i giorni piovosi hanno un andamento simile nell'arco dell'anno. La piovosità mensile presenta un massimo autunnale e un minimo estivo.

VALORI MEDI MENSILI DI PIOVOSITA' E GIORNI PIOVOSI

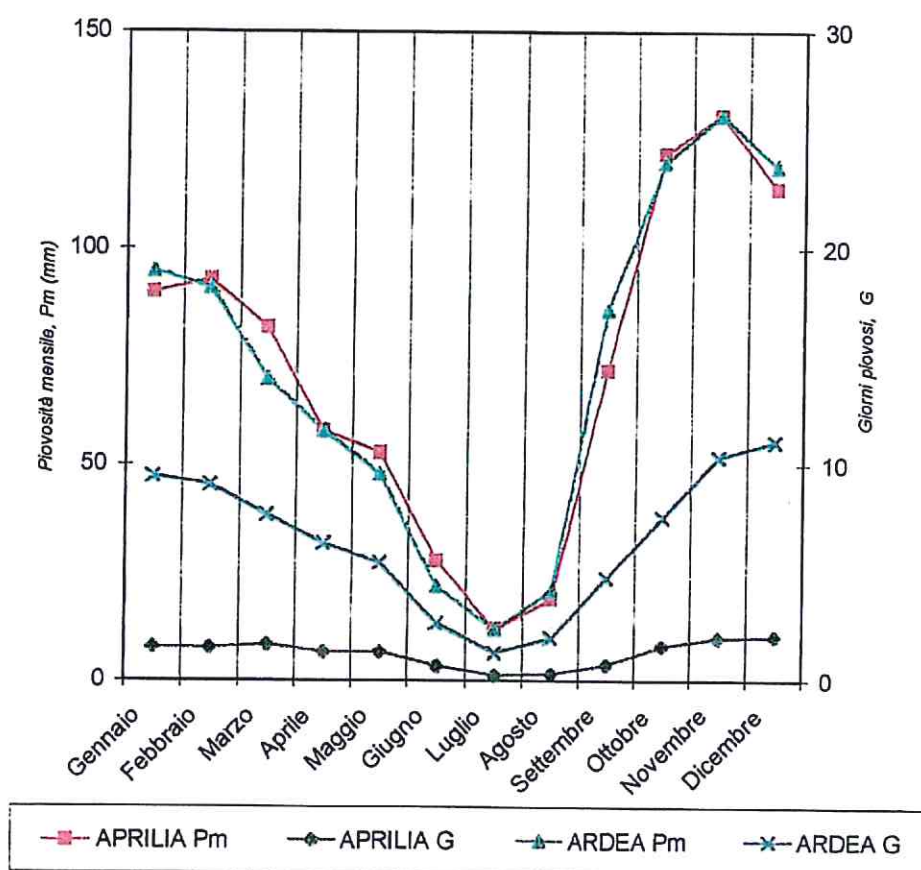


Grafico 3

Il mese più piovoso risulta essere novembre, mentre il mese di luglio risulta essere il meno piovoso.

Tabella 6

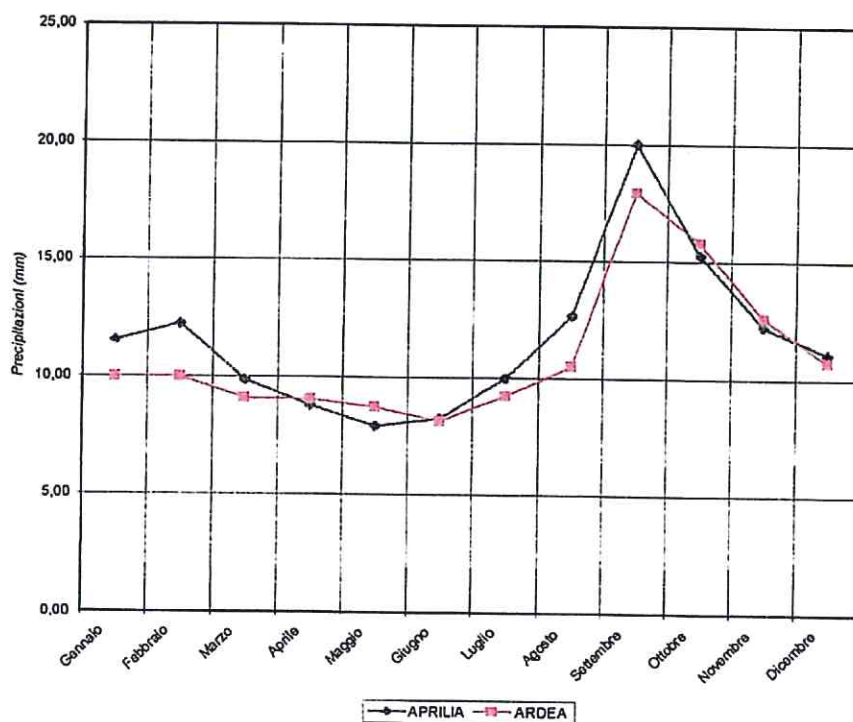
	APRILIA	ARDEA
Gennaio	11.54	10.00
Febbraio	12.24	10.00
Marzo	9.88	9.09
Aprile	8.79	9.06
Maggio	7.91	8.73
Giugno	8.24	8.15
Luglio	10.00	9.23
Agosto	12.67	10.50
Settembre	20.00	17.92
Ottobre	15.25	15.79
Novembre	12.23	12.59
Dicembre	11.07	10.72
<i>Max delle densità medie mensili</i>	20.00	17.92

Si può osservare una continua diminuzione da dicembre a luglio, un forte aumento da luglio a settembre e una progressiva successiva diminuzione.

Grafico 4

Per definire la situazione climatica della zona in esame, è necessario procedere all'elaborazione

PIOVOSITA' MEDIA MENSILE



GEOLOGIA

- **Morfologia**
- **Litologia**

MORFOLOGIA

Il territorio situato a S di Roma, in particolare in questa zona in esame, è costituito, a grandi linee, da una successione di livelli di natura vulcanica, intercalati e/o sovrapposti a livelli di natura sedimentaria, in particolare ad argille, sabbie, limi, depositi ciottolosi.

Il territorio appartiene alla parte meridionale della campagna romana, al confine con l'Agro Pontino. Coincide, a grandi linee con la scarpata a debole inclinazione, posta tra l'altopiano pontino, pendente dolcemente verso SO e il mare.

L'altopiano è inciso da valloni inizialmente incassati, con versanti ripidi (tav. n.1); man mano che ci si avvicina alla linea di costa, le incisioni tendono ad aprirsi, divenendo così sempre più aperti e con fondo largo e piatto. All'interno di essi, si isolano poggi e colline.

Si impostano, in questo sistema vallivo complesso, ampi bacini affiancati, con rilievi di separazione non sempre marcati; i bacini sono profondamente ramificati, con tributari di ogni ordine, confluenti, frequentemente, con angoli molto acuti.

Motivo particolare che si ripete poi in tutti i bacini è l'ampiezza e la profondità dei valloni contrastanti con i corsi d'acqua, in genere ridotti a ruscelli con regime prevalentemente stagionale ed alveo poco incassato.

Alla base dell'altipiano, vi è una zona pianeggiante, stretta ed allungata parallelamente quasi alla linea di costa, raccordata ai fondi vallivi; dalla spiaggia vera e propria, la pianura è separata da un allineamento di dune sabbiose.

L'erosione quindi dei terreni tufacei, affioranti, è più marcata ed efficace là dove i corsi d'acqua sono incassati: una volta raggiunta la linea di base, con un percorso generalmente breve, la forza erosiva diminuisce notevolmente, avvenendo quindi un deposito del materiale trasportato.

La linea di base, che nel tempo è variata, coincide con la linea di riva, anch'essa mutata periodicamente in seguito alle oscillazioni del livello marino, oltre che per effetto di fasi tettoniche generalmente di tipo distensivo, connesse ai periodi post-orogenetici, a cui sono correlabili gli episodi vulcanici dei Colli Albani.

L'evoluzione morfologica avviene attraverso un complesso sistema di unità morfologiche, collegate direttamente all'evoluzione delle condizioni climatiche locali e connesse in vario modo con gli effetti della neotettonica.

L'evoluzione recente, con profondi mutamenti connessi con l'attività antropica, ha portato ad una forte diminuzione generale della copertura arborea, con riduzione dell'attività agricola, e conseguente modifica del regime locale delle acque.

Si possono quindi distinguere varie situazioni:

- forme di accumulo vulcanico, sviluppatosi all'interno e degradante dolcemente verso la costa;
- forme di modellamento dei versanti, con accumulo dei sedimenti nei fondovalle;
- forme di accumulo marino lungo la linea di costa, con formazione di dune e tomboli;

dei dati disponibili, esaminando la piovosità media annuale per le due stazioni e utilizzando tutti i dati disponibili e registrati, anche in vari periodi, così da coprire un arco di tempo di 45 anni.

I dati ricavati sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 7

VALORI DELLE PRECIPITAZIONI ANNUE MEDIE, MASSIME E MINIME						
	Anni di rilevamento	Piovosità media annua P_{med} (mm)	Piovosità massima in un anno P_{max} (mm)	$\frac{(P_{max}-P_{med}) \cdot 100}{P_{med}}$	Piovosità minima in un anno P_{min} (mm)	$\frac{(P_{min}-P_{med}) \cdot 100}{P_{med}}$
APRILIA	19	874	1085	24.14	605	30.78
ARDEA	38	872.5	1171	34.29	530	39.29

Tabella 8

PIOVOSITÀ MEDIA ANNUA SU 45 ANNI			
	Superficie del poligono d'influenza A_i (km ²)	Piovosità media annua P_i (mm)	$A_i \times P_i$ (m ³ x 10 ³)
APRILIA	24.5	874.0	21413
ARDEA	92.1	872.5	80357.25

Si tenga presente che per la regione idrogeologica dei Colli Albani, a cui appartengono le stazioni di Aprilia e Ardea, la piovosità media annua è pari a 942 mm: rispetto alla situazione della zona in esame, le minori precipitazioni medie annue (circa 75 mm) sono spiegabili con la situazione morfologica debolmente collinosa e in ogni caso soggetta all'azione del vento da parte del mare.

Vi è quindi una distribuzione delle piogge secondo l'andamento dei rilievi, ossia minimi di piovosità verso la piana costiera e massimi di piovosità verso la zona a quote più elevate.

Riassumendo, dal punto di vista climatico, la zona in genere è caratterizzata da due tipi stagionali: inverni freddi e umidi alternati a estati calde e asciutte.

L'evotraspirazione risulta in media di 581 mm/anno: di conseguenza, della quantità media annua di precipitazioni (circa 90×10^6 m³/anno) circa il 73% ritorna all'atmosfera (65×10^6 m³/anno), mentre solo il 27%, pari a circa 26×10^6 m³/anno rappresenta il deflusso superficiale e l'infiltrazione.

La situazione climatica generale, riferita alla situazione tipica della zona dei Colli Albani, risulta essere con piovosità inferiore alla media dell'area (942 mm); nella medesima area l'evotraspirazione media è valutata pari al 58%, contro il 73% indicato per la zona di Ardea.

Il contributo delle precipitazioni al ruscellamento e all'infiltrazione è quindi minimo: l'infiltrazione poi, soprattutto nell'area di specifico interesse, è da considerarsi minimo, come verrà esaminato più avanti, nel considerare la permeabilità dei terreni superficiali.

La situazione climatica, esaminando dalla letteratura i dati pluviometrici e termometrici generali, indica che si è in presenza di un clima umido, con grande deficienza d'acqua nel periodo estivo e concentrazione di evotraspirazione (> 32%) sempre nel periodo estivo.

L'accumulo d'acqua nel terreno diminuisce nei periodi di maggio e giugno, annullandosi nei mesi di luglio, agosto e settembre.

Aumenta durante ottobre, progressivamente; in novembre e dicembre, l'accumulo è massimo.

COMUNE DI APRILIA

PROGETTO DI

CARTOGRAFIA TEMATICA

CARTA MORFOLOGICA

ALLEGATO



Zona degli interventi previsti

LEGENDA

(Scala fotostaticamente ridotta da 1:10.000)

- forme di erosione marina lungo la linea di costa, con creazione di terrazzi;
- forme di accumulo palustre.

Tutte queste forme, nell'ambito del territorio in generale, sono in continua evoluzione, in maniera variamente accentuata da zona a zona.

In linea di massima, si può affermare che vi sia una fase di rallentamento nelle forme di modellamento, dopo un periodo di forte alterazione, soprattutto per effetto dell'azione antropica.

La piovosità è raramente intensa e violenta, quindi non avviene il dilavamento dei versanti dei valloni se non all'apice del vallone stesso: la vegetazione contribuisce poi a trattenere il suolo e a migliorare di conseguenza la stabilità dei versanti.

In occasione di intense e prolungate precipitazioni, coincidenti come visto, con il periodo invernale, i fossi convogliano notevoli masse d'acqua: alla confluenza con corsi d'acqua relativamente più importanti e soprattutto là dove la confluenza avviene con angolo acuto, possono verificarsi situazioni critiche, con allagamenti localizzati, soprattutto in considerazione dell'elevato assorbimento d'acqua da parte del terreno.

L'area della concessione mineraria S.STEFANO insiste sulla parte SO del bacino del fosso Grande, principale corso d'acqua, ed è attraversata da un corso d'acqua tributario del fosso di Campo del Fico, a sua volta confluyente, poche decine di metri più avanti, con il fosso Grande.

Il bacino imbrifero del fosso Grande ha direzione NE - SO e interessa a monte la parte terminale dei rilievi collinari sud occidentali dei Colli Albani, degrada poi verso mare interessando una regione con quota debolmente decrescente, dolcemente ondulata e incisa da vari fossi.

Il fosso del Fico e il fosso che attraversa la concessione sono situati all'estremità meridionale del bacino, dove affiorano le pozzolane inferiori e le pareti dei valloni sono costituite da tufo lionato.

Il terreno di superficie, come è anche indicato nella carta geologica allegata, è formato dai depositi pozzolanici e tufacei derivanti dall'erosione e dal trasporto fluviale effettuato dalla corrente dei fossi stessi, mentre a debole profondità possono essere rinvenute sabbie rossastre di antiche dune sepolte.

