

# SU DUE SONDAGGI PER RICERCA D'ACQUA NELLA ZONA DI RISERVA CINQUARE, A NORD-EST DI SANTA SEVERA (prov. di Roma)

LUCIANO VIGHI (\*)

**RIASSUNTO:** Dopo una breve descrizione delle caratteristiche geologiche dell'area interessata dai sondaggi vengono descritte le formazioni attraversate durante le operazioni di sondaggio. Le acque termominerali incontrate con le perforazioni sono geneticamente ricollegabili, per le loro caratteristiche, con l'attività postvulcanica quaternaria della regione in esame.

## Premessa

Nella presente nota vengono brevemente illustrati i risultati conseguiti con due sondaggi poco profondi eseguiti per ricerca d'acqua nella zona di Riserva Cinquare, a circa 6 km a NW del paese di S. Severa, paese che è sito tra la via Aurelia ed il mare, a circa 53 km a NW di Roma (F. 143 III SO della carta dell'I.G.M.).

Esprimo i miei più sentiti ringraziamenti al sig. ing. Giulio Rostan, direttore del Servizio Minerario della Soc. Montecatini, società che ha eseguito i sondaggi, per avermi gentilmente concesso l'autorizzazione alla pubblicazione della presente nota.

## Cenni sulla geologia della zona interessata dai sondaggi

Nella zona a N di Riserva Cinquare (1) vaste aree (Monte Ansino, Monte Palarese) sono costituite da una serie di strati alterni di calcari, calcari marnosi, marne, argille e — meno frequenti — arenarie (2); questa serie si ritrova per lo più indisturbata, talvolta interessata da pieghe, anche contorte, e solo raramente, e localmente, caotica (3).

(\*) Prof. Dott. Ing. Luciano VIGHI, Geologo della Soc. Montecatini.

(1) Riserva Cinquare è a circa 3,5 km ad W di Contrada Sasso, ove è stata trovata una mineralizzazione a fluorite. Si veda in proposito: VIGHI L.: *Segnalazione di una interessante formazione filoniana di fluorite in comune di Cerveteri (Roma)*. Boll. Soc. Geol. It., 70, 1951.

(2) Non uso qui le denominazioni «alberese», «pietra paolina», «palombino», «pietra forte», ecc., dato che talvolta tali denominazioni vengono usate per tipi di rocce petrograficamente simili ma di età differenti e quindi il loro uso finisce per ingenerare confusioni.

(3) Si tratta quasi dovunque di un complesso simile a quello indicato come «formazione calcareo-arenacea» dal CONFORTO (v. B. CONFORTO: *Osservazioni geologiche nel territorio a Nord di Civitavecchia*, Boll. Soc. Geol. It., 69, 1950) per la zona di Civitavecchia.

Questa formazione è indicata come eocenica nella Carta Geologica Ufficiale; probabilmente si tratta invece di terreni più antichi, forse cretaci (4).

Come tali indicherò più avanti questi terreni, senza tuttavia ritenere definitiva tale attribuzione.

Molto interessante è la zona delle pendici meridionali del Monte del Mandrione (a 3 km a N di S. Severa), nella quale, a tetto della menzionata serie di calcari, calcari marnosi, marne, etc., si ritrovano placche, potenti da qualche metro a parecchi metri, di arenaria ologocenica («Macigno»). L'arenaria, a grana fine nelle zone alte, presso il contatto passa gradualmente a zone più grossolane, del tipo «granitello» (5).

Localmente, nella arenaria a grana fine, sempre in zone prossime al contatto, si trovano lenti, nubi e venature (il tutto molto irregolare) di arenaria a grana grossolana (6).

Ritengo che nella zona il Macigno sia trasgressivo sui sottostanti sedimenti cretaci (7).

(4) Il complesso di queste rocce presenta caratteristiche praticamente identiche a quelle della serie delle «Argille Scagliose» della zona di Manciano (Grosseto) nella quale il Lipparini ha ritrovato fauna cretacea. A questo proposito si veda:

G. DESSAU, G. MERLA, F. SCARSELLA, R. SIGNORINI, L. TREVISAN. *Appunti geologici sul Grossetano tra l'Argentario e il Monte Canino*. Boll. Soc. Geol. It., 69, fasc. 1, 1950.

(5) Si veda:

G. DESSAU: *Geologia e depositi di antimonio o di altri metalli del gruppo dei Monti Romani*. Boll. Soc. Geol. It., 70, 1951.

(6) Questa situazione si può spiegare come dovuta al probabile particolare modo di formazione del Macigno, il cui materiale costituente potrebbe essere stato trasportato in seno a correnti di torbida. (Si veda: MIGLIORINI C.: *Sul modo di formazione dei complessi tipo Macigno*. Boll. Soc. Geol. It., 62, 1943.

MIGLIORINI C.: *Dati a conferma della risedimentazione delle arenarie del Macigno*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., 57; serie A, 1950.

(7) A conferma di tale ipotesi interessanti osservazioni si raccolgono nella zona di Monte Castagno, a circa 11 km a Nord di Santa Severa (F. 143 III NO - Bagni di Stigliano).

Non accenno nemmeno al problema che riguarda la alloctonia o la autoctonia della serie dei terreni cretaci e del sovrastante Macigno trasgressivo, dato che tale problema esula completamente dallo scopo del presente lavoro.

Nella zona dei Bagni, ad E di Riserva Cinquare e precisamente nel fosso di S. Ansino e sulla riva destra, si hanno affioramenti di calcari grigio chiaro o grigi (questi ultimi spesso con venature di calcite), talvolta brecciati, che emanano forte odore (simile a quello dell'acido solfidrico) quando vengono percossi col martello.

Essi presentano, se osservati sulle superfici fresche di rottura, una certa somiglianza con alcune varietà di calcari del « Retico » e, come questi, spesso contengono una notevole percentuale di Mg.

Tuttavia la osservazione che questi calcari del fosso di S. Ansino sono petrograficamente simili ai calcari sicuramente attribuibili al Lias Superiore della zona del Monte delle Fate (ad E di Cinquare, presso Contrada Sasso), mi ha fatto ascrivere anche a questi calcari età liassica.

Sul terreno, nella zona ove affiora il Lias, si trovano pezzi e blocchi di calcari silicizzati; questi presentano la stessa tessitura dei calcari, ma sono completamente sostituiti da silice. Calcari silicizzati si trovano frequentemente nella zona (cfr. L. VIGHI, loc. cit.) e la loro formazione è collegabile al poderoso sviluppo di tutta la serie di manifestazioni idrotermali connesse con l'attività vulcanica e post vulcanica sviluppatasi nella regione. A tale attività è riferibile la formazione delle ampie distese di travertino che costituiscono la zona di Riserva Pian Sultano, Riserva Forconcino, Riserva Mortelletta e parte della Riserva Cinquare stessa. La potenza delle placche di travertino che costituiscono queste zone è molto variabile e va da qualche metro a qualche decina di metri.

La Riserva Cinquare è delimitata ad W dal fosso del Marchese e ad E dal primo affluente di sinistra di detto fosso; questi due fossi incidono profondamente la zona e mettono in vista le rocce a letto del travertino di Riserva Cinquare, rocce costituite da marne, argille, sabbie e conglomerati, pliocenici.