LITOLOGIA

La successione dei terreni interessanti questa zona è riconducibile essenzialmente a due tipi fondamentali: uno, costituito da deposizione di materiale di origine vulcanica, affiorante, sovrapposto al secondo tipo, costituito da depositi sedimentari.

Le formazioni affioranti connesse con l'attività esplosiva dell'apparato vulcanico laziale si presentano sia come deposizione naturale che rimaneggiata e frammista a frammenti di roccia di genesi diversa.

I depositi sedimentari sono di origine marina e di origine continentale.

Fenomeni di ingressioni e regressioni marine hanno complicato la situazione, per cui si possono verificare alternanze e intercalazioni sia di depositi vulcanici che di depositi continentali, quali sabbie, alluvioni, ecc., con variazioni sia verticali che orizzontali della stratigrafia dei terreni. La situazione geologica è rappresentata in tavola 2.

Formazioni vulcaniche

Si possono distinguere, dal basso verso l'alto:

- pozzolane grigie, dette anche pozzolane superiori, ricche di scorie, di blocchi di lava e di materiale cineritico. Si presentano molto cementate e spesso confondibili, salvo là dove la colorazione è più accentuata, con la formazione sottostante a causa dell'elevata compattezza;
- tufo lionato litoide, di colore da rossastro a giallo chiaro. Ricopre le formazioni vulcaniche sottostanti, con spessore variabile tra 10 e 15 m. La sua origine è dovuta ad una violenta esplosione dell'apparato vulcanico dei Colli Albani ed è costituito da pomici, frammenti lavici e scorie di limitate dimensioni, legate da una matrice cineritica. La permeabilità è bassa, per effetto della litoide e delle fessurazioni che esistono all'interno del deposito effusivo;
- tufo giallo terroso, ricco in pomici giallo-grigie, con cristalli diffusi di leucite alterata, spesso fortemente argillificato. Lo spessore è variabile, raramente però superiore al metro. La permeabilità è molto bassa;
- pozzolane rosse, o inferiori, di colore violaceo, ricche in scorie, blocchi di lava, di grosse pomici e ceneri, che conferiscono all'insieme un caratteristico colore rosso violaceo. Sono in linea di massima prodotti sciolti, dotati di discreta coesione. Queste sono frequentemente argillificate, con spessore variabile, fino a circa 6 metri. La permeabilità è variabile da media a molto permeabile;
- tufi incoerenti, costituiti da scorie e pomici grigie. Frequenti i cristalli di leucite. Lo spessore è di circa 4 metri. La permeabilità è generalmente bassa;
- tufite giallo grigiastre, formata da materiale piroclastico alterato in ambiente marino; la permeabilità è media.

Formazioni sedimentarie.

Intercalati nelle formazioni sedimentarie si possono rinvenire livelli di humus, ascrivibili a paleosuoli, e depositi sabbiosi di origine eluviale.

Nei fondovalle, affiorano depositi costituiti da limi, ghiaietto siliceo e frammenti vulcanici. Localmente si possono rinvenire lenti di modeste dimensioni di torbe e di "terre nere".

Lo spessore di questi terreni sciolti, poco addensati, non supera i due-tre metri.

Al di sopra dei depositi piroclastici, si può rinvenire:

- sabbia eolica di dune antiche, costituite da sabbie rosse o rossastre, frammiste ad argille; debolmente permeabili per porosità.

Al di sotto dei depositi piroclastici si rinvencono, individuati da perforazioni e indagini geofisiche eseguite anche nella zona di nostro interesse:

- argille e sabbie, ascrivibili al Siciliano, alla base dei depositi vulcanici. Permeabili per porosità;
- argille e marne argillose, sabbie, del Pliocene medio-superiore. Impermeabili.

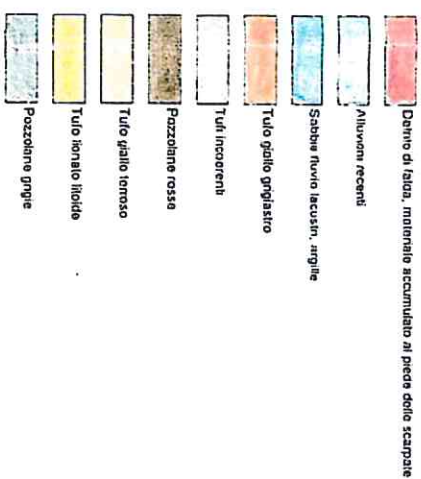
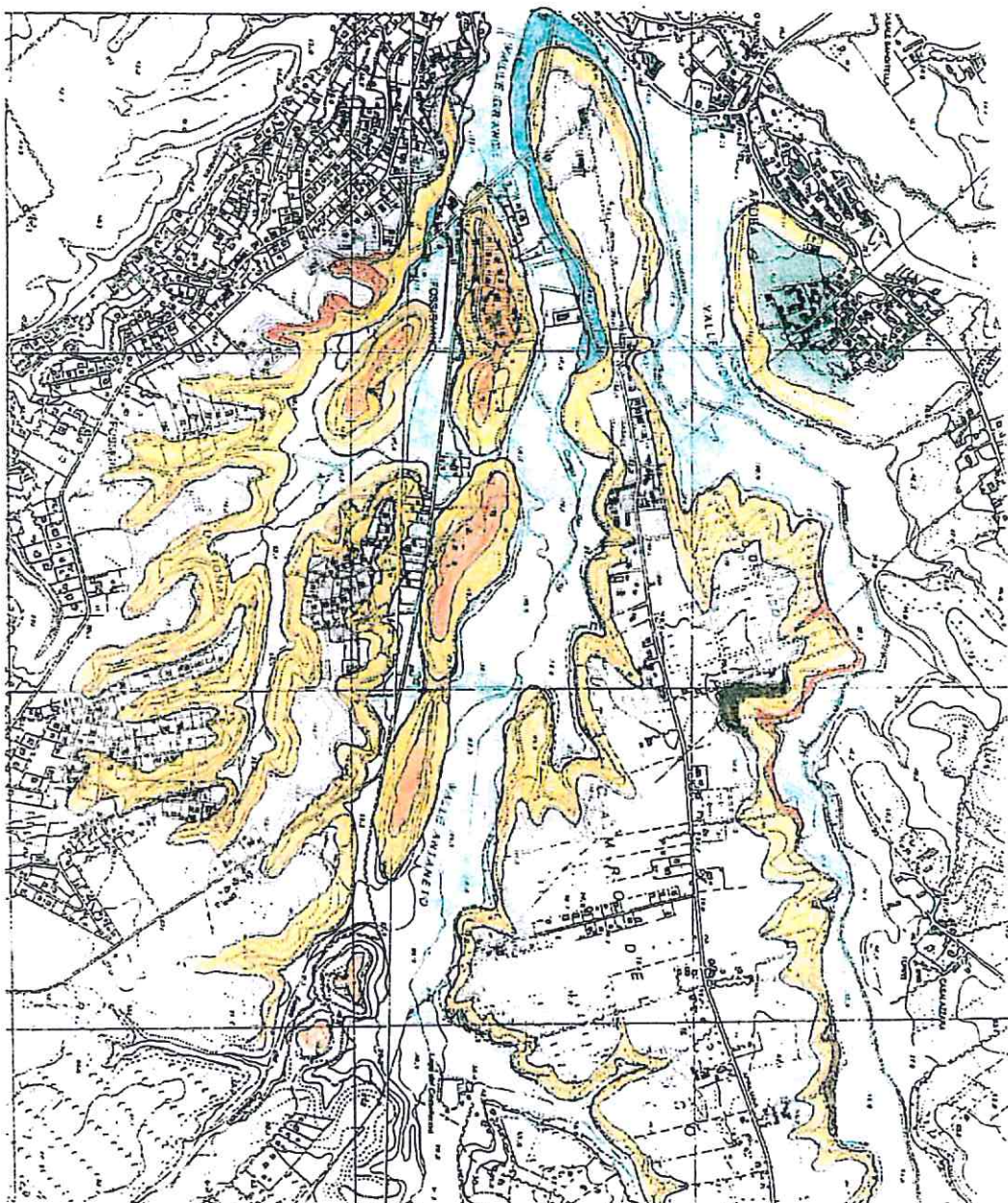


TAVOLA 2
 Concessione per acqua minerale
 SANTO STEFANO

 CARTA GEOLOGICA
 Litologia

TETTONICA

La struttura geologica del territorio compreso tra Ardea e Tor San Lorenzo è individuata da un basamento nel complesso omogeneo, sia per genesi che per natura litologica (sedimentario, di origine marina): in particolare è costituito da una formazione argillosa collegata al ciclo di deposizione pliocenico, dello spessore di alcune centinaia di metri.

A scala regionale, questi terreni sono disposti in ampie pieghe a sinclinale e ad anticlinale, ad andamento appenninico (fase tettonica compressiva): le fasi di movimento hanno disarticolato la copertura calcarea in horst e graben, allungati, disposti a gradinata. A loro volta, sono stati ulteriormente disarticolati con dislocazioni trasversali.

Da indagini geofisiche profonde, è emerso che nella stessa formazione argillosa di base vi sono forti discontinuità: manifestazioni di ciò è l'attività endogena superficiale (ad esempio: acque calde, le acque mineralizzate, le emanazioni gassose).

Queste manifestazioni in linea di massima disposte lungo la medesima direttrice appenninica, sono riferibili ad una situazione di una struttura ad anticlinale con asse a direzione NO-SE.

Tale asse è interessato da deformazioni trasversali, sia per faglia che per ondulazioni: in ogni caso conseguenti ad un'azione tettonica di tipo distensivo (v. fig. 1). Nella figura allegata viene individuata la reticolatura di fratture caratteristiche del Lazio e viene delimitata la zona del bacino di Ardea.

Con riferimento alla ristretta area in esame, tra zone di alto strutturale, come nel territorio di Ardea e Tor S. Lorenzo, ove il basamento affiora a Pratica di Mare, la depressione viene colmata da sedimenti più recenti. La zona più depressa è nell'area di Ardea, con coperture del basamento di spessore superiore a 100 metri.

Le dislocazioni nel basamento si riflettono poi sulla copertura, pur senza coinvolgerla direttamente: da qui nasce poi la presenza di acque dalle caratteristiche chimiche e fisiche particolari (figura 2).

La presenza di fratture profonde influisce nella circolazione profonda e quindi nella venuta a giorno delle acque sotterranee che tendono a collocarsi lungo particolari fasce connesse con allineamenti tettonici di tipo regionale.

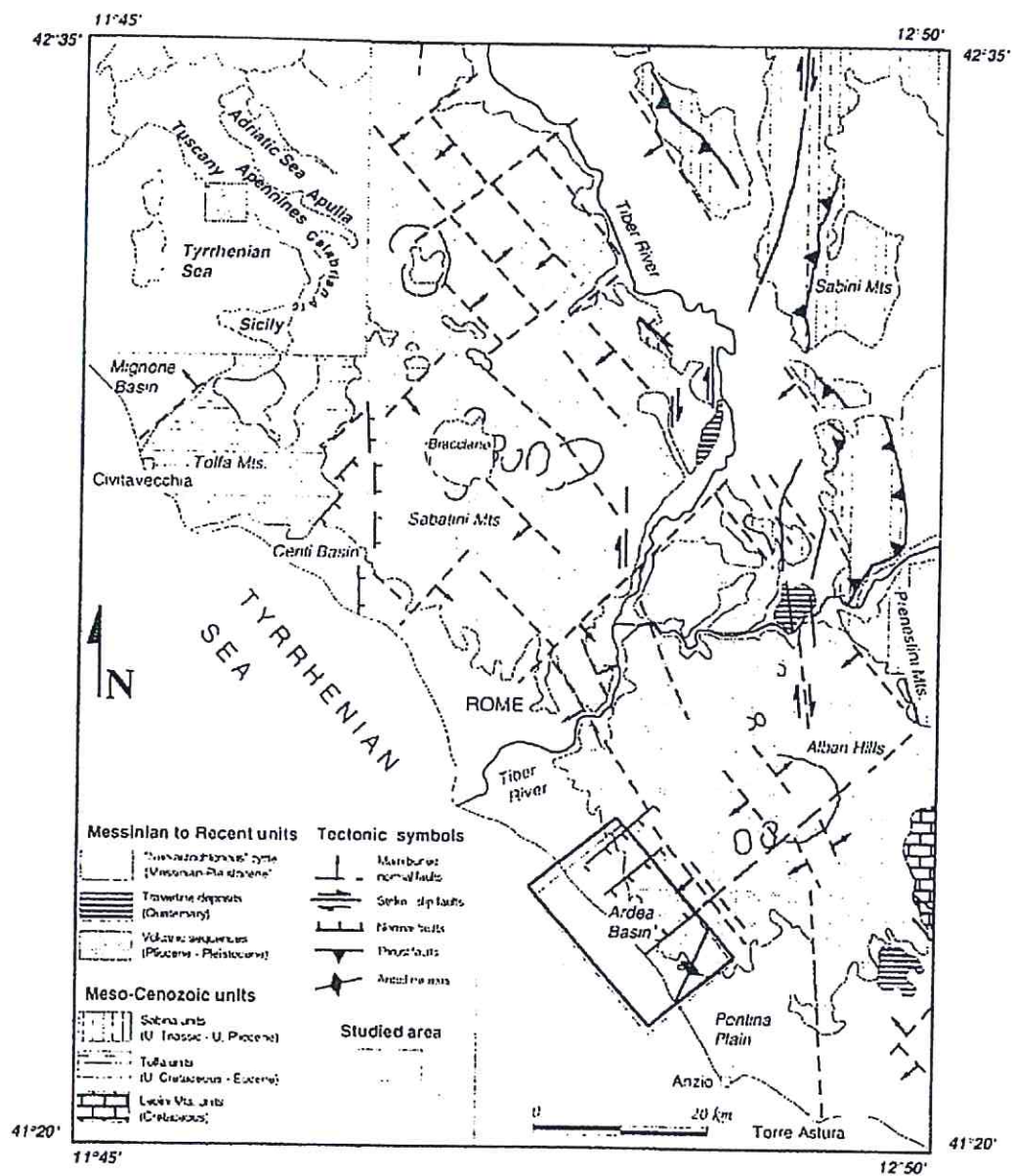


Figura 1 : schema geologico e tettonico del margine tirrenico del Lazio
(da Faccenna, Funiciello et al. 1994)

Il sollevamento del basamento e le conseguenti variazioni della linea di riva determinano la formazione di una copertura di varia tipologia, in cui si intersecano e si intrecciano depositi marini, salmastri e continentali, dando così luogo a variazioni eteropiche di facies, che si riflette nella variabilità della composizione chimica delle acque che vengono a giorno, consentendo invece una circolazione idrica superficiale, di tipo epidermico, che nulla ha a che fare con la circolazione profonda della falda profonda, dotata di artesianismo marcato.

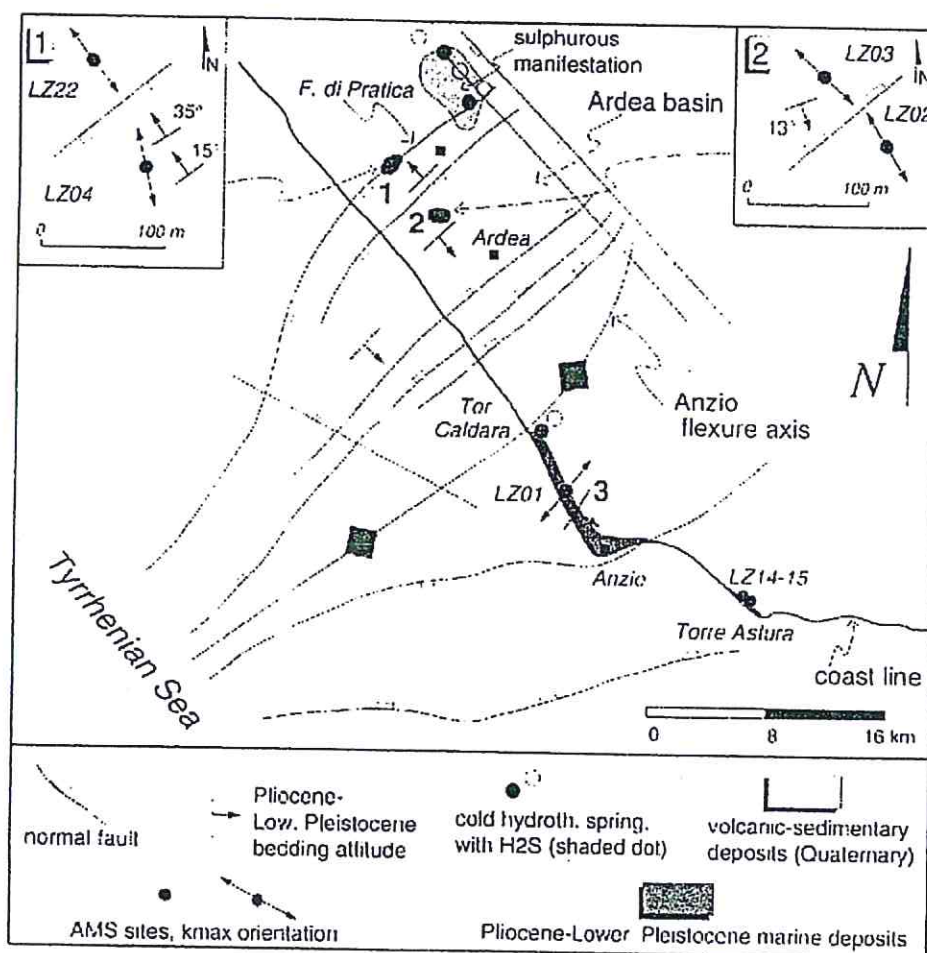


Figura 2 : dettaglio delle faglie nella zona in esame
(da Faccenna, Funiciello et al. 1994)

La situazione della zona di Santo Stefano sembra riprodurre a piccola scala questa situazione generale: allo stato attuale delle conoscenze può essere ipotizzata l'esistenza di un alto strutturale situato allo sbocco del vallone, su cui si è impostata anche una serie di depositi sedimentari di origine sia continentale che marina (argille, dune, ecc.).

Questa struttura sepolta costituisce una specie di sbarramento che costringe la falda profonda, mineralizzata, alla risalita verso il piano di campagna. Il movimento di risalita è anche facilitato dall'arricchimento in gas avvenuto in profondità, probabilmente per lo scorrimento verificatosi all'interno della massa calcarea.

Lo scorrimento quindi avviene all'interno di un basso strutturale, che governa anche lo scorrimento delle falde superficiali, pur dipendenti dai fattori morfologici di superficie.

ACQUE SUPERFICIALI

Come si può osservare, l'area della concessione mineraria S.STEFANO insiste sulla parte SO del bacino del fosso Grande, principale corso d'acqua della zona, ed è attraversata da un corso d'acqua tributario del fosso di Campo del Fico, a sua volta confluyente, poche decine di metri più avanti, con il fosso Grande, principale corso d'acqua della zona e che sbocca nella piana costiera a circa 1 km dal mare.

Il fosso Grande raccoglie le acque di molti fossi che hanno origine dal versante meridionale dei Colli Albani: confluiscono verso l'asta terminale del fosso grande, poco a S di Ardea. Sfocia nel mar Tirreno a SO di Ardea, sboccando nella pianura costiera a circa 1 km dal mare, ad una quota di 10 m s.l.m.

I più importanti sono il fosso della Muratella, il fosso dell'Acqua Buona, il fosso dell'Acqua di Vaiarello, il fosso Marano e il fosso del Campo del Fico in cui affluisce il fosso drenante detto dell'Acqua Solfa.

Il Fosso dell'Acqua Solfa non è classificato come acqua pubblica: è un fosso di raccolta e scarico appartenente al Consorzio di Bonifica di Pratica di Mare.

La concessione occupa la parte terminale, come si può osservare anche dalla fig. 1, del bacino.

Bacino del Fosso Grande

Il bacino imbrifero del fosso Grande ha direzione NE - SO e interessa a monte la parte terminale dei rilievi collinari sud occidentali dei Colli Albani, degrada poi verso mare interessando una regione con quota debolmente decrescente, dolcemente ondulata e incisa da vari fossi.

Le caratteristiche del bacino sono:

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| - superficie: | 127 km ² ; |
| - altitudine media: | 104, 45 m s.l.m.; |
| - fattore di forma: | 2.1; |
| - asta principale del fosso: | 23.5 km. |
| - pendenza media: | 1.6% |

La copertura vegetazionale è costituita da:

- | | |
|------------------------|-----|
| - bosco: | 10% |
| - pascolo: | 20% |
| - vigneto e seminativo | 70% |

Il fondovalle del Fosso Grande e dei suoi affluenti è ricoperto da alluvioni fluviali, limo sabbiose, per circa il 5% del bacino.

La parte mediana e bassa del bacino, lungo le sponde del Fosso grande e dei suoi affluenti, affiorano i depositi piroclastici delle pozzolane inferiori (3-4%)., mentre le scarpate sono costituite da tufo lionato (5%).

I pianori sovrastanti i fondovalle sono costituiti dalle pozzolane superiori (40%).

Gli altri terreni che si incontrano sono costituiti, partendo dalla foce verso monte, da:

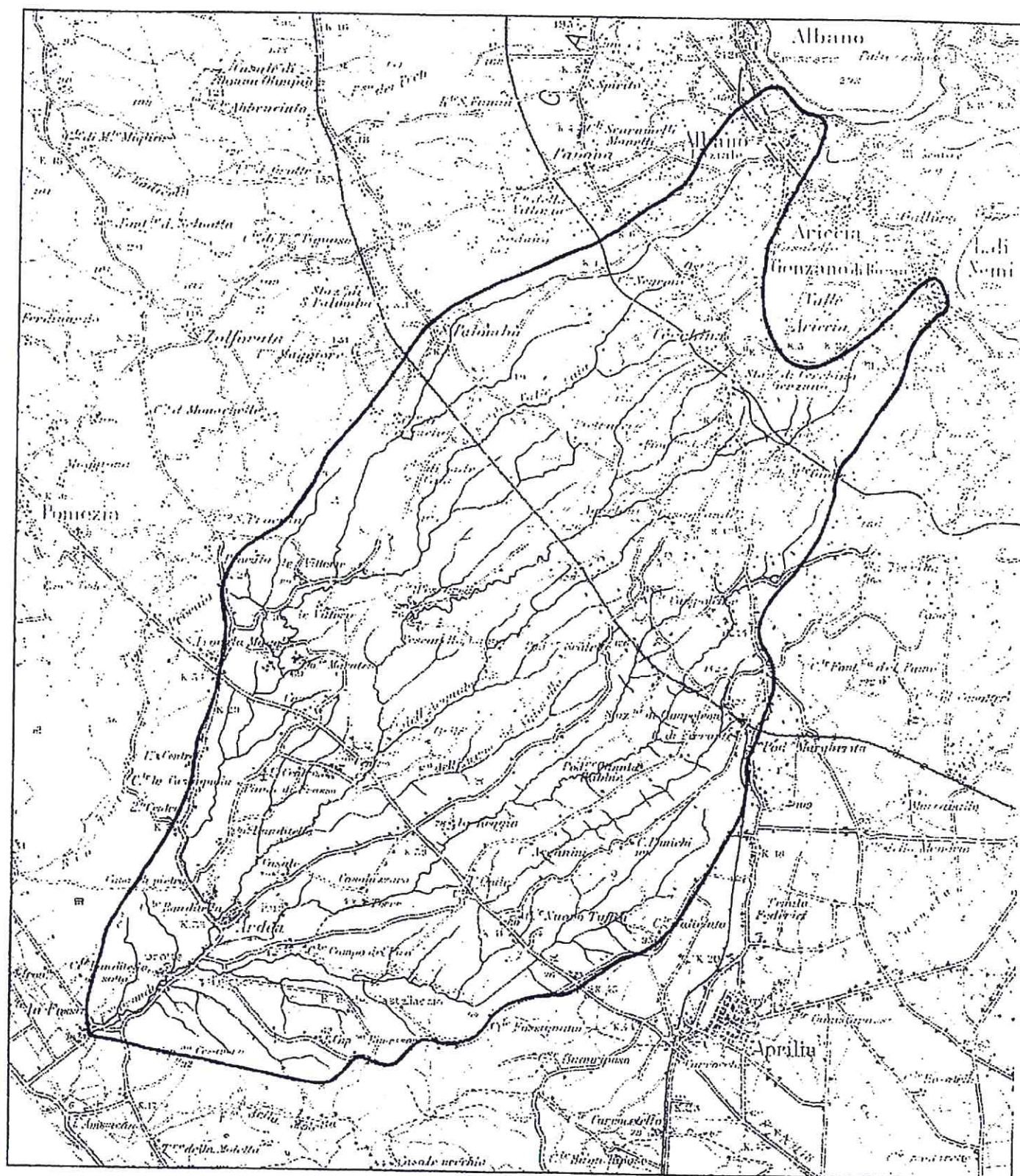


Figura 1 : bacino del fosso Grande
(da U. Ventriglia , 1990 - scala 1:100.000)

- sabbie dunari costiere (15%);
- tufi di Villa Senni, lapilli e lava (30%)

La permeabilità di questi terreni può così, essere definita:

Mediamente permeabile	<i>porosità</i>	Alluvioni Sabbie pleistoceniche e dunari Pozzolane Tufo di villa Senni Lapilli e depositi vulcanici (Albano, Nemi, ecc.)
	<i>Fratturazione</i>	Tufi, tufo lionato
Poco permeabili	<i>Fratturazione</i>	Lava

La falda idrica principale ha una pendenza idraulica media pari a 1%, profonda nella parte alta del bacino, superficiale nella parte bassa.

Dopo aver esaminato le caratteristiche generali morfologiche e geologiche, è possibile considerare le caratteristiche idrologiche, valutando il tempo di corrivazione, l'altezza critica della pioggia per periodi di 20, 50 e 100 anni, facendo riferimento alle formule di Giandotti, Mongiardini e Pulselli.

Queste considerazioni verranno effettuate su tutto il bacino del Fosso Grande, a cui appartengono il fosso del Fico e il fosso dell'Acqua Solfa che interessano direttamente la concessione mineraria.

Essi sono situati all'estremità meridionale del bacino, dove affiorano le pozzolane inferiori e le pareti dei valloni sono costituite da tufo lionato.

Tempo di corrivazione

La delimitazione del bacino è riportata nella cartografia allegata e per il bacino in esame si è determinato:

Tabella 1
Caratteristiche fondamentali del bacino del Fosso Grande

Area S	Lunghezza dell'asta L	Quota media Q _{med}	Quota minima Q _{min}	Q _{med} - Q _{min} A	Tempo di corrivazione t _c
(km ²)	(km)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)	(ore)
126.79	23.50	104.45	10.00	94.45	10.34

Il tempo di corrivazione t_c è dato da:

$$t_c = (4\sqrt{S} + 1.5 L) / 0.8\sqrt{A}$$

S = area del bacino

L = lunghezza dell'asta

A = differenza tra Q_{med} - Q_{min}

Altezza critica della pioggia: 20, 50 e 100 anni

Per altezza critica h_c di un bacino, si deve intendere la massima altezza di pioggia prevedibile, durante un tempo prestabilito, che può verificarsi in un tempo uguale al tempo di corrivazione calcolato per quel bacino.