Il Pliocene, prevalentemente in facies conglomeratica, costituisce vaste zone a S di Pian Sultano (Riserva Terre Nuove); come si può stabilire dalla osservazione dei piccoli affioramenti che si ritrovano in corrispondenza dei fossi che scorrono nella piana intorno al paese di S. Severa (fosso Eri e fosso del Moro) il conglomerato pliocenico deve costituire anche vaste aree sotto la copertura di alluvioni recenti e di depositi di spiaggia nella fascia costiera. Anche presso il Monte Bischerò, che è costituito da calcari, marne,

Nella zona si hanno ampi affioramenti di Cretacico, costituito oltre che dalla serie dei terreni avanti descritti, anche da calcari bianchi e da calcari marnosi più o meno scistosi color vinaccia; la serie di tali terreni presenta solo una più o meno marcata ondulazione degli strati che la costituiscono. In discordanza sul Cretacico poggiano banchi di Macigno regolari ed estesi, sub orizzontali, affatto indisturbati; presso la zona di contatto, nel Macigno sono inglobati piccolissimi frammenti o ciottolini di tutte le rocce lapidee della serie cretacea.

argille etc., cretaci, affiora il Pliocene, costituito prevalentemente da conglomerati a S di M. Bischerò e da argille a N ed a E del monte. Fin presso il Monte Bischerò si estendono i travertini della Riserva Forconcino, che si spingono a SE fino al cascinale dei Pazzi ed oltre, ove costituiscono le quote 134 e 140.

A SE di Monte Bischerò si trova una zona (segnata sulla carta al 25.000 dell'I.G.M. con la indicazione « Sorgenti sulfuree ») ove si hanno venute gassose diffuse ( $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{S}$ ) e venute, di portata molto modesta, di acque minerali fredde; queste acque, ricche di carbonato, hanno formato piccole incrostazioni di travertino, la cui formazione è tuttora in atto.

I calcari in questa zona sono alterati e spesso « argillificati ».

Il Lias che, come vedremo, è stato ritrovato con i sondaggi anche nella zona di Cinquare, costituisce un imbasamento continuo, tra la zona di Cinquare e la zona del Monte delle Fate (v. L. VIGHI, loc. cit.).

Nella Carta Geologica Ufficiale le formazioni liassiche non sono qui indicate. La presenza di queste formazioni è di grande interesse per la geologia delle regioni del Lazio e della Toscana perchè essa può portare altri elementi, oltre quelli noti, per spiegare la strana discontinuità e rarità degli affioramenti dei terreni liassici. Ho avuto occasione di eseguire rilevamenti su una vastissima zona tra i Monti dell'Uccellina, Manciano e Canino ed ho potuto così riscontrare che, come indicato nella Carta Geologica Ufficiale relativamente a tale zona, il Lias si ritrova affiorante solo nei Monti dell'Uccellina, nei Monti di Canino e che bisogna giungere fino alla zona del Sasso-Cinquare per ritrovare affioramenti di rocce giurassiche. Se si tien conto che in alcune zone (regione a NE di Orbetello, zona di Capalbio, zone in sponda destra del fiume Fiora a S del paese di Manciano, etc.) si hanno vastissimi affioramenti di « Calcare Cavernoso » e di « Verrucano », ancora più strana appare la oltremodo discontinua e rara presenza del Lias in questa regione (8).

Nella regione ad E di Cinquare si hanno vaste zone costituite da lave (di tipo trachitico); queste rocce costituiscono là il M. Cisterna, il M. Stradello, il M. Santo, il M. Tosto, il M. Sughereto, etc.

Nella regione in esame si ritrova uno spuntone di trachite, non alterata, affiorante tra i travertini di Riserva Forconcino (nella lava si ritrovano qui inglobati ciottoli del conglomerato pliocenico, sul quale ivi poggia il travertino) e affioramenti piuttosto vasti nella zona del Cascinale della Cava, a 2,5 km a N di S. Severa, ove affiora trachite molto alterata; in questa zona è attiva una cava di « caolino ».

L'alterazione delle trachiti, la formazione di banchi estesi e potenti di travertino e la formazione dei calcari silicizzati sono tutti fenomeni connessi con l'at-

(8) Questa situazione si può probabilmente spiegare come dovuta al poderoso sviluppo della tettonica per grosse faglie sub-verticali che ha interessato la regione in discorso, prendendo il suo massimo sviluppo probabilmente alla fine del Mesozoico e che è stata intensamente riattivata nel Quaternario. Non è questa la sede per accennare ad una possibile interpretazione della situazione, sulla quale conto di tornare in una nota sulla geologia della regione tra Orbetello e Capalbio che spero di poter pubblicare prossimamente.

tività postvulcanica sviluppatasi a seguito della formazione delle trachiti, attività alla quale sono ricollegabili anche le venute gassose della zona del M. Bischerò e le tre sorgenti termominerali che si trovano nella zona dei Bagni e nella zona del Prato del Casone (ad E di Riserva Cinquare).

### Ubicazione dei sondaggi. Terreni attraversati

I sondaggi sono stati eseguiti nella zona di inizio del fosso che corre ad E della Riserva Cinquare (primo affluente di sinistra del fosso del Marchese; v. F. 143 III SO della carta d'Italia dell'I.G.M.) e precisamente l'uno (il n. 1) a 40 m e l'altro (il n. 2) a 240 m a S 15° E dal fontanile (non indicato nella tavoletta al 25.000 avanti richiamata) esistente in quella zona.

La scelta delle zone di impianto dei sondaggi è stata fatta in base ai dati forniti da un rilievo geofisico eseguito nella zona (rilievo elettrico col metodo dei potenziali naturali); il rilievo aveva dato segnalazioni diffuse, probabilmente imputabili alla presenza di acque sotterranee, in varie località; sono state prescelte naturalmente le segnalazioni più significative e, tra queste, quelle le cui indicazioni si riferivano a zone meno profonde e più vicine alla zona del Monte delle Fate (9).

#### Sondaggio n. 1.

E' stato iniziato a q. 245,98 s.l.m. (10). Per i primi 5,00 m si è attraversata la copertura di terreno vegetale. Da m 5,00 a m 48,63 (q. 197,35), si è attraversata una zona costituita da ciottoli e blocchi di calcari e calcari marnosi immersi in un detrito costituito per lo più da materiale argillosabbioso e solo raramente da sabbia. Si tratta sicuramente di detrito quaternario; l'assenza di ciottoli di trachite fa pensare si tratti di quaternario antico (11).

Da m 48,63 a m 51,28 (q. 194,70), si è attraversato un banco di argilla marnosa bianca, uniforme, ben stratificata, simile alle zone di argille marnose bianche incontrate nel Pliocene attraversato con il sondaggio 2. Potrebbe trattarsi di una esigua fascia di Pliocene che aveva resistito alla erosione prima di essere ricoperta dal detrito quaternario.

Da m 51,28 a m 68,72 (q. 177,26), si è attraversata una zona costituita quasi esclusivamente da calcari

(9) Le ricerche d'acqua sono state eseguite infatti per approvvigionare la zona delle ricerche per fluorite (vedi L. VIGHI, loc. cit.) in previsione dell'eventuale sistemazione di un impianto di trattamento. I sondaggi sono stati eseguiti, con una sonda a rotazione Craelius, dalla Squadra Sondaggi della Soc. Montecatini.

(10) Le quote sono state ricavate a mezzo di un rilevamento topografico, per il quale ci si è riferiti alla quota del M. delle Fate (quota 368), zona fino alla quale si estese il rilievo topografico. Le quote ricavate con il rilievo per la zona di Cinquare, tenendo come base la quota 368 del monte delle Fate, differiscono sensibilmente da quelle segnate sulla tavoletta dell'I.G.M. (F. 143 III SO).

(11) L'assenza dei ciottoli di trachite nel Quaternario antico è stata constatata anche nella zona del Sasso. Nel corso dei lavori minerari colà eseguiti si è potuto inoltre accertare che il detrito quaternario antico raggiunge la potenza di oltre 50 m.

debolmente marnosi, grigio beige, con rare intercalazioni sabbiose e marnose; probabilmente si tratta della vecchia superficie erosa del Cretacico.