Dalla letteratura, i dati sono stati elaborati per la regione dei Colli Albani, a cui appartiene il bacino del Fosso Grande, e si sono ottenuti:

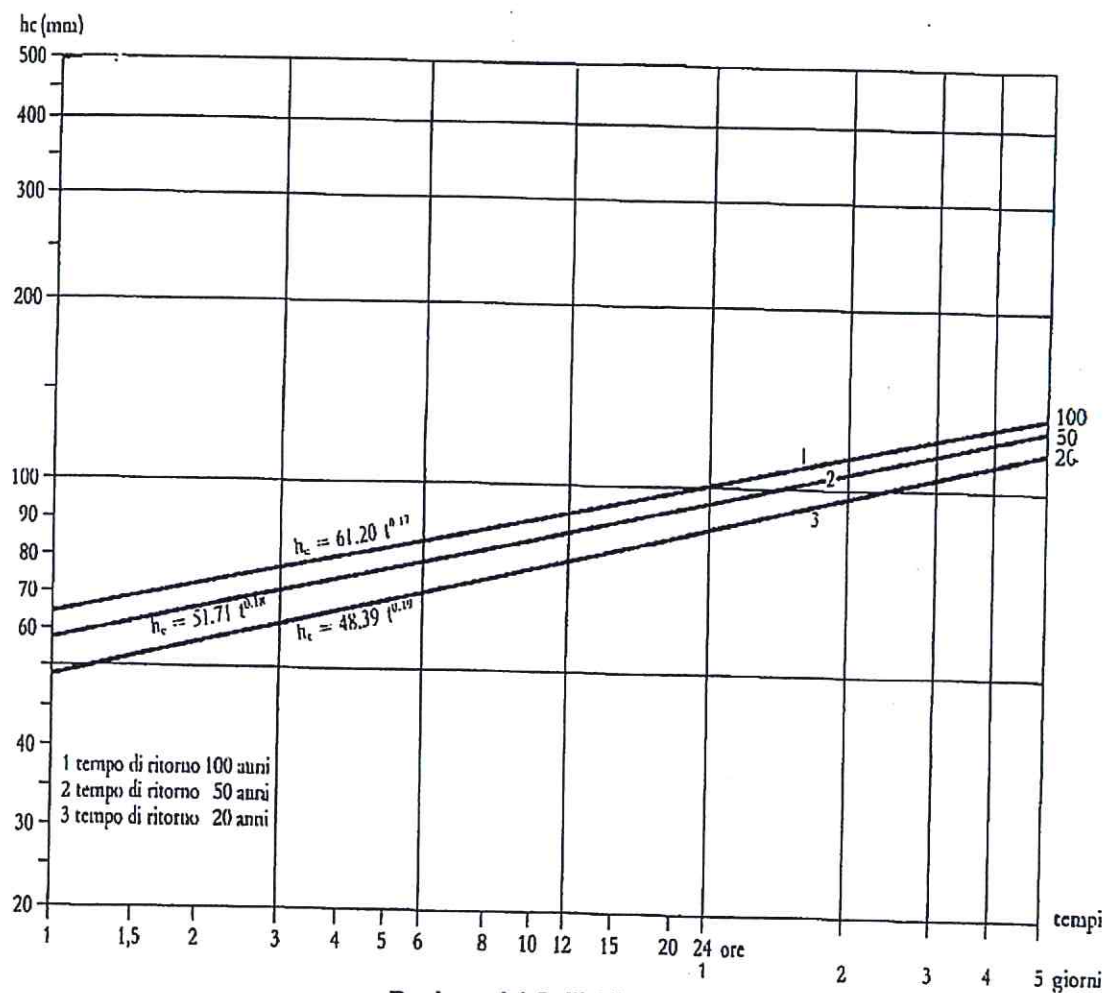
1. valori di altezza critica di pioggia di durata di 1, 3, 6, 12 24 ore, per tempi di ritorno di 20, 50 e 100 anni;
2. i valori dei coefficienti a e n delle curve di probabilità pluviometrica $h_c = at^n$ per tempi di ritorno di 20, 50 e 100 anni;

Nel caso di questa regione, è stata presa in esame la stazione di Albano e si sono ottenuti i seguenti valori di altezza di pioggia:

Tempo di ritorno	Durata in ore				
	1	3	6	12	24
100	59.47	77.77	80.58	100.78	101.92
50	54.44	70.85	73.84	92.32	95.06
20	47.74	61.61	64.84	81.04	85.91

I coefficienti a e n per i tempi di 20, 50 e 100 anni sono:

	Tempo di ritorno (anni)		
	100	50	20
a	61.20	55.71	48.39
n	0.17	0.18	0.19



Regione dei Colli Albani
Rappresentazione grafica dell'altezza critica h_c
per tempi di ritorno di 100, 50 e 20 anni (curve 1, 2 e 3)

Portate massime del Fosso Grande

Ricorrendo alla formula di Giandotti e considerando i valori di h_c , nota la superficie S del bacino e il tempo di corrivazione t_c , ponendo i coefficienti γ , ϕ , λ che compaiono nella formula di Giandotti, pari rispettivamente a 0,5, 4 e 10 (dipendendo dalla forma del bacino), si ottiene:

Tempo di corrivazione t_c (ore)	ALTEZZA CRITICA H_c (m)		
	20 anni	50 anni	100 anni
10.34	0.089	0.101	0.110

Le portate massime prevedibili sono riportate nella tabella alla pagina successiva.

Fosso dell'Acqua Solfa

Come precedentemente affermato, il Fosso dell'Acqua Solfa attraversa parte della concessione mineraria di cui è titolare la S.I.C.A.M. e in particolare anche il territorio ove si vuole realizzare lo stabilimento di imbottigliamento e la struttura termale.

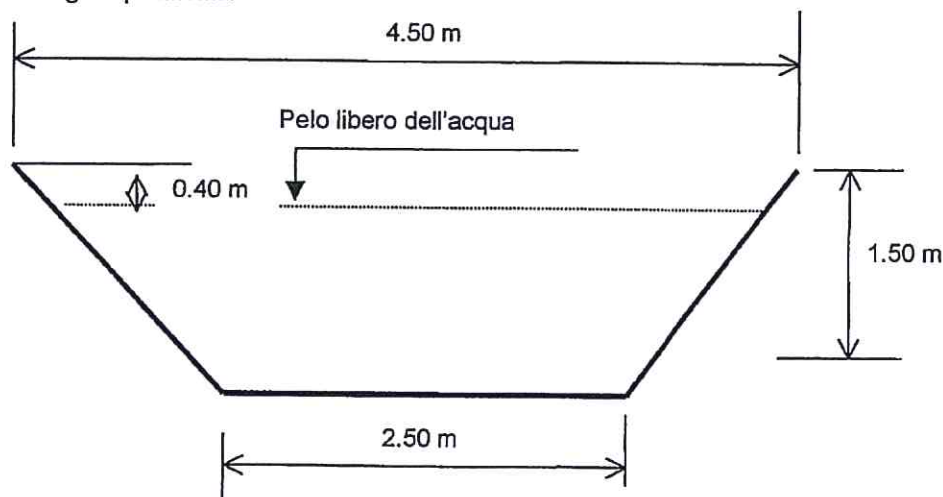
Questo fosso, affluente del Fosso del Fico a S della concessione e quindi tributario del Fosso Grande, ha una superficie molto limitata (v. planimetrie) e così pure la lunghezza. Raccoglie infatti le acque superficiali scorrenti sul terreno e qualche piccola sorgente a carattere stagionale.

Di conseguenza, a tale piccolo bacino, ricco di vegetazione sia arborea che prativa, occorre applicare opportuni coefficienti di riduzione.

Il bacino ha le seguenti caratteristiche (cautelative):

Superficie bacino S (km^2)	Portata massima Q_{\max} (m^3/s)	Pendenza i
10	323	0.01

L'asta del fosso ha una lunghezza di circa 800 m, con sezione media con la geometria qui di seguito meglio specificata:



Per tale sezione viene fatta la verifica di massima piena:

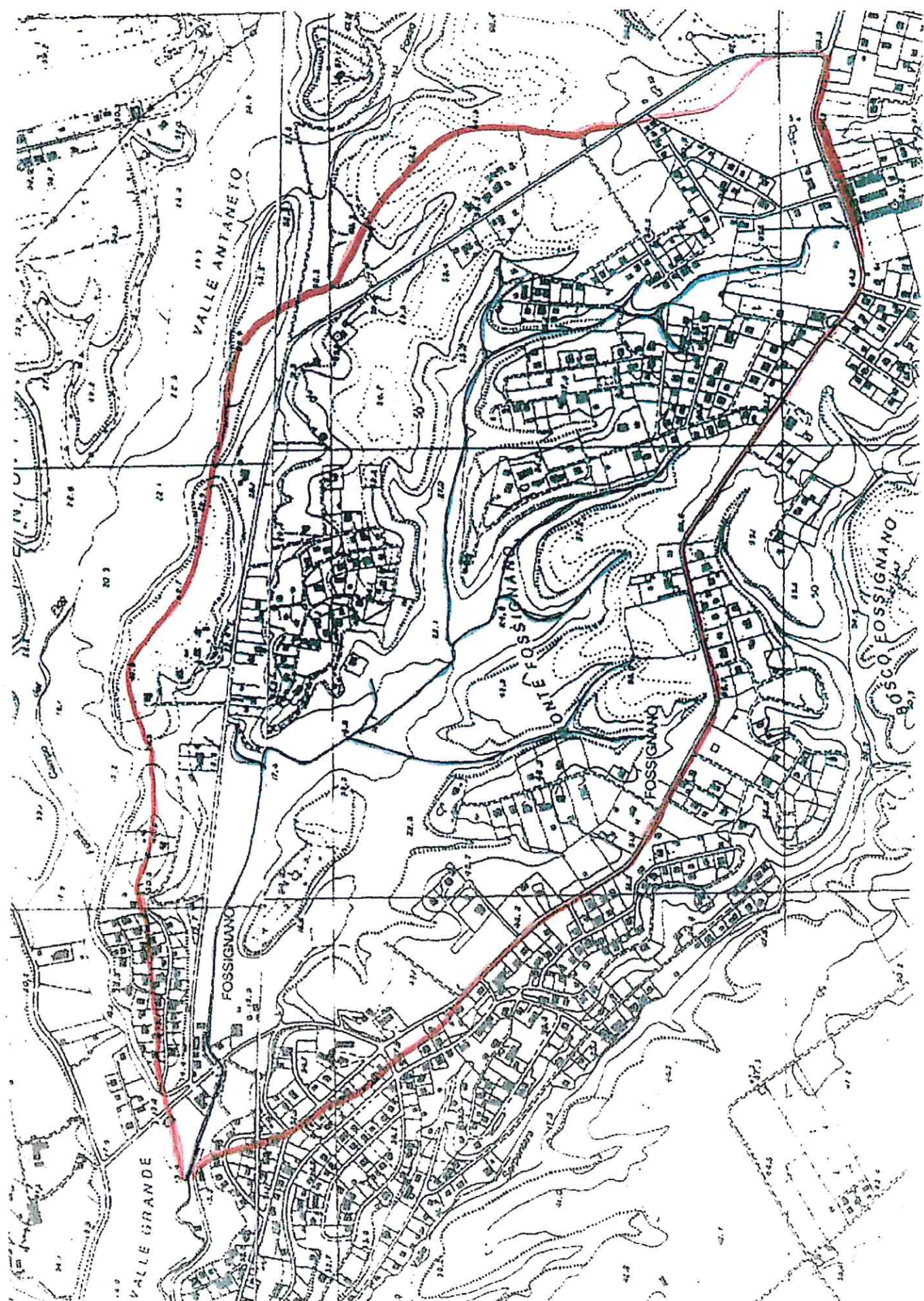
- sezione bagnata: $A = 3.5 \text{ m}^2$
- perimetro bagnato: $P = 5.35 \text{ m}$
- raggio idraulico: $A/P = 0.65$
- coefficiente di scabrosità: $\gamma = 1.3$
- $c = 33.3$
- $V_f = 2.68 \text{ m/s}$
- $Q_f = A * V_f = 9.38 \text{ m}^3/\text{s}$

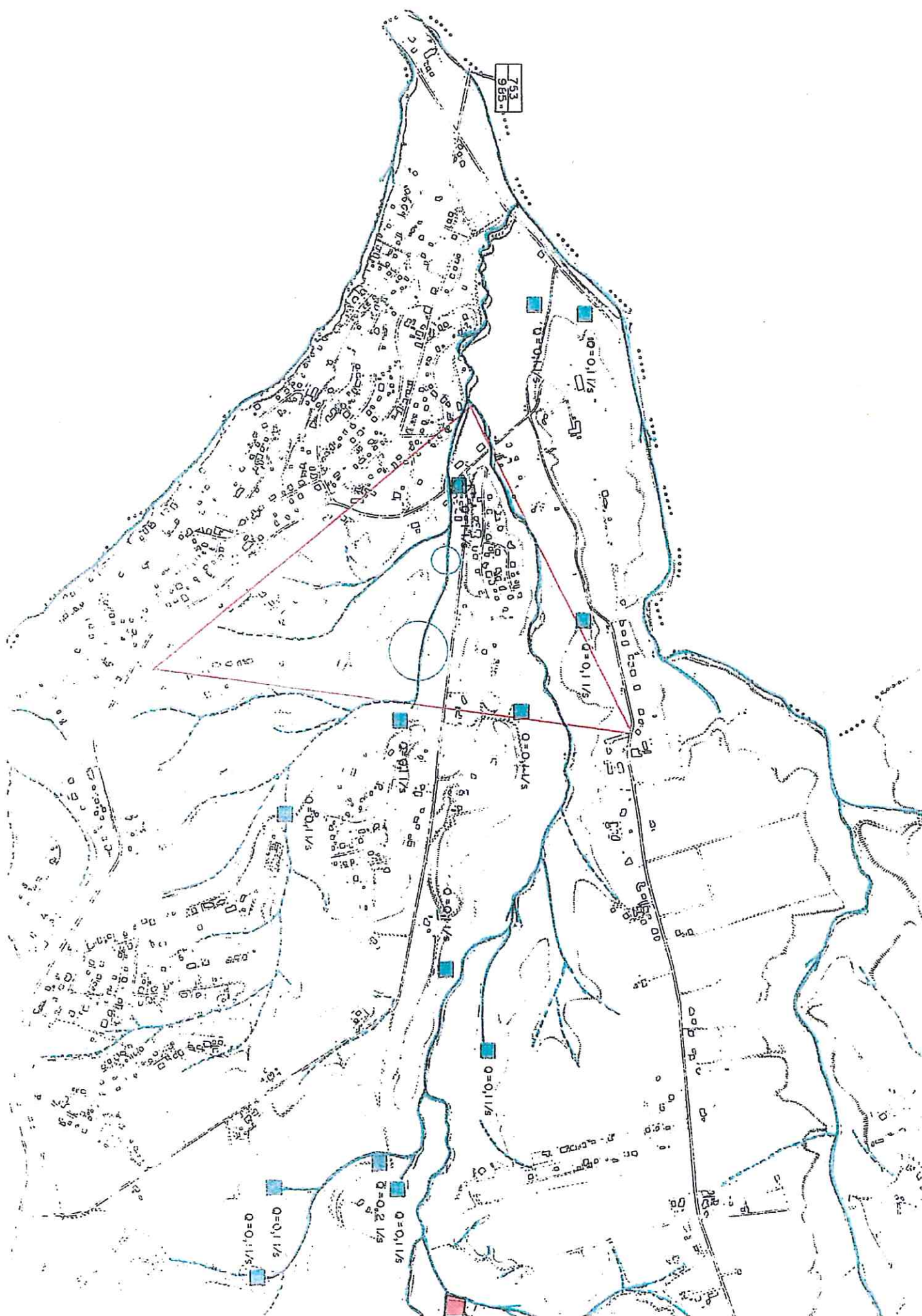
La portata dell'acqua è relativa ad un livello d'acqua di 1 m, ben inferiore alla portata massima precedentemente indicata per il bacino in considerazione, con piovosità massima nelle 24 ore di 101.92 mm.

Stabilendo un franco massimo di 0.40 m, si ha:

- sezione bagnata: $A = 4.9 \text{ m}^2$
- perimetro bagnato: $P = 6.45 \text{ m}$
- raggio idraulico: $A/P = 0.75$
- coefficiente di scabrosità: $\gamma = 1.3$
- $c = 34.78$
- $V_f = 3.01 \text{ m/s}$
- $Q_f = A * V_f = 14.75 \text{ m}^3/\text{s}$

Questa portata raffrontata a quella prevista per piccoli bacini in base ai valori tabulati in letteratura per il Lazio è decisamente inferiore e di conseguenza non si hanno per il bacino dell'Acqua Solfa rischi di esondazione, anche per valori di piovosità superiori a quelli registrati.





ACQUE SOTTERRANEE

LE ACQUE SOTTERRANEE

La descrizione litologico-stratigrafica riportata, insieme alla situazione tettonica individuata, permette il verificarsi dell'esistenza di almeno tre falde sovrapposte, per effetto dei diversi gradi di permeabilità che si realizzano, intersecati da livelli impermeabili.

A maggiore chiarimento della situazione, in figura 1 è individuato il reticolo idrografico afferente l'area in esame (per un maggiore dettaglio, si rimanda al capitolo dedicato alle acque superficiali).

La superficie è di circa 130 km², con asse principale a direzione NE – SW. I terreni incisi sono di origine vulcanica (pozzolana e tufo lionato); scorre su alluvioni derivate dal disfacimento di questi terreni affioranti.

I tipi litologici, dettagliatamente descritti precedentemente, vengono complicati dai movimenti tettonici sia a grande scala che a piccola scala, rendendo complesso il regime di circolazione delle acque sotterranee, a differenza di quello superficiale, come si può ben osservare dalla figura 1, e determinando di conseguenza una variabilità areale e la circolazione della falda acquifera.

Il complesso argilloso di base non deve essere immaginato come un basamento continuo ed uniforme, ma sottoposto a deformazioni e fratture, con formazione di zone di alto strutturale connesse a depressioni; mentre gli alti strutturali si verificano soprattutto lungo la fascia costiera, in corrispondenza delle depressioni si notano situazioni di circolazione idrica e di flusso molto variabili, anche per effetto del tipo di materiale che ha colmato le depressioni stesse.

Si possono in ogni caso identificare nella zona di interesse tre livelli di circolazione acquifera, strettamente collegati con la stratigrafia dei terreni:

1° livello: falda superficiale.

Raggruppa tutte le piccole falde sospese che sono contenute nei depositi sabbiosi e sabbioso ciottolosi terrazzati, nelle pozzolane superiori e in corrispondenza dei cordoni di dune. L'acquifero non può essere continuo proprio per la discontinuità dei tipi litologici, per la limitata estensione e per il tipo litologico (tufo lionato) di supporto a tali terreni, che presenta in genere una scarsa permeabilità. In corrispondenza dei cordoni dunari, poi, il supporto spesso è il basamento argilloso stesso.

Queste falde di limitata estensione e spessore danno origine a piccole emergenze, temporanee: la loro alimentazione è connessa strettamente ai soli apporti meteorici.

Quest'acqua è prevalentemente dolce, con durezza in gradi francesi attorno ai 35, durezza ed alcalinità in mg/l CaCO₃ rispettivamente di 300 e 200 con conduttività di circa 1200 µS, valori Redox positivi ed inferiori a 10 mV.

E' acqua superficiale, di una falda che circola in modo discontinuo nelle parti più permeabili dei terreni più recenti e superficiali sia vulcanici che alluvionali.

2° livello: falda intermedia.

La circolazione di questa falda è all'interno delle pozzolane inferiori: è un acquifero continuo, con potenzialità variabile da zona a zona. La sua alimentazione è collegata alle precipitazioni e alle acque provenienti dall'apparato vulcanico dei Colli Albani.

Queste acque vengono captate in genere con pozzi della profondità di circa 10 m dal p.c.. La venuta a giorno di questa falda avviene in corrispondenza delle incisioni profonde, dove si verifica il contatto tra sedimentario (argilla di base o tufo argillificato per alterazione) e acquifero di questo livello.

La seconda falda è spesso mineralizzata a CO_2 , con durezza dell'ordine di una cinquantina di gradi francesi e durezza ed alcalinità rispettivamente di 350 e 700 mg/l in CaCO_3 , valori Redox di solito positivi e dell'ordine di una decina di mV.

Circola in modo discontinuo all'interno di episodi vulcanici di epoca storica ed è arricchita attraverso fessure e/o faglie in CO_2 di origine vulcanica.

3° livello: falda profonda.

Questa falda è contenuta generalmente nelle sabbie debolmente argillose comprese tra la serie vulcanica (al tetto) e le argille di base.

E' un acquifero di limitata permeabilità e di conseguenza le portate non possono definirsi elevate: ma la principale caratteristica è l'elevata mineralizzazione, con elevata presenza di CO_2 e di H_2S e temperatura elevata rispetto alle altre acque che si rinvennero.

La falda è spesso mineralizzata ad H_2S , con durezza dell'ordine di circa 20 gradi francesi, durezza ed alcalinità in mg/l di CaCO_3 rispettivamente di 150 e 50, conduttività di 800 μS , potenziale Redox negativo.

La falda è in pressione e viene in contatto con manifestazioni vulcaniche profonde - da cui trae la temperatura generalmente superiore ai 20°C - attraverso discontinuità e fratture dovute al raffreddamento brusco del corpo magmatico caldo a contatto con i terreni superiori, freddi. Tale situazione è favorita dai disturbi tettonici di carattere regionale e lungo i piani di faglia vi è la risalita di acque profonde, termali.

In tutta la zona, la mineralità diminuisce fortemente allontanandosi dalle linee di frattura che, come detto precedentemente, costituiscono le vie di risalita preferenziale dei gas che arricchiscono le acque.

Nella sua risalita si mescola occasionalmente con le altre falde più alte con le quali viene in contatto; l'acido solfidrico, come riducente, può essere neutralizzato dalla presenza di ossigeno disciolto, dando luogo ad una particolare instabilità del potenziale Redox.

Quanto sopra esposto è frutto anche di un'indagine accurata dei punti d'acqua censiti nell'area della concessione mineraria e la cui ubicazione e numerazione è indicata nella planimetria di tavola 1.

I punti d'acqua censiti sono stati oggetto di una analisi chimica speditiva ed i relativi valori misurati sono esposti in tabella 1.

Alla seconda falda, ricca in anidride carbonica, attingono i pozzi per acqua minerale S.Stefano, che ha dato origine alla concessione mineraria.

L'acqua è captata alla profondità di 15.50 m circa dal p.c. e la successione litologica, così come raccolta a suo tempo al momento della perforazione, è¹:

0.00 - 1.00	terreno vegetale	
1.00 - 3.00	tufo grigio scuro	(tufo lionato litoide)
3.00 - 8.00	tufo chiaro	(tufo giallo terroso)
8.00 - 13.00	tufo granulare (H ₂ O)	(pozzolana rossa)
13.00 - 15.00	tufo cineritico chiaro	(tufo incoerente)
15.00 - 15.50	argilla sabbiosa	(tetto del sedimentario)

I pozzi sono stati perforati con diametro Ø300 mm e i fori rivestiti con acciaio inossidabile AISI 304 Ø250 mm, con elementi di tubo sfinestrati posti ad una profondità compresa tra -8.00 e -15.50 m dal p.c.; tra le pareti di scavo e la tubazione di rivestimento, fino a -7.50 m dal p.c. è stato inserito brecciolino basaltico 7/15 mm e successivamente l'intercapedine è stata cementata colando boiacca di cemento.

Il livello statico si stabilizza a -3.00 m dal p.c. con lieve risalienza per effetto dell'inclinazione della piezometrica da ENE verso WSW.

Il livello dinamico si stabilizza a -11.00 m dal p.c., con portata media di 4 l/s; non si hanno variazioni del livello dinamico nel corso dell'anno, ossia non si risente dell'effetto stagionale di apporto meteorico.

La temperatura dell'acqua è stata misurata in varie fasi e stagioni: è sempre stata misurata intorno a 20°C.

Caratteristica dell'acqua è la presenza di anidride carbonica che chiaramente agevola la risalita dell'acqua verso la bocca pozzo.

L'acqua è captata con un pozzo della profondità di 15.50 m circa dal p.c.

Attualmente, il pozzo, rivestito in acciaio inossidabile, eroga l'acqua mediante pompa sommersa con portata di circa 30 l/s; il livello statico, con pompa ferma, risale a -1.50 m dal p.c. nel giro di circa 8 ore.

Come precedentemente osservato, la zona è interessata da disturbi tettonici di importanza regionale, interessanti formazioni litologiche profonde.

Qui avviene la circolazione profonda: la risalita delle acque di questa falda profonda è favorita dalle fratture tettoniche sepolte che forniscono una via preferenziale così da mantenere una temperatura relativamente elevata dell'acqua.

¹ tra parentesi, i riferimenti alla litologia verificata e prima esposta

A questa terza falda, attinge il pozzo ricco in idrogeno solforato, situato circa 500 m a monte del pozzo d'acqua minerale carbonica: la stratigrafia è la seguente:

0.00 - 2.00	Copertura vegetale/detrito superficiale
2.00 - 3.00	Detrito tufaceo
2.00 - 7.00	Sabbia da giallastra a marrone chiaro, addensata. Presenza di acqua
7.00 - 16.50	Argilla grigio azzurra, parzialmente sabbiosa
16.50 - 17.00	Argilla grigio cenere
17.00 - 21.00	Torba argillosa nera
21.00 - 28.00	Argilla molto molle. Odore di idrogeno solforato
28.00 - 31.00	Torba argillosa, con intercalazioni molto molli
31.00 - 72.00	Sabbia grigio azzurra, calda, umida; elevata presenza di gas. Verso il basso diviene di colore grigio scuro
72.00 - 73.50	Argilla grigia lamellare.
73.50 - 75.00	Ciottoli di fiume calcarei e arenacei. Acqua sulfurea.
75.00 - 80.00	Roccia arenacea con venature di zolfo ricristallizzato

Il pozzo è stato scavato con due diametri, per poter isolare le falde acquifere superficiali: fino a - 50.50 m dal p.c., è stato utilizzato il diametro Ø420 mm, successivamente, fino a -73.50 m, il diametro Ø355 mm. Il foro poi è stato lasciato scoperto per permettere il pompaggio, in considerazione anche della stabilità degli ultimi due livelli incontrati.

La portata misurata con la pompa disponibile è di 6 l/s. Successivamente, si è provveduto ad incamiciare la perforazione con acciaio inossidabile AISI 316, del diametro Ø 200 mm.

La parte di tubazione sfinestrata va da -79.50 m fino a -73.50 m: fino a -73.00 m, è stato creato un filtro in brecciolino basaltico 7/15 mm, mentre al di sopra di tale dreno è stato creato un cuscino di sabbia basaltica dello spessore di 1.00 m, così da evitare che la successiva cementazione con boiaccia di cemento ARC 425, con aggiunta di 5% di bentonite, potesse interferire con il dreno.

La temperatura media dell'acqua è di 53°C.

ANDAMENTO DELLE ISOFREATICHE

Come precedentemente detto, si possono distinguere tre livelli acquiferi, dipendenti dalla profondità a cui si rinvenivano.

Della falda superficiale non viene rappresentato l'andamento in quanto la circolazione di queste acque avviene all'interno dei depositi sabbiosi e sabbio ciottolosi e delle pozzolane superiori.

La falda è quindi francamente discontinua, con produttività limitata, e connessa all'apporto meteorico, stagionale.

Dagli elementi desunti dal censimento dei punti d'acqua, ed esposti in tabella 1, si è disegnata invece una carta della quota dei livelli statici (tavola 2) relativi alla **falda acquifera intermedia** (seconda falda).

Viene messo in evidenza un profondo drenaggio specialmente sul versante N dello sperone di roccia tufacea al centro della zona della concessione mineraria.

L'andamento di queste isofreatiche relative a questa falda è probabilmente assai più complesso di quanto appare nel disegno di tavola 2, in quanto i pozzi a disposizione, e di cui si hanno dati certi o verificabili, sono scarsi.

In ogni caso riflette molto bene l'andamento morfologico dei terreni piroclastici "antichi" rispetto alla copertura affiorante.

La direzione di scorrimento della falda è da NE verso SW, favorita in ogni caso dalla perdita progressiva di quota dei livelli pozzolanici che vengono a contatto con i sedimenti lacustri e palustri posti a chiusura del bacino idrico del fosso Grande.

La **falda profonda**, captata nel pozzo profondo, è a carattere regionale e si può correttamente ipotizzare che le curve isofreatiche abbiano un andamento subparallelo alla linea di costa; pozzi con caratteristiche simili di profondità e di tipo d'acqua captata non esistono nelle immediate vicinanze.

Si notano solo manifestazioni locali di emanazioni gassose sulfuree, la cui presenza è anche sottolineata dalla toponomastica locale.

Si tratta in genere di emanazioni gassose deboli la cui presenza si accerta, oltre che dall'odore, anche dalla formazione di treni di bolle in corrispondenza di sottili specchi d'acqua o lungo le zone di calma dei fossi.

Queste falde acquifere descritte sono però molto importanti dal punto di vista della protezione del suolo e del sottosuolo, ai fini igienici dell'acqua captata, soprattutto per quanto riguarda il 2° livello (falda intermedia), in quanto vi è il rischio di una interconnessione con la falda superficiale, collegabile allo scorrimento superficiale sul terreno, sede quindi di commistioni con scarichi diretti sul suolo, dispersione sul suolo di diserbanti, concimi e/o antiparassitari che potrebbero penetrare nel terreno.