Da m 68,72 a m 102,88 (q. 143,10) si è incontrata una zona costituita da strati alterni di calcari grigi, calcari grigio scuri con venature di calcite bianca, calcari marnosi, marne e argille fogliettate, facenti parte della serie dei terreni del Cretacico.

Da m 102,88 a m 119,42 (q. 126,56), profondità alla quale si è arrestato il sondaggio (per le ragioni di cui si dirà), si è attraversata una serie di calcari grigi, grigio beige o grigio scuri, talvolta brecciati, che, per confronto litologico con i vari tipi di calcare del Lias Superiore affioranti nella zona dei Bagni si ritiene di poter attribuire appunto a questo orizzonte.

Schematicamente, i terreni attraversati sono indicati in fig. 1.

Nel corso delle operazioni di sondaggio, dalla profondità di m 100 in poi, è avvenuto che, in corrispondenza di zone di frattura nei calcari, si perdesse completamente l'acqua di circolazione, con conseguente necessità di provvedere al tamponamento delle pareti del perforo.

E' per questa ragione che, alla profondità di m 110,42 (q. 126,56), si è interrotto il sondaggio quando, estratte le aste dell'ultima manovra, si è avuta una discreta venuta di acqua; si temeva infatti che, incontrando ulteriori fratture beanti nei calcari, si potesse perdere in tutto o in parte la falda acquifera incontrata, circa la natura della quale si dirà avanti.

#### Sondaggio n. 2.

E' stato iniziato a q. 247,06. Per i primi 8,50 metri, si è incontrata una zona di Quaternario (cfr. fig. 1), costituita per i primi 30 cm da terreno vegetale; per 3,70 m da detrito argillosabbioso bianco giallognolo con minuti frammenti, arrotondati, di gesso e con tracce di minerali (biotite, sanidino) provenienti probabilmente dal rimaneggiamento di esigue coltri di tufi vulcanici che dovettero depositarsi nella zona (12); per 3 m da argilla marrone-verdognolo, con rari piccolissimi ciottoli di calcare; per m 1,50 da argilla grigia un po' sabbiosa, ricca di laminette di biotite.

Da m 8,50 a m 11,00 (q. 236,06), banco di travertino bianco, caranfoloso, ma molto resistente.

Da m 11,00 a m 133,00 (q. 144,06), si è attraversata una serie di strati alterni costituiti da argille, argille sabbiose, argille con ciottoli, argille marnose, sabbie, ciottoli, arenarie e conglomerati, pliocenici.

Da m 133 a m 251,30 (q. -4,24, alla quale si è interrotto il sondaggio) si è attraversata una serie di calcari grigi, grigio-beige, grigio scuro, con venature di calcite, talvolta brecciati, simili a quelli incontrati nel sondaggio n. 1. Tra le profondità di m 110,91 e m 110,98, nel calcare grigio chiaro, compatto, vena di selce grigio beige chiara.

Il confronto con i calcari di base del sondaggio 1 e con i calcari della zona dei Bagni mi ha portato ad attribuire età liassica anche a questi calcari. In alcune zone, ove i calcari sono brecciati, essi presentano pic-

(12) Tufi vulcanici si ritrovano nella vicina zona del Sasso (si veda L. VIGHI, loc. cit.).

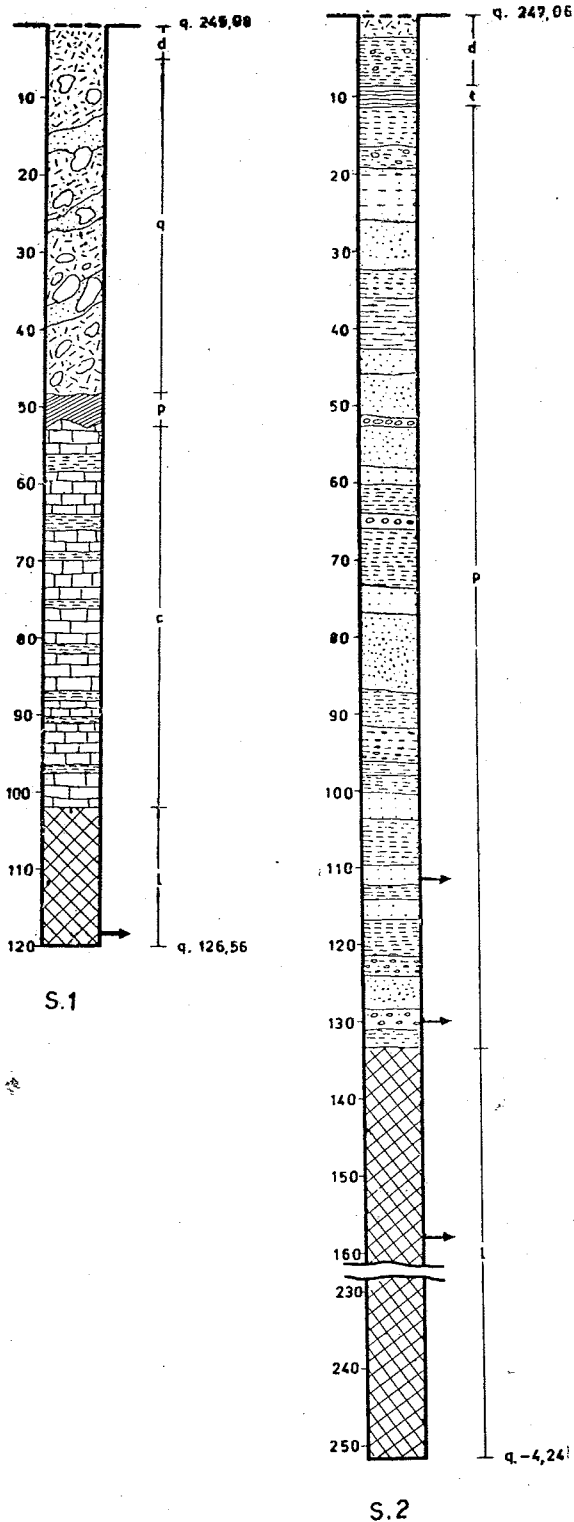


Fig. 1. - Nella figura sono schematicamente indicati i terreni attraversati con il sondaggio n. 1 (S.1) e n. 2 (S.2).

- d = terreno vegetale; zone detritiche (alluvioni recenti);  
 t = travertino;  
 q = materiale argillosabbioso con ciottoli di calcari, marne e arenarie. (Quaternario antico);  
 p = argille, marne, arenarie, conglomerati, ciottoli e sabbie. (Pliocene);  
 c = calcari, calcari marnosi, marne e argille. (Cretacico?);  
 l = calcari grigi, grigio-beige o grigio scuri, talvolta brecciati. (Lias superiore).

In corrispondenza delle zone indicate con una freccia nera si sono avute venute di acqua termominerale risalenti.

cole e grandi cavità, tappezzate da cristallini ben formati di calcite limpida; il calcare brecciato è costituito da zone di calcare grigio e grigio scuro e sembra di riconoscere che le cavità si sono di preferenza formate in corrispondenza delle zone costituite dal calcare grigio, evidentemente più facilmente attaccabile dalle acque termominerali circolanti, di cui si dirà. A tali acque è attribuibile anche la formazione di un paio di cristalli limpidi di gesso, che si trovano nei calcari, tra le profondità di m 177 e m 197.