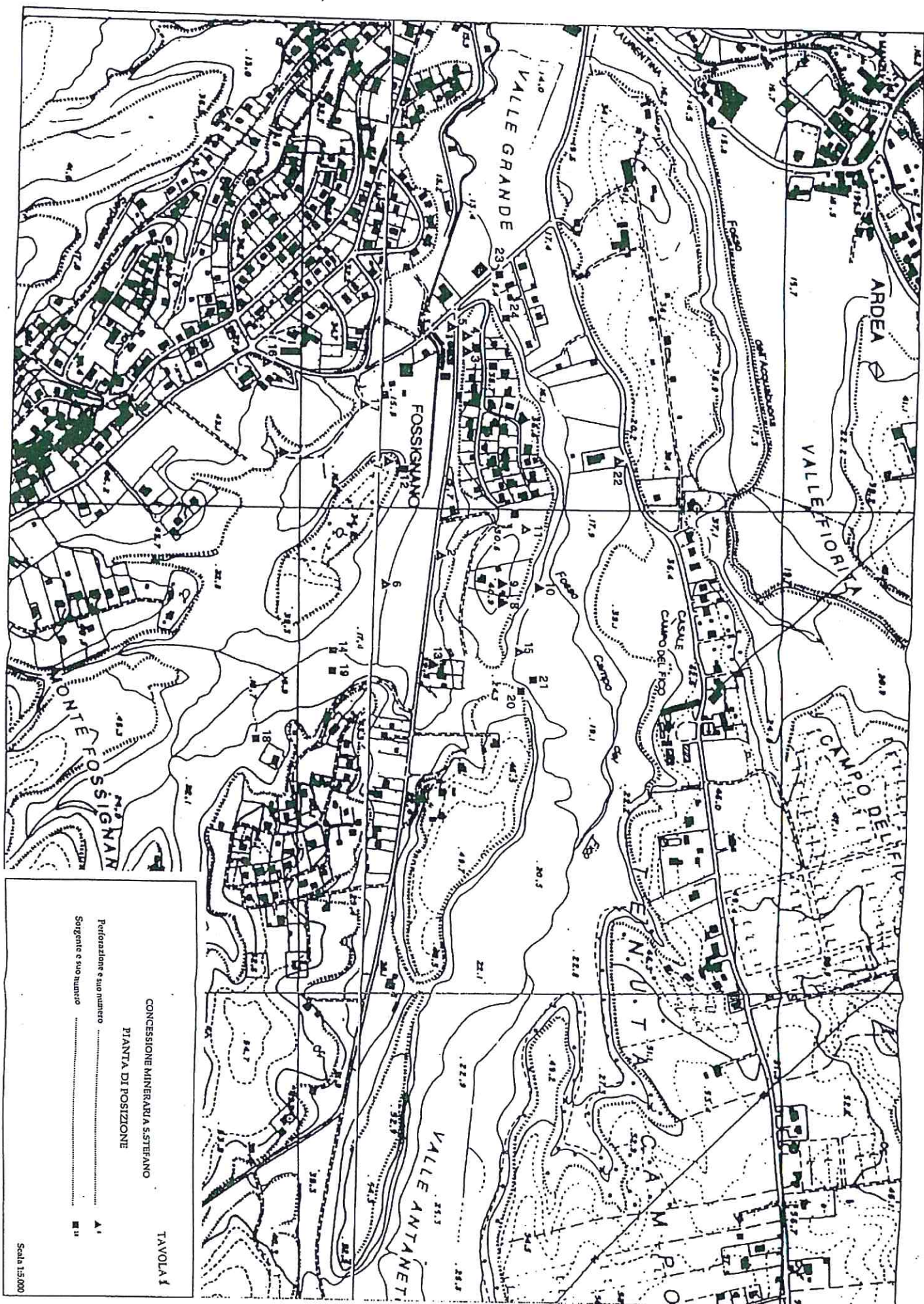
Nella cartografia riportata allegato 3, viene considerata la situazione idrologica superficiale della zona interessata: l'andamento delle isofreatiche, relative alla falda superficiale, riflette la situazione idrologica locale.

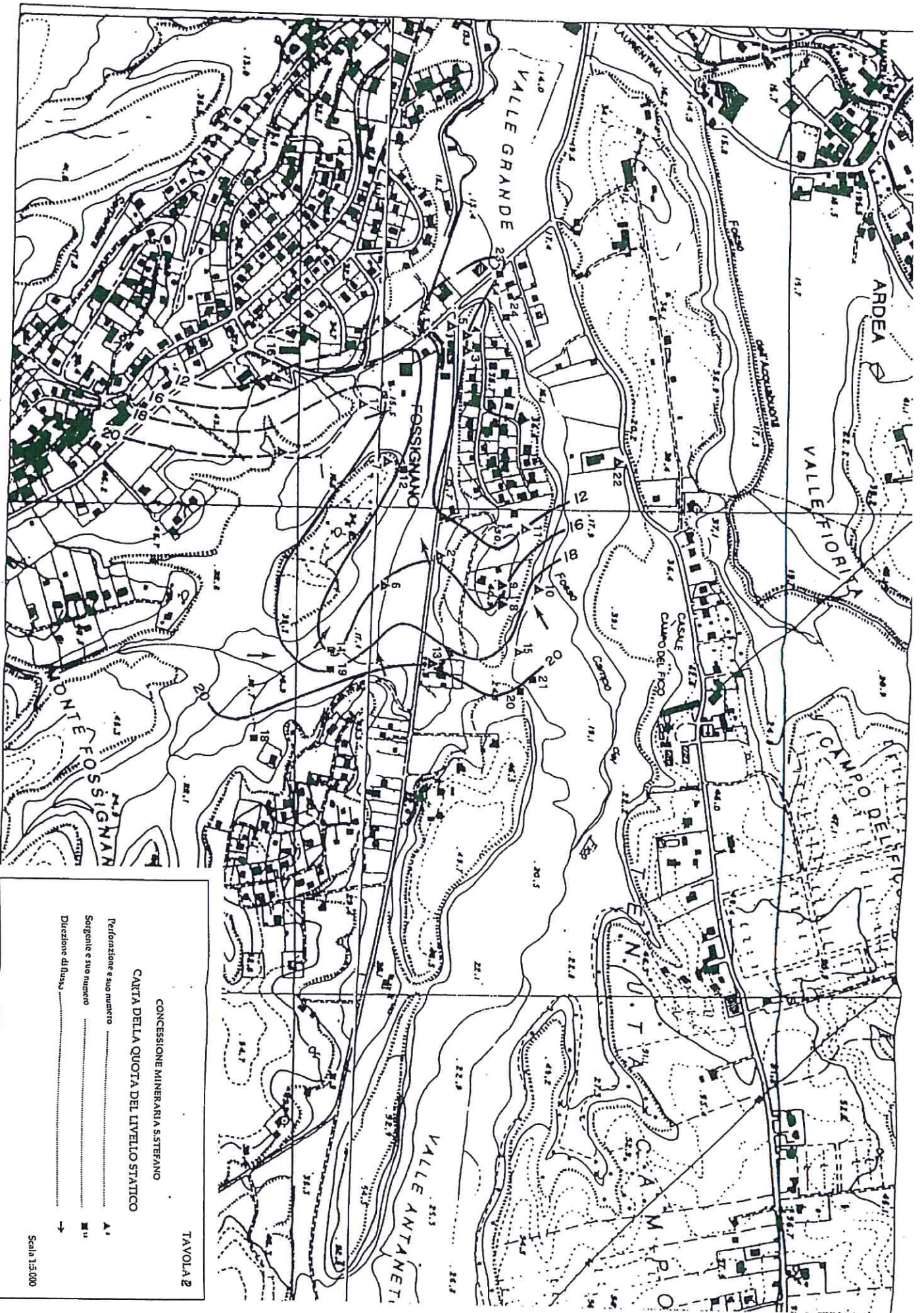
E' da sottolineare che in tale carta, redatta da Polytecna negli anni passati per il comune di Aprilia, si considera il pozzo ricadente nella concessione mineraria come un'emergenza qualunque nell'ambito del territorio; in questo studio, poi, non si considerava assolutamente l'esistenza di una concessione mineraria, la cui data di rilascio è ben antecedente alla data dello studio stesso.

Dalla carta riportata, emerge chiaramente come i corsi d'acqua situati in sinistra del Fosso grande, ove esiste un dato di misura di portata, altro non sono che fossetti d'acqua di drenaggio delle acque superficiali e di scarico dei pozzi scavati per uso agricolo, con modesta portata. Parte di questi sono riportati nel censimento dei punti d'acqua eseguiti.

N.	TIPO	USO	Quota m m.s.l.m	Prof. m	Q l/s	Prof. Liv. stat. m	pH	T aria °C	T H ₂ O °C	K ₁₈ μS/cm	D.T. °F	Durezza mg/l CaCO ₃	Alcalinità mg/l CaCO ₃	Redox mV	Cloruri mg/l	Na ₂ SO ₃ mg/l	O ₂ disc. mg/l	Note
1	PERF	IRR	25	20	10	5.67	6.9	15	22	1280	37.8	315	192	5.6	185	52.3	7.45	
2	PERF	DIS	16	~10	-	0	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	acqua sulfurea
3	PERF	POT	15	10	1	-	-	-	-	-	48.6	330	705	5.6	18	10.5	1.4	acqua con CO ₂
4	PERF	POT	15	16	2	-	-	-	-	-	48.6	330	705	5.6	18	10.5	1.4	acqua con CO ₂
5	PERF	POT	14	15	-	2	-	-	-	-	48.6	330	705	5.6	18	10.5	1.4	acqua con CO ₂
6	PERF	DIS	17.5	~10	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	acqua sulfurea
7	PERF	DIS	31	32	-	~30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	pochissima acqua
8	PERF	POT	39	50	-	~25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	PERF	DIS	41	40	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	POZ	POT	20	36	2	1.15	6.1	10	23.7	1380	46.8	354	517	43	166	2.1	8	distruito per la scarsa
11	PERF	POT	37	42	-	25	6.3	-	22.8	-	10.8	86	126	35	35	2	8.6	acqua con FeCO ₃
12	SORG	INU	15	0.5	-	0.5	6.8	11	11	770	18	150	54	31	115	2.2	7	
13	PERF	INU	19	-	-	0	6.5	12	31	850	25.1	195	273	20	50	2.1	5.65	sorgente sulfurea nel
14	SORG	INU	17	0	-	0.5	6.5	-	10	1000	32.9	255	207	17.7	100	1.3	7.5	
15	POZ	POT	20	12	-	1.2	6.8	16.5	21	820	30	232	300	6.9	30	1.2	6.1	
16	PERF	IRR	30	44	-	19.57	7.0	15	23.4	1330	41.4	330	195	-6.7	240	1.5	6.5	
17	PERF	INU	20	20	-	1.1	6.9	15	22.4	1250	32.4	285	210	4.7	200	1.2	6.5	polla sulfurea
18	SORG	INU	22	0	-	0	5.2	10	23.2	590	18	144	192	86	25	2.5	0.55	
19	SORG	ABB	18	0	0.	0	6.9	9.8	22	1180	26.1	210	234	-3.6	160	1.6	6.5	
20	SORG	IRR	20	0	0.	0	7.2	7.8	23	800	17.8	138	210	-14	70	1.5	6.5	sorgente solfurea
21	SORG	INU	19	0	-	0	6.6	11.4	19.4	960	27	208	297	17.2	50	1.8	6.65	
22	PERF	IND	29	-	-	-	6.5	-	10	1000	27	205	267	17.7	30	2	6	ex sorgente con
23	SORG	INU	13	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	sorgente in alveo con
24	SORG	INU	13	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabella 1 : analisi chimiche speditive dei punti d'acqua censiti nell'area della concessione mineraria





**COMPOSIZIONE CHIMICA
DELL'ACQUA CAPTATA**

ACQUA CARBONICA

Nella tabella 1 qui di seguito riportata, sono espressi i valori della composizione chimica in meq/l. Questa rappresentazione consente di paragonare fra di loro le analisi eseguite in tempi diversi.

Inoltre, la composizione chimica dell'acqua captata nell'ambito della concessione mineraria S.Stefano è rappresentata, secondo le modalità di graficizzazione di Schöller¹, in figura 1.

Si può osservare che vi è un parallelismo complessivo tra le varie spezzate, ossia i rapporti delle concentrazioni degli ioni disciolti nell'acqua sono, a distanza di anni costanti. Ciò sta a significare che l'acqua nel tempo si è mantenuta a composizione costante.

	POZZO 1			POZZO 2		
	mg/l	r (meq/l)	r%	mg/l	r (meq/l)	r%
Ca	133.20	6.64	30.40	85.40	4.26	27.68
Mg	63.20	5.19	23.70	37.80	3.10	20.14
Na+K	263.40	10.00	45.81	211.30	8.03	52.18
<i>Totale cationi</i>	<i>459.80</i>	<i>21.83</i>	<i>99.91</i>	<i>334.50</i>	<i>15.39</i>	<i>100</i>
Cl	48.00	1.35	6.34	43.10	1.21	6.73
SO4	58.00	1.20	5.60	46.50	0.96	5.34
HCO3	1146.00	18.75	88.03	965.00	15.81	87.93
<i>Totale anioni</i>	<i>1252.00</i>	<i>21.30</i>	<i>99.97</i>	<i>1054.60</i>	<i>17.98</i>	<i>100.00</i>

Tabella 1

¹ La rappresentazione si basa sulla trasformazione delle concentrazioni ioniche espresse in milliequivalenti; viene utilizzato un grafico semilogaritmico, così da esporre simultaneamente i valori delle concentrazioni assolute, la relativa ampiezza e la variazione assoluta percentuale. In ascissa, in scala aritmetica, è rappresentato il riferimento di partenza dei costituenti principali (Ca, Mg, Na+K, Cl, SO₄, HCO₃), spazati in modo uguale (ma arbitrario). In ordinata, viene riportato il logaritmo della concentrazione in milliequivalenti/litro degli ioni prescelti. Il valore in milliequivalenti viene calcolato dividendo il peso in milligrammi per il peso atomico dello ione considerato, diviso a sua volta per la valenza.

POZZI 1 E 2
RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DI RAFFRONTO

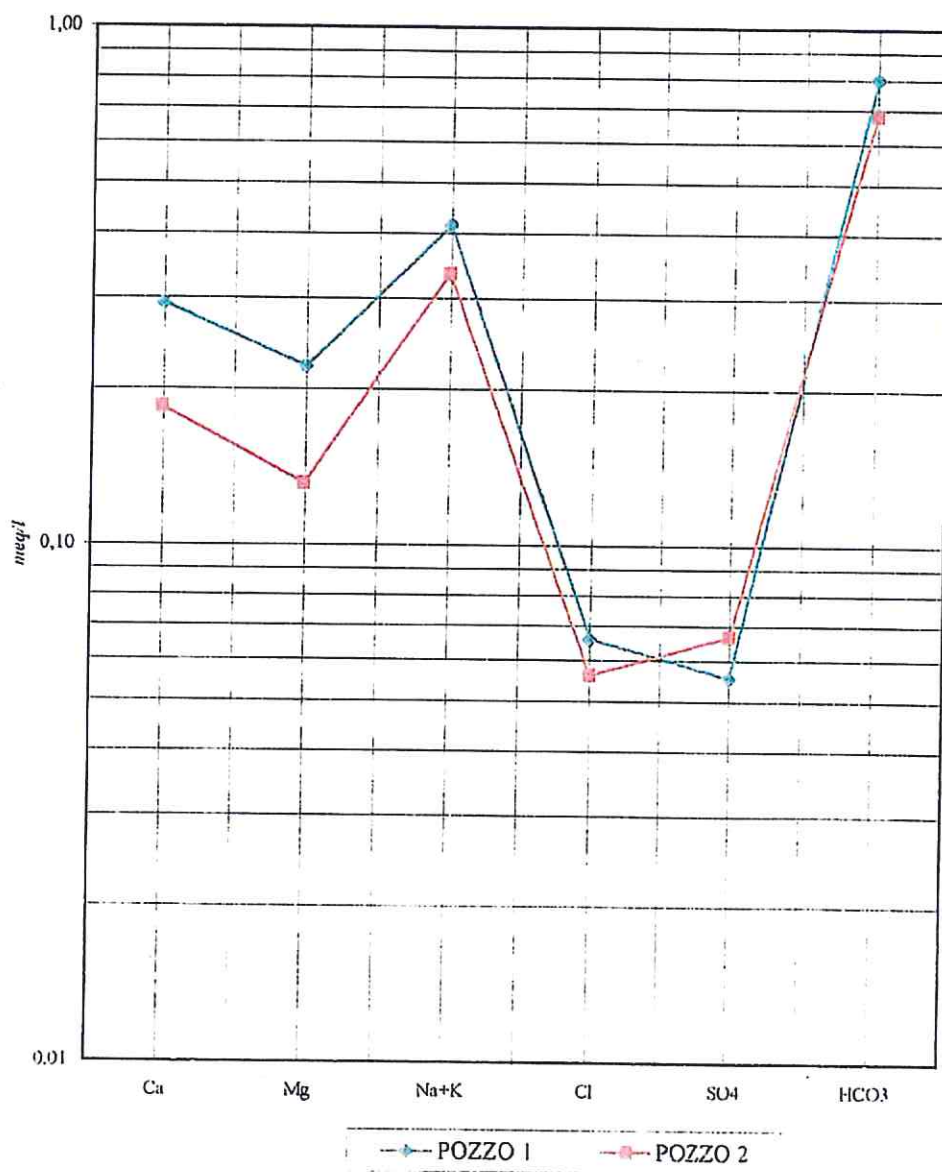


Figura 1

ACQUA SULFUREA

La composizione chimica dell'acqua sulfurea captata nel pozzo precedentemente ricordato, e profondo 80 m, è stata definita in seguito all'analisi eseguita, per il suo riconoscimento e classificazione, su campioni prelevati e analizzati dall'Istituto di Igiene "Sanarelli" dell'Università degli studi "La Sapienza" di Roma.

Anche per quest'acqua in tabella 2 vengono esposti i valori analitici relativi agli ioni caratteristici di un'acqua minerale e viene rappresentato il grafico secondo Schöller (fig. 2).

	mg/l	r (meq/l)	r%
Ca	298.00	14, 8703	27.69
Mg	79.80	6, 5625	12,22
Na+K	775.5	32, 24 58	60,05
<i>Totale cationi</i>	<i>1153.30</i>	<i>53.6986</i>	<i>100,00</i>
Cl	798,00	22,5061	40,15
SO ₄	171,00	3,5603	6,35
HCO ₃	1830,00	29,9951	53,50
<i>Totale anioni</i>	<i>2799,00</i>	<i>56,0615</i>	<i>100,00</i>

Tabella 2

La conducibilità elettrica è pari a 1580 μ S, a 20 °C, mentre il grado solfidimetrico, caratteristica saliente dell'acqua, registrato è pari a 85.2.
Elevato è il residuo fisso a 180°C: 3451 mg/l.

I componenti principali che caratterizzano il residuo fisso ottenuto sono esposti nella seguente tabella 3:

	mg/l
Ione Calcio	298.00
Ione Magnesio	79.80
Ione Sodio	693.3
Ione Potassio	82.2
Ione Cloruro	798,00
Ione Solfato	171.00
Ione carbonato	900.6

Tabella 3

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DELLA COMPOSIZIONE
CHIMICA DELL'ACQUA SOLFUREA

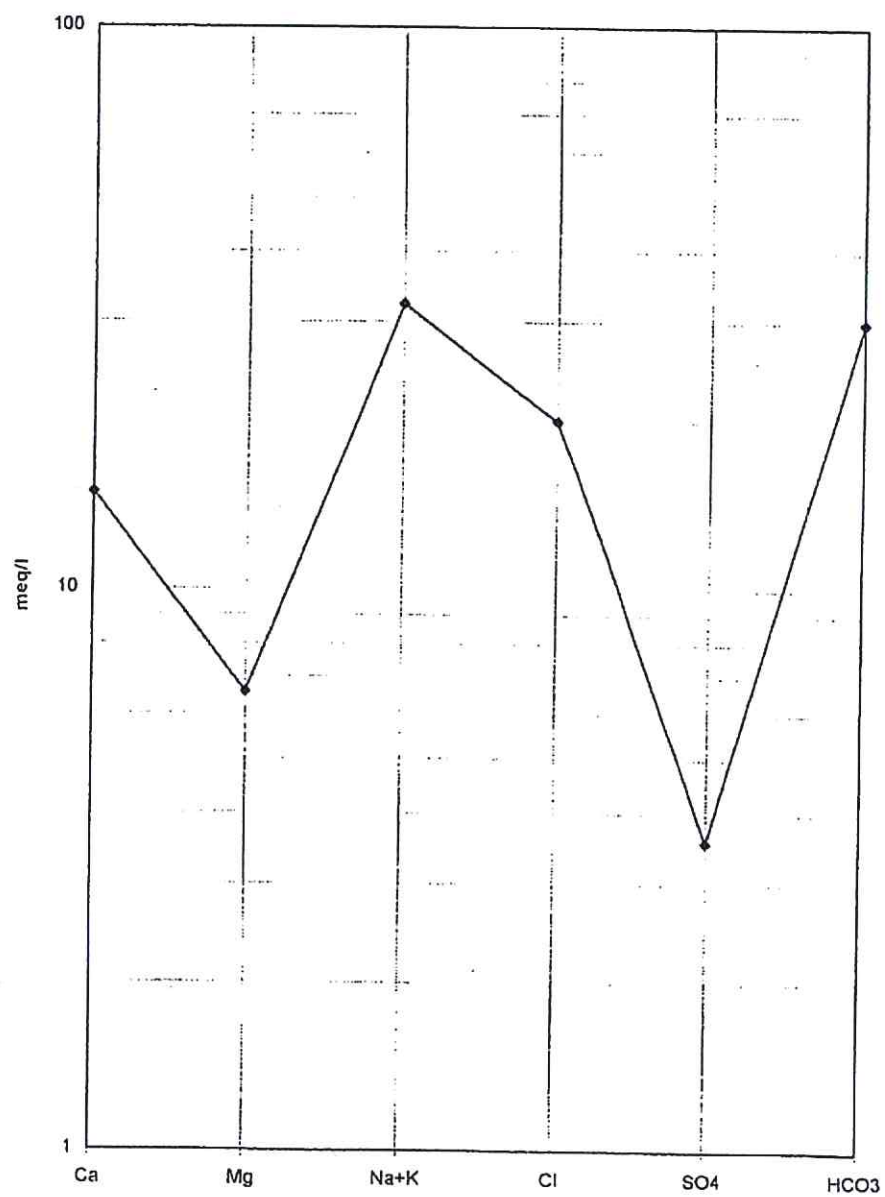


Figura 2

Da ciò si può dedurre che l'origine dell'idrogeno solforato presente non deriva da riduzione di solfuri metallici ma da una fase di raffreddamento di masse magmatiche: la presenza di anidride carbonica, la cui presenza è confermata dalle acque più superficiali captate, ha poi una funzione di regolazione del processo di riduzione.

RISCHI MORFOLOGICI E SISMICI

RISCHIO MORFOLOGICO

Come si può osservare dalla figura 1, in cui sono indicate le classi di acclività in cui la zona è divisa, l'area di interesse è ubicata in prossimità di un rilievo che presenta localmente una pendenza media del 30%.

Sono assenti cave in attività o abbandonate in prossimità del bacino idrominerario.

Il pianoro che si sviluppa ai piedi del rilievo, a N, è l'area interessata dalla realizzazione delle strutture per la coltivazione del bacino idrominerario.

Il fianco del rilievo, come risulta dall'esame dei vincoli e dallo studio vegetazionale, è ricoperto da fitta vegetazione di alto fusto e da un sottobosco costituito da cespugli di rovi, ginestre e pungitopo.

Non sono presenti segni di instabilità o forme di erosione in atto o di alterazione del suolo, né fenomeni franosi o di erosione accelerata.

La natura litologica caratteristica è tufo litoide, contornato al piede da depositi di sabbione tufaceo humificato, su cui si è impostata la vegetazione prima sommariamente descritta.

Al fondovalle non esistono rischi di esondazioni, come è emerso dall'esame delle acque superficiali.

Ciò comporta una situazione di totale stabilità del versante che, soprattutto, non verrà assolutamente toccato dalle attività che si vogliono realizzare.

RISCHIO SISMICO

Il territorio del comune di Aprilia (Latina), pur essendo prossimo alla regione dei Colli Albani, non è stata dichiarato sismico.

La regione dei Colli Albani è infatti soggetta ad azioni sismiche localizzate e con tipologia molto particolare: elevata frequenza di scosse, con ipocentri superficiali, modesta intensità epicentrale e area di risentimento molto limitata.

VULNERABILITÀ

Le falde mineralizzate, qualora avvenga una gestione del territorio scorretta, in seguito ad insediamenti o interventi sul territorio non conformi a quanto stabilito nella delibera di

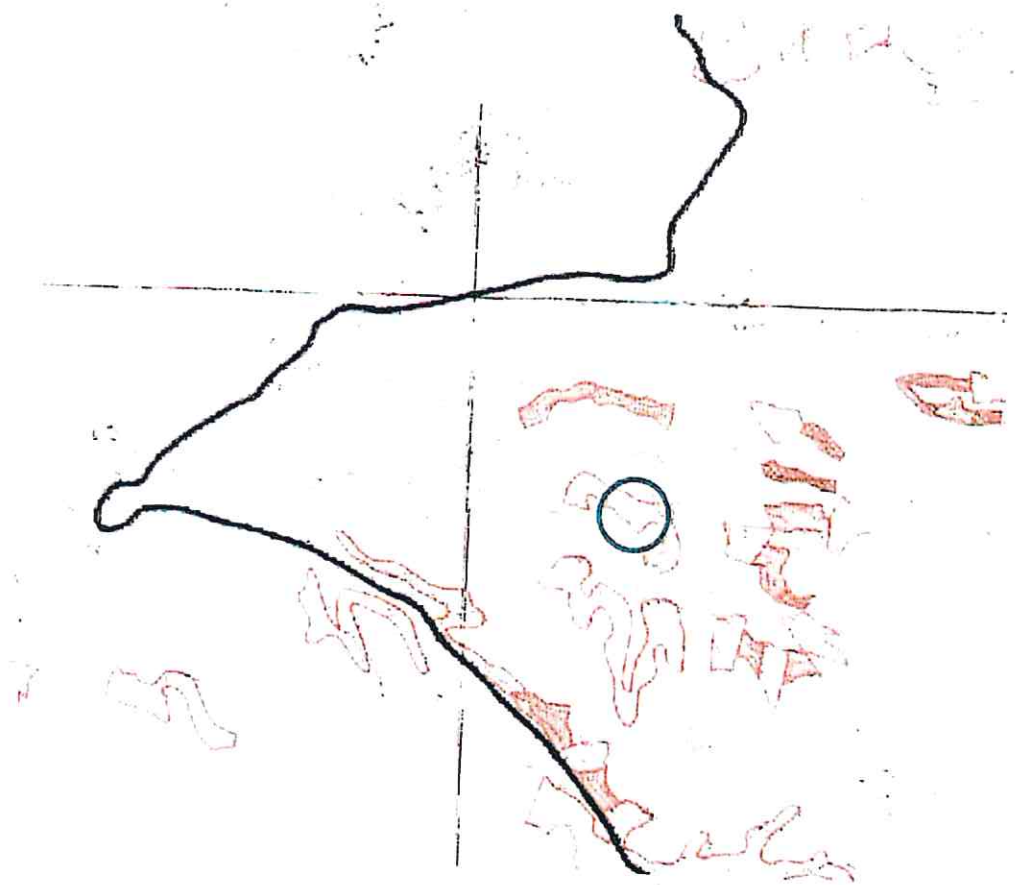


Figura 1 : carta dell'acclività

 Zona dell'intervento

COMUNE DI APRILIA

(PROVINCIA DI LATINA)

CARTOGRAFIA TEMATICA

SCALA 1 : 10.000

CARTA DEI RISCHI NATURALI ED ANTROPICI

LEGENDA

Limite del Comune _____

Rischi naturali

Linee di arretramento di versante _____

Area con modifiche morfologiche recenti _____

Rischi antropici

Aree intensamente edificate _____

Tratti di fossi con scarichi industriali e urbani _____

N.B. La maggior parte del rimanente territorio è coltivato, irrigato e concimato - pertanto è suscettibile di inquinamento sia chimico che organico

Zona dell'intervento previsto

Limite dell'area di concessione

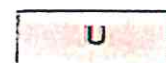
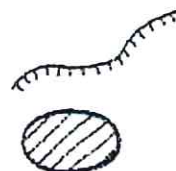


Figura 2

concessione mineraria, prima richiamata, potrebbero divenire vulnerabili: d'altra è dovere ed obbligo del Concessionario provvedere alla sorveglianza del bacino idrominerario e dell'area della concessione affinché non intervengano elementi di variazione territoriale contrastanti con ciò che può essere dannoso alla buona gestione delle acque sotterranee e dell'ambiente esterno su cui insistono le opere che si vogliono realizzare.