### Acqua. Temperature. Rapporto tra i metri forati e le carote estratte

#### Sondaggio n. 1.

Come accennato, si sono avute perdite di acqua di circolazione, l'ultima delle quali alla profondità di m 110 circa (q. 136), con svuotamento completo del foro di sonda (v. tav. 1-A). E' chiaro perciò che a tale quota i calcari devono essere interessati da fratture; poichè i fossi che delimitano la zona di Riserva Cinquare sono profondamente incisi, è probabile che il livello delle acque sotterranee nella zona del sondaggio si trovi a quota inferiore a 136 m. Si potrebbe anche spiegare la perdita dell'acqua come dovuta alla presenza di cavità carsiche, chiuse, e perciò vuote, sotto il livello delle acque sotterranee; ciò è tuttavia poco probabile. Bruscamente, quando si è eseguita la manovra dopo raggiunta la profondità di m 119,42 si è avuta una forte venuta d'acqua termominerale, con portata di 1,60 l/sec e prevalenza di circa 2 m; alla uscita l'acqua aveva la temperatura di circa 33°; al fondo del perforo si è invece misurata una temperatura di 40°. La temperatura dell'acqua all'uscita è andata gradatamente crescendo, fino a stabilizzarsi sui 40°, quando è stato raggiunto l'equilibrio termico con le pareti intubate del perforo. Purtroppo nel corso di questo sondaggio si sono prese poche misure di temperatura: ciò perchè, a causa della piccola differenza tra la temperatura dell'acqua di circolazione e la temperatura al fondo del perforo, era necessario far passare molte ore prima di riscontrare una differenza sensibile tra il valore medio della temperatura dell'acqua di circolazione e quello dell'acqua al fondo del perforo.

Per non intralciare le operazioni di sondaggio, si sono eseguite misure solo in occasione delle sospensioni festive del lavoro.

La variazione delle temperature con la profondità è portata in tav. 1, al diagramma B. Si è ricordato il valore dell'ultima misura di temperatura (presa alla profondità di m 105) con quella riscontrata quando si è incontrata la falda termominerale, dato che certamente le rocce di parete della frattura, sede di circolazione dell'acqua termale, sono in equilibrio termico con l'acqua stessa e che l'influenza della temperatura dell'acqua circolante si fa sentire per alcuni metri all'intorno. Come si osserva nel diagramma di tav. 1 (B), la temperatura aumenta in funzione della profondità secondo i valori normali che vengono attribuiti al gradiente geotermico. La influenza delle acque termominerali si smorza cioè velocemente quando ci si allontana dalle fratture nelle quali esse circolano. Ciò può spiegarsi ammettendo che nei pressi delle zone ove circola l'acqua termale esistano fratture nelle quali

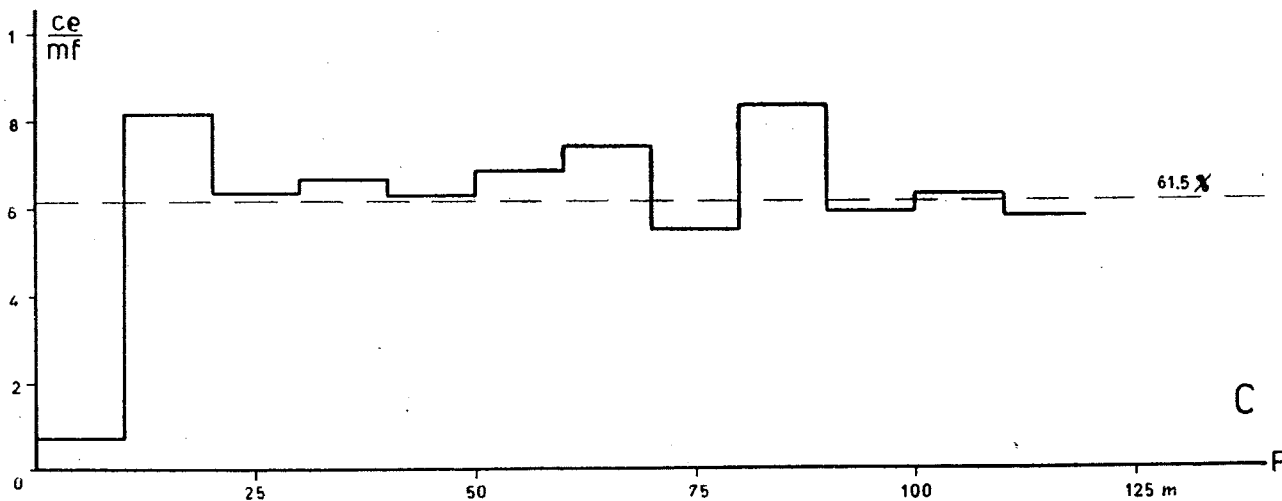
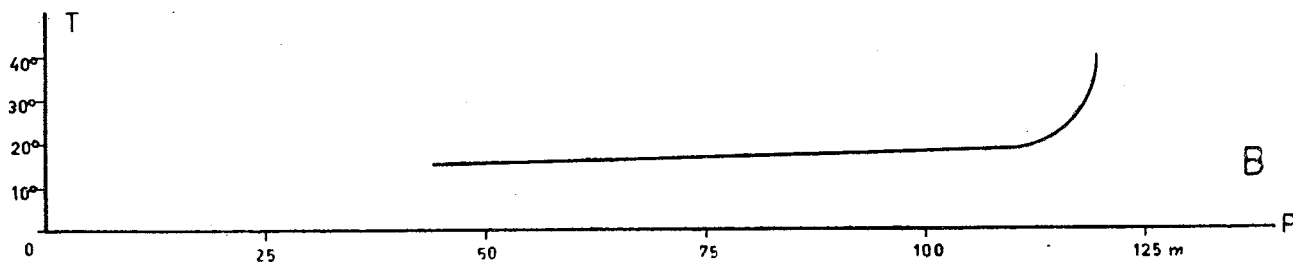
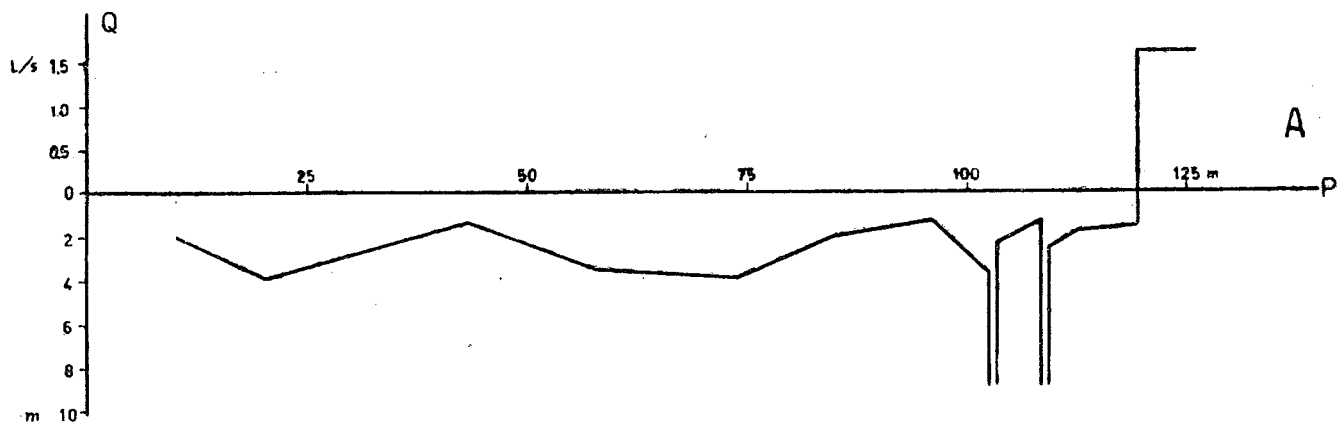


TAVOLA 1. — Valori delle portate e del livello dell'acqua nel foro di sonda (A), delle temperature (B) e del rapporto carota estratta/metri forati (C), per il sondaggio n. 1.

Nelle ascisse sono riportate le profondità, in metri, del foro di sonda.

A — Nelle ordinate positive è riportato il valore della portata dell'acqua termominerale risalente, in l/sec. Nelle ordinate negative è riportata la profondità, in metri, del pelo libero dell'acqua nel foro di sonda. Tra le profondità di m 100 e 110 si è avuto per due volte lo svuotamento completo del foro di sonda.

B — Valori della temperatura T al fondo del perforo tra la profondità di m 50 e m 119,42.

C — Valori del rapporto tra la lunghezza delle carote estratte (ce) ed i relativi approfondimenti del perforo (mf).

Salvo che per il primo tratto di foro, ove si sono attraversati terreni ove praticamente non si carotava, i valori del rapporto ce/mf nei vari tratti considerati si discosta poco dal valore medio.

circola l'acqua superficiale percolante che agisce da refrigerante. Altrimenti per l'influenza dell'acqua termale l'aumento di temperatura con la profondità dovrebbe essere più graduale e non così brusco come si è riscontrato nel caso in esame.

Nel diagramma C di tav. 1 è graficamente rappresentato il rapporto tra la lunghezza delle carote estratte ed i metri perforati. Salvo che per i primi metri, ove il terreno fangoso e detritico non faceva carotare, il valore di tale rapporto oscilla in limiti relativamente ristretti; ciò è dovuto alla natura dei terreni attraversati fino alla profondità di m. 102 e alla assenza di grosse fratture nei calcari attraversati negli ultimi metri di perforo.

#### Sondaggio n. 2.

Mentre nel caso del sondaggio n. 1, salvo per l'attraversamento di zone di frattura con conseguente completa perdita dell'acqua di circolazione, il livello dell'acqua del perforo si è mantenuto costantemente tra 2 e 4 metri sotto il livello del suolo, nel corso del sondaggio 2 il livello dell'acqua ha subito notevoli oscillazioni (v. tav. 2, A).

Il forte abbassamento di livello dell'acqua in corrispondenza della profondità di metri 25 si spiega per la presenza in questa zona, che è certamente al di sopra del livello delle acque sotterranee, di orizzonti molto permeabili (sabbie). Quando si è eseguita la manovra corrispondente alla profondità di m. 111 circa (q. 135,00), si è avuta uscita di acqua termominerale dal foro di sonda; si è misurata una portata molto bassa (0,10 l/sec), ma una temperatura elevata (39°, v. tav. 2 B) ed una prevalenza di m. 0,70. L'andamento delle temperature tra le profondità di m. 80 e m. 110 è molto significativo, perchè conferma che la temperatura del sottosuolo è direttamente influenzata dalla presenza delle falde idriche termominerali. In corrispondenza di q. 135,00 si sono eseguite molte misure di temperatura e portata; si è potuto accertare così la costanza della temperatura dell'acqua in questa zona (39°) e del valore della portata. Tra le profondità di m. 113 e m. 130 si è di nuovo avuto un sensibile abbassamento del livello dell'acqua, imputabile alla presenza anche in questa zona, di orizzonti sabbiosi. A q. 130 si è verificata di nuovo una venuta di acqua termominerale, con portata di 0,25 l/sec e temperatura di 42°: prevalenza m. 0,80. Anche in questo caso, temperatura e portata si sono mantenute costanti nel tempo. Alla profondità di 140 m si è avuto un nuovo abbassamento del livello dell'acqua, dovuto probabilmente alla presenza di piccole fratture nei calcari attraversati in quella zona.

A 158 m di profondità, si è incontrata una nuova falda acquifera termominerale, con portata di 1,30 l/sec, temperatura di 50° e prevalenza di m. 2,50 circa. Anche in questo caso si è riscontrato un brusco aumento della temperatura, che si è poi mantenuta costante, come la portata. Nell'ulteriore approfondimento del sondaggio, si sono incontrate ampie zone di fratture nei calcari, zone indicate dal basso rapporto che ivi si riscontra tra la carota estratta ed i metri forati (v. tav. 2, C); tuttavia non si è riscontrata alcuna variazione nel valore della portata nè in quello della temperatura;

evidentemente tutte le zone di frattura nei calcari, da q. 89 in poi, sono sede di circolazione d'acqua termominerale.

Alla profondità di m. 251,30 (q. -4,24 s.l.m.) si è interrotto il sondaggio, non essendosi riscontrate negli ultimi 90 metri di sondaggio variazioni tali che potessero far prevedere di incontrare falde acquifere di entità maggiore di quelle captate.

A termine sondaggio, si è provveduto ad estrarre 100 m dei tubi di rivestimento del diametro minore impiegato (53 mm); dopo estrazione dei tubi, la portata è salita da 1,30 l/sec a 1,96 l/sec, per le diminuite perdite di carico lungo il percorso (v. tav. 2, A).

#### Osservazioni

Si sono eseguite misure di portata e di temperatura dell'acqua risaliente captata con i due sondaggi, per circa un anno. Non si è riscontrata una sensibile variazione nei valori della temperatura, mentre si sono notate variazioni notevoli delle portate, in connessione con il regime delle precipitazioni; la influenza di piogge di una certa entità, dopo un periodo di assenza di precipitazioni, si fa nettamente sentire, con un ritardo di circa 40 giorni.

Si è potuto così accertare che le falde acquifere termominerali vengono alimentate dalle acque superficiali. Queste vengono riscaldate e mineralizzate da acque o vapori iuvenili, che si mescolano ad esse (13).

L'analisi dell'acqua del sondaggio n. 2 ha dato i seguenti risultati (14):

|  |  |        |      |            |     |            |     |
|--|--|--------|------|------------|-----|------------|-----|
| $pH = 6,3$                                       |  |        |      |            |     |            |     |
| Residuo fisso a 180° . . . . .                   | 3,255 gr. per litro  |        |      |            |     |            |     |
| Durezze espresse in gradi idrotimetrici francesi | <table border="0"> <tr> <td>totale</td> <td>160°</td> </tr> <tr> <td>permanente</td> <td>86°</td> </tr> <tr> <td>temporanea</td> <td>74°</td> </tr> </table> | totale | 160° | permanente | 86° | temporanea | 74° |
| totale   | 160°   |        |      |            |     |            |     |
| permanente                                       | 86°  |        |      |            |     |            |     |
| temporanea                                       | 74°  |        |      |            |     |            |     |
| $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ . . . . .                    | Tracce imponderabili   |        |      |            |     |            |     |
| CaO . . . . .                                    | 0,985 gr per litro   |        |      |            |     |            |     |
| MgO . . . . .                                    | 0,215 » » »  |        |      |            |     |            |     |
| $Na_2O$ . . . . .                                | 0,100 » » »  |        |      |            |     |            |     |
| $K_2O$ . . . . .                                 | (NaCl + KCl = 0,157)   |        |      |            |     |            |     |

(13) Si veda: B. CONFORRO: *Risultati della prima fase di ricerche di forze endogene nel Viterbese*. « L'Ingegnere » 1954. Dato il poderoso sviluppo dell'attività vulcanica quaternaria nella regione in esame, è lecito riguardare la termalità delle acque come dovuta a vapori iuvenili, anche se è molto probabile che nella nostra zona, sotto il Lias, si ritrovi il « Calcare Cavernoso » che, per idratazione della anidride in esso contenuta, potrebbe essere riguardato come causa della termalità delle acque in discorso (vedi TREVISAN L.: *Una nuova ipotesi sull'origine della termalità di alcune sorgenti della Toscana*).

(14) L'analisi è stata eseguita dal Laboratorio Chimico di Scarlino della Soc. Montecatini.

I valori dell'analisi, confrontati con quelli delle analisi riportate nella già citata nota del CONFORRO, mostrano che le caratteristiche di questa acqua sono molto simili a quelle delle acque termominerali del Viterbese.

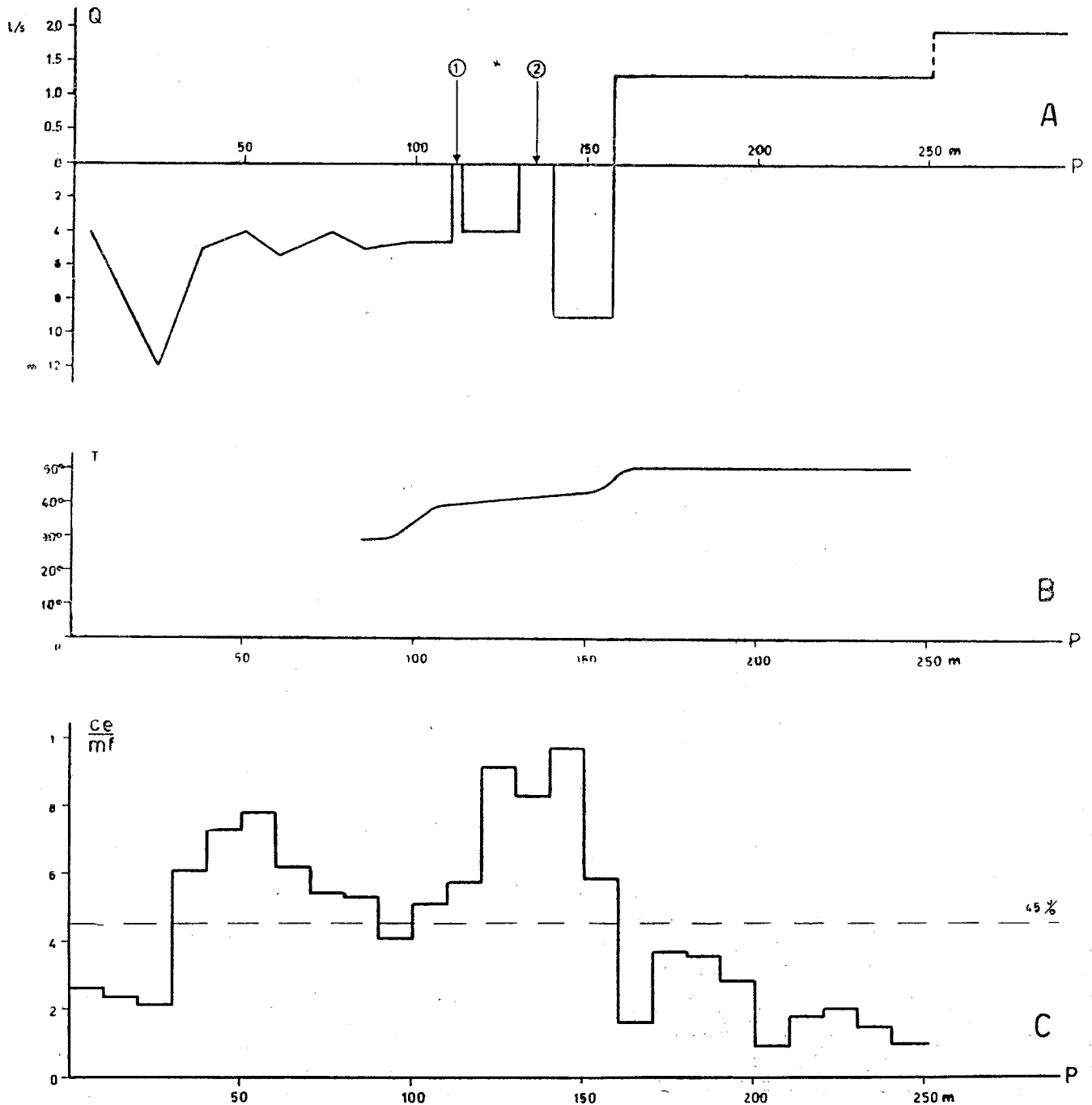


TAVOLA 2. — Valori delle portate e del livello dell'acqua nel foro di sonda (A), delle temperature (B) e del rapporto carota estratta/metri forati (C) per il sondaggio n. 2. Nelle ascisse sono riportate le profondità, in metri, del foro di sonda.

A — Nelle ordinate positive è riportato il valore delle portate dell'acqua termominerale risalente. In corrispondenza delle zone indicate con 1 e 2 si sono misurate portate rispettivamente di 0,10 e 0,25 l/sec. Nelle ordinate negative è riportata la profondità, in metri, del pelo libero dell'acqua nel foro di sonda.

B — Valori della temperatura T al fondo del perforo tra le profondità di 80 e 250 m. Si sono riscontrati bruschi aumenti di temperatura in corrispondenza delle profondità della prima e della terza venuta di acqua termominerale. Tra la profondità di m 111 e di m 150 (corrispondenti alla prima e seconda venuta termominerale) si ha un graduale aumento della temperatura, che indica il raggiungimento di un equilibrio termico tra le rocce e le acque termominerali della prima e della seconda venuta che hanno rispettivamente temperature di 39° e 42°.

C — Valori del rapporto tra le carote estratte (ce) ed i relativi approfondimenti del perforo (mf). In questo caso il valore medio di tale rapporto è notevolmente inferiore a quello relativo al sond. n. 1. Su tale basso valore incide principalmente lo scarso carotaggio ottenuto tra le profondità di 160 e 250 m. Poiché tra tali quote si sono attraversati calcari massicci del Lias, il basso valore del rapporto ce/mf è imputabile alla presenza ivi di numerose zone di frattura. Poiché non si è riscontrata diminuzione della portata dell'acqua termominerale captata alla profondità di 158 m circa quando si è approfondito il sondaggio sino a 250 m, è lecito ammettere che le fratture che interessano il Lias al disotto della profondità di m 158 sono sede di circolazione di acqua.

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| $NH_3$ . . . . .             | <i>Assente</i>     |
| $H_2S$ . . . . .             | <i>Tracce</i>      |
| $Cl$ . . . . .               | 0,039 gr per litro |
| $SO_3$ . . . . .             | 1,520 » » »        |
| $CO_2$ Totale . . . . .      | 0,610 » » »        |
| $N_2O_5$ . . . . .           | <i>Assente</i>     |
| $N_2O_3$ . . . . .           | <i>Assente</i>     |
| $P_2O_5$ . . . . .           | <i>Assente</i>     |
| $SiO_2$ . . . . .            | 0,031 gr per litro |
| Sostanze organiche . . . . . | <i>Assenti</i>     |

Le acque captate sono incrostanti, ma l'azione di deposito del carbonato di calcio non si esplica lungo le pareti dei tubi di rivestimento del sondaggio. Si è potuto constatare infatti che, dopo un anno, i tubi presentano all'interno solo una debole e sottilissima incrostazione nera sulle pareti dei tubi (dovuta probabilmente all'acido solfidrico). Forti incrostazioni si riscontrano invece nelle zone colpite da spruzzi dell'acqua, dopo che è uscita dal tubo; ciò è dovuto al fatto che l'acqua, battendo sul terreno e spruzzando attorno, si degassa e perde  $CO_2$ , con conseguente deposizione di parte del carbonato disciolto.

Si è potuto stabilire con il sondaggio n. 1 che la circolazione delle acque termominerali ha sede in corrispondenza di una frattura che non è in comunicazione con il sistema di fratture che interessano i calcari; infatti, come risulta dal diagramma A di tav. 1, a profondità di poco inferiore a quella alla quale si è incontrata la falda termominerale risalente, si è attraversata una zona di fratture, che hanno causato la perdita totale dell'acqua di circolazione. E' inoltre lecito ammettere che le acque termali interessano due distinti sistemi di fratture (15). Infatti, l'acqua incontrata con il primo sondaggio (temperatura  $40^\circ$ ; prevalenza m 3 circa) ha la stessa temperatura e la stessa prevalenza, tenendo conto della differente quota di inizio dei due sondaggi, della prima acqua termale captata col sondaggio n. 2 (temperatura  $40^\circ$  e prevalenza m 0,70) (16).

I valori della temperatura e della prevalenza della falda incontrata col sondaggio n. 2 alla profondità di metri 158 (temp.  $50^\circ$ ; prevalenza metri 2,50), differiscono sostanzialmente da quelli relativi all'acqua del

(15) Nel Viterbese (vedi CONFORTO B. loc. cit.) si è riscontrato che nei tufi vulcanici circolano acque fredde, al tutto indipendenti dalle acque termominerali che circolano negli stessi terreni. Se questa circolazione indipendente si può stabilire in terreni quali i tufi vulcanici, tanto più facilmente essa può essere realizzata nei calcari fratturati.

(16) Tenendo conto delle quote dei sondaggi (n. 1 = q. 245,98; n. 2 = q. 247,06) risulta che il livello idrostatico della falda incontrata col sond. n. 1 è a q. 247,98 e quello della prima falda incontrata col sond. n. 2 è a q. 247,76.

Poichè l'acqua risale all'incirca dalla stessa profondità e i tubi di rivestimento impiegati nei due sondaggi avevano lo stesso diametro, le quote del livello idrostatico nei due sondaggi si possono ritenere equivalenti.

sondaggio n. 1; il maggiore valore della temperatura dell'acqua incontrata alla profondità di metri 158 col sondaggio n. 2, non è imputabile alla influenza dello aumento di temperatura con la profondità, poichè si è riscontrata costanza della temperatura al fondo del perforo tra le quote 89 e -4,24 (vedi diagramma B, tav. 2).

La prima falda del sondaggio n. 2 si è incontrata in corrispondenza di un orizzonte sabbioso del Pliocene; dalla osservazione della fig. 2, ove sono rappresentati i terreni incontrati con i sondaggi, è agevole riscontrare che tra i due sondaggi deve esistere una faglia (17); penso perciò che la prima falda termominerale incontrata con il sondaggio n. 2 possa essere alimentata dall'acqua della falda incontrata con il sondaggio n. 1, acqua che, risalendo in parte lungo la zona di frattura, si diffonde nello strato sabbioso permeabile in corrispondenza del quale si trova la prima falda del sondaggio n. 2. Questa ipotesi spiegherebbe la somiglianza dei valori della temperatura e della prevalenza delle acque in discorso ed il basso valore della portata della prima falda incontrata con il sondaggio n. 2, imputabile al fatto che l'acqua che la alimenta non circola attraverso fratture, ma filtra attraverso l'orizzonte permeabile sabbioso che essa interessa.

Le caratteristiche della seconda falda incontrata con il sondaggio n. 2 si possono spiegare se si pensa che nella zona sabbiosa nella quale tale falda si è ritrovata può filtrare lentamente parte dell'acqua della terza falda termominerale, che giunge all'orizzonte sabbioso lungo qualche frattura del sottostante Lias, in corrispondenza di una zona ove manchi, come è facile sia verificato, lo strato argilloso che si trova sotto le sabbie.

La temperatura dell'acqua di tale falda ( $43^\circ$ ) si può considerare come dovuta appunto alla mescolanza dell'acqua della prima falda ( $40^\circ$ ) con quella della terza ( $50^\circ$ ).

All'infuori delle sorgenti termominerali della zona dei Bagni e del Prato del Casone, nella regione di Riserva Cinquare non esistono sorgenti, se si prescinde dalle piccole venute di acqua che alimentano i fontanili per l'abbeveraggio del bestiame, acqua raccolta a mezzo di cunicoli drenanti in zone ove la copertura di detrito argillosabbioso si impregna di acqua di pioggia che poi filtra lentamente attraverso gli strati di tali sedimenti. E' inoltre accertato che il livello delle acque sotterranee nella zona è molto basso. Resta quindi da spiegare la risalienza delle acque termominerali captate, dato che è facile valutare che lo scarso contenuto in gas e la temperatura dell'acqua possono influire in maniera molto modesta in tale fenomeno.

In proposito si può fare l'ipotesi che nelle fratture o sistemi di fratture nelle quali circola l'acqua termominerale regni una pressione relativamente elevata, dovuta alle acque o vapori iuvenili che ascendono lungo

(17) Questa faglia è stata d'altronde messa in vista a seguito di una ulteriore serie di misure a maglia ravvicinata nel corso di un secondo rilievo geofisico (col metodo Turam, elettromagnetico) eseguito nella zona dopo che si era riscontrata la presenza di abbondanti tracce di pirite nei terreni attraversati con i sondaggi.



zone di faglia e si mescolano alle acque sotterranee circolanti.

Dalla osservazione dei diagrammi C nelle tavole 1 e 2, si nota una sensibile differenza tra il valore medio del rapporto: carota estratta/metri forati, relativo ai due sondaggi. Lo scarto è netto, con tutto che si sia tenuto conto anche del basso valore di tale rapporto per i primi metri del sondaggio n. 1, ove lo scarso carotaggio è imputabile alla presenza ivi di melma, terreno vegetale, detrito etc., non carotabile. Inoltre nel corso del sondaggio n. 1 gli scarti del valore medio si mantengono di valore modesto, mentre nel caso del sondaggio n. 2 detti scarti sono notevoli.

Le differenze ora dette si spiegano facilmente se si considera che il sondaggio n. 1 ha attraversato in gran parte terreni di riporto del Quaternario e terreni pliocenici, nei quali non sono presenti fratture, mentre il sondaggio n. 2 ha attraversato in gran parte calcari, ampiamente fratturati. Lo scarto fra i detti valori medi si deve inoltre considerare maggiore di quanto non risulti dai diagrammi, se si tien conto del fatto che nel sondaggio n. 1 spesso la natura dei terreni è tale (sabbie, argille sabbiose, etc.), che in essi si « carota » male, cosa che non si verifica nei calcari. Si osserva inoltre che anche nelle zone basse del perforo del sondaggio n. 1, ove si sono attraversati calcari del Lias, essi sono scarsamente interessati da fratture, cosa che si verifica anche per i calcari del sondaggio n. 2 tra le profondità di m 120 e 150. Ciò porta forse una spiegazione alla sensibile differenza di temperatura (10°) tra l'acqua del sondaggio n. 1 e quella profonda del sondaggio n. 2; si può ammettere infatti che l'azione delle acque o vapori iuvenili, risalenti lungo zone di faglia e che circolano più facilmente nelle zone più fratturate, si sviluppi in maggior misura sulle acque circolanti in tali zone che non in quelle ove i calcari sono più compatti.

Come si è accennato, a circa 2 km ad E di Cinquare (zona dei Bagni) esistono due sorgenti termominerali con portata dell'ordine di 1 l/sec e temperatura di circa 39°. Queste sorgenti non sono state sensibilmente influenzate a seguito della captazione dell'acqua con i sondaggi.

Al sondaggio n. 1 si è inoltre eseguita una prova di pompaggio (18), che ha permesso di edurre una portata doppia di quella iniziale per 50 ore. Prima, durante e dopo le prove di pompaggio la temperatura si è mantenuta costante sui 40°. Al termine del pompaggio si sono eseguite alcune misure di portata che hanno fatto constatare un lieve aumento di essa (da 1,60 a 1,71 l/sec); l'aumento è imputabile al fatto che con il pompaggio si è ripulito il fondo del perforo da un po' di argilla e sabbia ivi accumulatesi.

(18) Si è usata una pompa Gabbioneta ad aria compressa, per piccole portate e prevalenza di circa 60 m.

Durante il pompaggio, non si è riscontrata alcuna variazione della portata del sondaggio n. 2. Questa è una ulteriore prova della indipendenza delle falde acquifere captate con i due sondaggi.

## Conclusioni

I sondaggi eseguiti nella zona di Riserva Cinquare hanno permesso di raccogliere dati di un certo interesse, e precisamente:

a) - I sedimenti terziari e quaternari della zona di Riserva Cinquare poggiano su un imbasamento di calcari del Lias superiore, che costituiscono la prosecuzione del Lias affiorante nella zona dei Bagni.

b) - I sedimenti quaternari, di potenza notevole, attraversati con il sondaggio n. 1, poggiano su un banco di sedimenti del Cretacico, a tetto dei calcari del Lias; manca qui il Pliocene, attraversato per oltre 90 metri con il sondaggio n. 2. La netta differenza riscontrata nella serie di terreni attraversati con i due sondaggi posti a distanza di soli 250 metri, è chiaro indice della esistenza di una faglia. Questa è stata segnalata anche dal rilievo geofisico eseguito nella zona; si tratta di una faglia in direzione N-NW, probabilmente una faglia di distensione, con rigetto verso il basso delle zone interessate dal sondaggio n. 2.

c) - Con i sondaggi si sono incontrate due falde acquifere termominerali, l'una a temperatura di 40° l'altra di 50°. L'acqua di tali falde circola in una serie di fratture nei calcari del Lias. Questa serie di fratture, nel caso del sondaggio n. 1, costituisce un « sistema chiuso », nel senso che solo una parte delle fratture presenti nel calcare sono sede di circolazione di acqua, mentre le restanti fratture, essendo al di sopra del livello delle acque sotterranee, restano vuote e sono sede di circolazione di acqua solo quando acque superficiali percolanti scendono ad alimentare la freatica.

d) - Le falde termominerali sono alimentate dalle acque superficiali, riscaldate e mineralizzate per l'incontro con acque o gas iuvenili risalenti lungo zone di frattura.

e) - Le sorgenti termominerali esistenti nella zona (ai Bagni ed al Prato del Casone) e le acque captate con i sondaggi sono connesse con le ultime manifestazioni dell'attività vulcanica della zona. L'imponente sviluppo assunto da venute di acque minerali nel Quaternario è indicato nelle ampie e potenti distese di travertino esistenti nella zona.

f) - L'andamento delle temperature con la profondità mostra che la influenza delle acque calde si fa sentire a breve distanza dalle zone di circolazione e che non è stabilito l'equilibrio termico del sottosuolo; ciò conferma che l'acqua termominerale circola in alcune fratture, che costituiscono un sistema chiuso, e non in tutte le fratture che interessano i calcari.

RESUMÉ: On décrit les formations qui intéressent la zone, dans laquelle on été exécutés les sondages, et les terrains traversés pendant la perforation. Les eaux thermominérales, qu'on a retrouvées avec les sondages, sont génétiquement liées à l'activité quaternaire postvulcanien de la region considérée.

SUMMARY: After a brief description of the geological features of the area interested by drillings, are described the formations encountered during drilling operations. The thermomineral waters found with the drill holes are genetically connected, for their characteristics, with the quaternary postvolcanic activity of the region.

# NOTIZIARIO A. G. I.

## PUBBLICAZIONI PERVENUTE ALL'ASSOCIAZIONE

Sono pervenute all'Associazione le pubblicazioni riportate nell'elenco che segue. In tale elenco sono indicati i numeri di inventario delle pubblicazioni medesime e fra parentesi al termine di ciascuna memoria la classe, alla quale l'articolo appartiene in base alla classificazione adottata nella bibliografia della Rivista.

I Soci potranno rivolgersi alla Segreteria dell'Associazione, Napoli - Via Mezzocannone 16, per ottenere dietro rimborso delle spese, la riproduzione fotostatica delle memorie che interessano. Nella richiesta dovrà essere esattamente indicato il titolo dell'articolo ed il numero di inventario della pubblicazione.

*Inventario n. 1 - SANSONI R.: Sul progetto e la costruzione delle dighe in terra (5). A.B.C., vol. 22, 23, fasc. 5, 6, 1, anno 1953, 1954, pagg. 159-164, 209-213, 33-39.*

*Inventario n. 2 - HELENELUND K. V.: Markstabilitet och markgenombrott med speciell hänsyn till järnvägsbankar i Finland (5). Helsingfors 1953.*

*Inventario n. 3 - Proceedings of the Yugoslav Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering. Ljubljana 1954.*

*LADANJI B.: Classification and Identification of Soils (1). Pag. 7-11.*

*NONVEILLER E.: Shearing Strenght of Coarse-grained Cohesionless Materials (1). Pag. 12-15.*

*SUKLEJ L.: Capacité portante des couches cohésives peu perméables et d'épaisseur limitée (4). Pagg. 16-26.*

*MEISCHEIDER H.: The Bearing Capacity of Spread Foundations on Sandy Soils and the Security Factor of Spread Foundations (4). Pag. 27-30.*

*SOVINC I.: Diagrams for the Approximate Design of Circular Footings Resting on Elastic Ground (4). Pag. 31-33.*

*MEISCHEIDER H. et PANDUROVIC P.: Etude de la compaction du terrain par le battage des pieux Franki (4). Pag. 34-37.*

*LAZAREVIC D. J. and KUJUNDZIC B.: Mechanical Characteristics of Mountain Masses (8). Pag. 38-42.*

*NONVEILLER E.: The Determination of the Deformation of Loaded Rick in Tunnels (8). Pag. 43-46.*

*JANEZIC S.: Plugging of the "Ponors" in the Reservoir of the Hydroelectric Station "Slap Zete" (11). Pag. 47-52.*

*Inventario n. 4 - Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e V.: Vorträge der Baugrundtagung 1953 in Hannover. Hamburg 1953.*

*VEDER Ch.: Betonit-Pfahlwand aus Betonbohrpfählen der Bauart ICOS-Veder (7). Pag. 2-11.*

*BRETH H.: Die Untersuchungen und Messungen für die Staudamm Rosshaupten (5). Pag. 12-22.*

*LEUSSINK H.: Die Genauigkeit von Setzungsberechnungen (4). Pag. 23-38.*

*WIEGMANN D.: Messungen an fertigen Spundwandbauwerken (7). Pag. 39-52.*

(Segue elenco nei prossimi fascicoli)

## RIUNIONI SCIENTIFICHE SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA

Con l'inizio dell'autunno, la Società, continuando la ben nota tradizione, invita i Soci residenti a Roma, o che per avventura vi si trovassero, ad intervenire alle riunioni scientifiche mensili che saranno tenute di sabato, presso la sede sociale, alle ore 16 secondo il calendario riportato di seguito.

La prima di tali riunioni è stata tenuta sabato 5 novembre.

Il Consiglio invita tutti i soci, e specialmente i più giovani, a frequentare tali riunioni per istituire un sempre più ampio e cordiale scambio di notizie e di idee tra i soci e per favorire il maggior affiatamento tra coloro che si interessano ai medesimi problemi.

Inoltre, poichè con la pubblicazione dei volumi 72 e 73 del Bollettino, in distribuzione in questi giorni, è stato ripreso il passo normale per la pubblicazione del nostro periodico, si invitano i soci a inviare alla Società note e memorie per la pubblicazione, assicurando che sarà proceduto il più rapidamente possibile alla stampa.

I soci residenti fuori Roma possono, se credono, inviare i loro lavori in occasione delle previste riunioni scientifiche mensili nelle quali i lavori stessi saranno presentati a cura della Segreteria e passati alla stampa.

Roma, 16 ottobre 1955.

### CALENDARIO DELLE RIUNIONI

| 1955     |          | 1956    |          |       |        |        |        |
|----------|----------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|
| novembre | dicembre | gennaio | febbraio | marzo | aprile | maggio | giugno |
| 5        | 3        | 7       | 4        | 3     | 7      | 5      | 2      |