Una scorretta gestione del bacino, e quindi della concessione, implica da parte dell'Ente concedente l'immediata revoca della concessione mineraria stessa: è quindi interesse precipuo della concessionaria S.I.C.A.M. realizzare opere non in contrasto con la corretta gestione del territorio e non procedere alla sorveglianza del territorio stesso.

Tale azione però avviene in armonia con l'Amministrazione comunale che è coinvolta dalla stessa delibera di rilascio della concessione mineraria. Qui infatti vengono stabilite rigide norme che coinvolgono l'Amministrazione comunale di Aprilia, per ciò che riguarda rilascio di licenze di costruzione di fabbricati, di impedimento alla costruzione di insediamenti di tipo industriale, artigiano e zootecnico e agricolo aventi caratteristiche di lavorazioni insalubri.

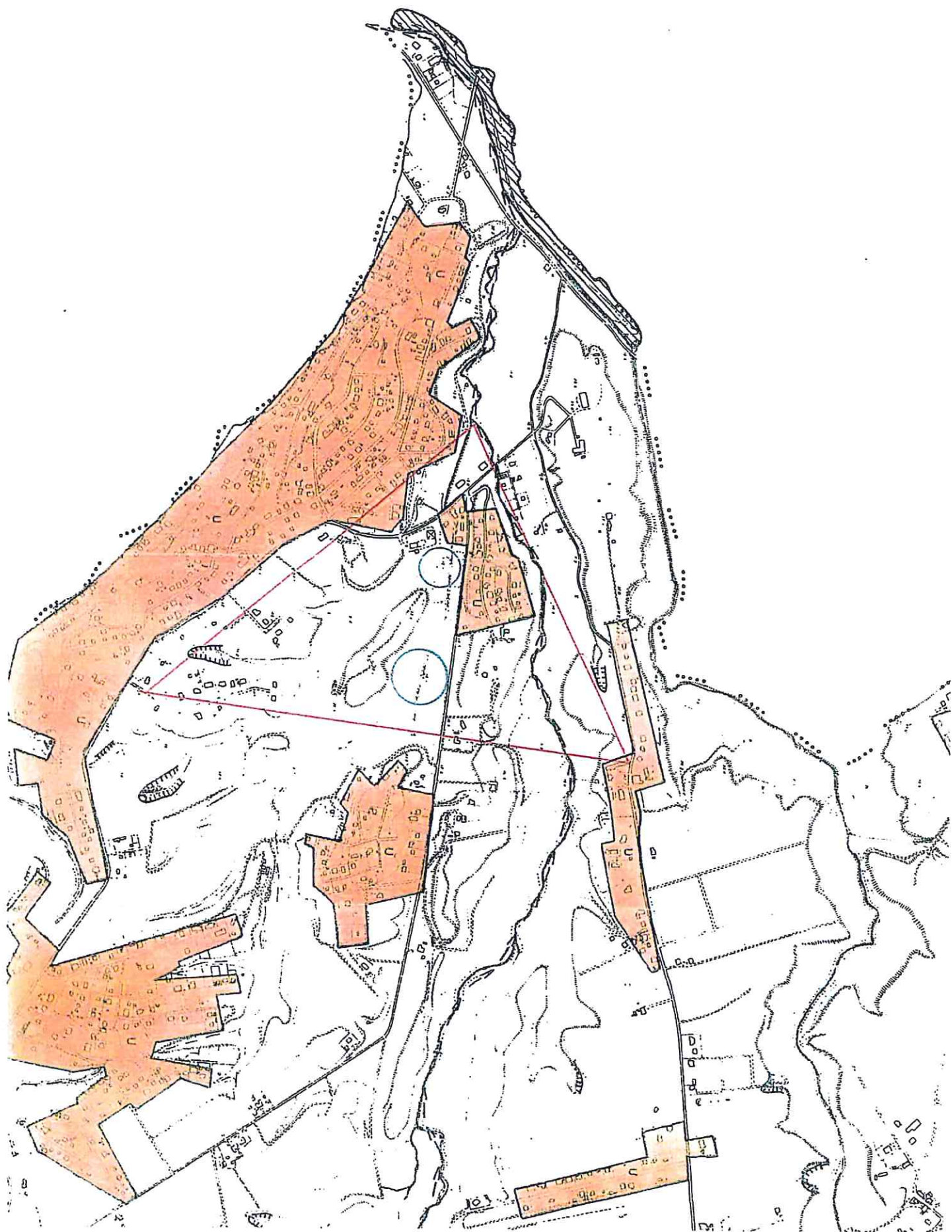
Inoltre, cave e discariche sono vietate, così come la realizzazione di centri di raccolta, demolizione e rottamazione di veicoli, così come di trattamento di rifiuti.

Tuttociò deve essere impedito nell'ambito della già citata area di vincolo igienico sanitario e ambientale.

A tale scopo, in quest'area, la medesima delibera sollecita il Comune di Aprilia alla verifica di fognature e pozzi perdenti.

La cartografia dello studio redatto da Polytecnica per il comune di Aprilia verifica già l'esistenza di rischi antropici per la presenza di aree densamente edificate: in fig. 11.1 si allega la cartografia citata.

Da questa si può vedere come la zona di intervento è racchiusa nella concessione mineraria sia sufficientemente lontana da aree di rischio derivante da altri tipi di insediamento.



CONSIDERAZIONI GENERALI SUI TERRENI

La realizzazione di pozzi nell'ambito della concessione e di alcuni scavi per sistemazioni di terreno aventi lo scopo di far meglio defluire le acque superficiali meteoriche hanno permesso di conoscere dal punto di vista geotecnico generale lo stato e la natura dei terreni.

I suoli su cui si prevede di realizzare l'insediamento di imbottigliamento d'acqua e la struttura termale sono costituiti da:

0.00 - 0.80 m	copertura vegetale
0.80 - 3.50 m	terreno argilloso consolidato
3.50 - 4.20 m	terreno argilloso sabbioso

Non si riscontra presenza d'acqua.

La realizzazione di edifici esclude fondazioni di tipo profondo (pali) sia per evitare di toccare la falda mineralizzata che per evitare interferenze e miscele tra eventuali livelli acquiferi superficiali e le acque sotterranee.

Di conseguenza, si devono adottare per tutte le costruzioni da realizzare **fondazioni di tipo superficiale** che possono essere, a seconda della tipologia dell'edificio:

- a platea nervata da travi rovesce;
- a trave rovescia, con plinti realizzati all'incrocio fra le travi stesse.

Mediamente, i valori dei parametri geotecnici, per fondazioni poste a -3.00 m dal piano campagna, da considerare sono:

peso specifico,	$\gamma = 1.8 \div 2 \text{ t/m}^3 \rightarrow 18 \div 20 \text{ kN/m}^3$
angolo di attrito interno,	$\phi = 20^\circ$
coesione,	$c' = 1.0 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow 100 \text{ kN/m}^2$

Il carico ammissibile q_a è, applicando un coefficiente di sicurezza $F = 3$:

$$q_a = 1.3 \text{ kg/cm}^2$$

nel caso di fondazioni continue a trave rovescia, fondata a -3.00 m e larga 1.20 m.

FABBRICATI DA REALIZZARE

La S.I.C.A.M. prevede di poter realizzare sui terreni di proprietà uno stabilimento di imbottigliamento e una struttura termale, costituita da un albergo e le attrezzature curative termali.

Imbottigliamento

La realizzazione dello stabilimento di imbottigliamento, in considerazione delle limitate dimensioni previste e delle tipologie di macchinari ipotizzati, è posta su terreni prossimi ai pozzi d'acqua minerale carbonica fredda, per ovvi motivi di igienicità e razionalità del confezionamento del prodotto.

Lo stabilimento può essere schematizzato come una grande sala, coperta, in cui avvengono le operazioni di confezionamento: si tratta quindi di una struttura di semplice realizzazione, che non richiede particolari accorgimenti costruttivi.

Le opere di fondazione, poi, sono previste superficiali: in fase di progettazione esecutiva verrà effettuata la scelta tra le due ipotesi:

- ▶ fondazioni a travi rovesce disposte in maniera tale da formare un graticciato;
- ▶ fondazioni a platea, con opportuni giunti e travi di irrigidimento.

In ogni caso, gli sbancamenti riguarderanno esclusivamente la coltre vegetale superficiale. Si prevede fin d'ora di effettuare uno scoticamento dello spessore medio di 0.80 m; sul fondo dello scavo effettuato, verrà steso tessuto non tessuto e quindi ricaricato con materiale arido da rullare e compattare, in maniera tale da avere un corretto sedime di fondazione, su cui realizzare le opere in calcestruzzo.

Le caratteristiche di portanza del terreno sono indicate nell'allegata scheda di calcolo e ottenute anche, con valori più conservativi, nel paragrafo precedente.

Albergo e struttura termale

L'articolazione della parte alberghiera e della parte di edificio che accoglierà le strutture destinate all'erogazione delle cure termali è molto complessa e varia.

Le due attività devono coesistere nel medesimo complesso costruttivo, sia perché le cure vengono erogate ai residenti presso l'albergo sia per fruitori esterni che si recano presso la struttura per il tempo necessario alla cura stessa.

Di conseguenza si deve poter fornire un insieme di edifici che possano valorizzare l'ambiente in cui sono immersi, poiché lo stato vegetazionale e ambientale costituisce per il tipo di cure prestate un complemento fondamentale.

Gli edifici avranno fondazioni di tipo superficiale, per non interferire assolutamente con la falda profonda: gli scavi si devono attestare alla profondità massima di -3.50 m dal piano campagna attuale, al di sotto della coltre di terreno vegetale e per un piccolo tratto interessano la copertura argilloso limosa, facente parte dei depositi fini di tipo alluvionale verificatisi nel tempo.

Viene così realizzato un piano interrato, che avrà una fondazione o a graticciato (travi rovesce collegate) o a platea: in ogni caso, verrà realizzato un guscio in calcestruzzo che isolerà, per maggiore precauzione il sottosuolo dall'edificio da realizzare.

Il perimetro dello scavo verrà raccordato con il terreno esterno fino al piano campagna attraverso un'esecuzione del taglio del terreno a gradonata, così da avere un profilo di inviluppo

del ciglio dei gradoni tale da ottenere una pendenza di circa 25°: su tali gradoni, verranno stese geostuoie per permettere un inerbimento controllato finale di tutta la scarpata. Al piede della scarpata, verrà installata, per sicurezza della stabilità nel tempo e per l'allontanamento della acque meteoriche un tubo drenante con sezione a tunnel.

In questa maniera le pareti dello scavo diverranno ricoperte d'erba e altre essenze caratteristiche della zona a partire dall'inizio dei lavori.

Tuttociò contribuisce in maniera determinante a stabilizzare la scarpata fin dal primo movimento del terreno.

Altro elemento caratterizzante la struttura termale ed alberghiera è la presenza del fosso di drenaggio delle acque, gestito dal Consorzio di Bonifica di Pratica di Mare, che attraversa tutto il complesso.

Il fosso diviene il nucleo di una "passeggiata", una volta sistemate le sponde e rese correttamente pulibili. Parte del fosso sarà coperto, per un tratto di circa 350 m, nella parte iniziale del fosso. Il dimensionamento della tubazione sarà conforme a quanto emerso nella fase di esposizione delle acque superficiali.

Committente:	SICAM
Riferimento:	VERIFICA STATO GEOTECNICO DEI TERRENI
Località:	
Opera:	

FONDAZIONE CONTINUA - Formula di BRINCH-HANSEN

$$Ql = 0.5 \cdot B \cdot G2 \cdot Ng \cdot Fg \cdot Dg \cdot Ig \cdot Gg \cdot Bg \cdot Rg + co \cdot Nc \cdot Fc \cdot Dc \cdot Ic \cdot Gc \cdot Bc + G1 \cdot H \cdot Nq \cdot Fq \cdot Dq \cdot Iq \cdot Gq \cdot Bq$$

Fg, Fc, Fq: fatt. di forma - Dg, Dc, Dq: fatt. profond. - Ig, Ic, Iq: fatt. inclin. carico - Gg, Gc, Gq: fatt. inclin. p.c. - Bg, Bc, Bq: fatt. inclin. fondaz. - Rg: fatt. platea

Pressione a rottura [Ql]	26,66	kg/cm ²	Cedimenti totali alla pressione di esercizio	
Pressione ammissibile (k = 3,0)	8,89	kg/cm ²	Al centro della fondazione	non calc.
Pressione di esercizio	8,89	kg/cm ²	Al bordo della fondazione	non calc.
Profondità della base della fondazione [H]	3,00	m	Inclinazione piano campagna	0,0 °
Larghezza della fondazione [B]	1,20	m	Inclinazione del carico	0,0 °
Densità media sopra il piano di fondaz. [G1]	1,64	g/cm ³	Direzione inclinazione carico	0,0 °
Densità media sotto il piano di fondaz. [G2]	1,88	g/cm ³	Inclinazione della fondazione	0,0 °
Profondità della falda dal piano campagna	assente		Eccentricità larghezza	0,00 m
			Eccentricità lunghezza	0,00 m

Fatt. di cap. port. di Hansen s. 2	Nc = 14,83	Nq = 6,40	Ng = 2,95	Scavo 3,20	kg/cm ²
------------------------------------	------------	-----------	-----------	------------	--------------------

Profondità m	Densità g/cm ³	Angolo Attrito Interno °	Coesione kg/cm ²	Coesione n.d. kg/cm ²	Modulo Edom. kg/cm ²	Cedimenti centro cm	Cedimenti bordo cm
0,00 ÷ 0,80	1,20	20,0	0,50		---	0,0	0,0
0,80 ÷ 3,50	1,80	20,0	1,00		---	0,0	0,0
3,50 ÷ 4,20	2,00	22,0	1,80		---	0,0	0,0

Ipotesi di verifica di portanza dei terreni di proprietà SICAM per la realizzazione di edifici nell'area di proprietà.

