

ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA
QUARTO CONVEGNO DI GEOTECNICA
Padova, Maggio 1959

LE CONSEGUENZE DI UNA PERFORAZIONE DI SONDAGGIO ATTRAVERSO I LIMI LACUSTRI COSTITUENTI IL FONDO DEL COSTRUIENDO SERBATOIO DI VAL VISDENTE IN COMELICO (ALTO VENETO)

U. CAPRA - G. C. DESTRO (*)

SOMMARIO - La memoria illustra gli inconvenienti derivati da una perforazione di sondaggio di grande diametro a notevole profondità attraverso limi lacustri, e causati da falda idrica in pressione che provocò franamenti e trasporti ingenti di limo. Vengono quindi elencati i tentativi di tamponamento ed i risultati conseguiti.

La Val Visdente, ampia vallata boschiva distesa tra il M. Schiaron ad ovest ed il M. Peralba ad est, è attraversata dal Torrente Silvella ovvero Cordevole di Val Visdente, affluente di destra del Piave.

La parte superiore di essa, che la caratterizza, è formata da una grande conca a fondo pianeggiante, con quota media 1.250, che sale lentamente verso le cime circostanti ed è quasi chiusa, a valle, da un accumulo di materiale detritico di frana e di falda; l'inferiore è costituita invece da una ripida e stretta valle sfociante nel Piave a Ponte Cordevole a quota 1.000.

Queste caratteristiche morfologiche offrono le migliori condizioni per la utilizzazione delle acque del Silvella mediante un serbatoio di notevole capacità (18 milioni di m³) ed a quota elevata ed un modesto percorso di adduzione alla Centrale di utilizzazione.

La realizzazione di un impianto economico richiede uno sbarramento di una altezza di m 45 circa.

La zona che, a prima vista presenterebbe caratteristiche morfologiche adatte per la realizzazione di uno sbarramento, soprattutto per la sua limitata larghezza, è quella costituita dal materiale detritico della frana che ha dato origine ai depositi costituenti il fondo del futuro serbatoio. Ma i materiali detritici non possono dare garanzia di reagire in modo uniforme alle sollecitazioni indotte da una struttura in calcestruzzo del tipo usuale, nè offrono sufficiente garanzia di impermeabilità, anche in relazione alle pressioni che si raggiungeranno col futuro invaso.

Ci si è quindi orientati verso uno sbarramento in terra ubicato a monte della zona franosa e poggiate su depositi argillo-limosi dei quali verrebbe a costituire una ideale continuazione (Fig. 1), senza cioè un diaframma profondo che raggiunga la roccia.

Tale soluzione è favorita dal facile approvvigionamento in sito dei materiali adatti, ma comporta evidentemente l'esigenza di esser certi che tutto il fondo, per così dire, superficiale del serbatoio sia sufficientemente impermeabile.

Occorreva quindi un esame vasto ed accurato del manto che riveste il serbatoio in guisa da accertarne la sicura continuità e da escludere eventuali fughe d'acqua attraverso strati permeabili sottostanti o aggiranti lo sbarramento.

La conformazione geologica della valle, che come si è detto è costituita da una ampia conca scavata in rocce svariate e ricoperta da un notevole mantello di argille di tipo lacustre in cui il torrente ha aperto il suo alveo lasciando sui fianchi delle terrazze, dovrebbe dare sufficiente garanzia per la tenuta del serbatoio costituito entro questi depositi argillosi naturalmente impermeabili.

Tuttavia la vasta coltre di vegetazione non consente un accertamento diretto della loro continuità e per questo si è previsto un adeguato complesso di sondaggi lungo l'asta principale e quelle secondarie del serbatoio, e sulle sponde in prossimità dello sbarramento, oltre ad esplorazioni dirette mediante trincee, cunicoli etc. nella zona maggiormente interessata dalla diga.

Scopo principale dei sondaggi lungo le aste del torrente e dei suoi affluenti era di indagare oltre che sulla potenza e sulle caratteristiche di impermeabilità dello strato costituito dai limi lacustri anche sulla estensione del deposito alluvionale sottostante, in modo da poter definire, con l'ausilio degli altri sondaggi, le effettive condizioni di tenuta del serbatoio (Fig. 2).

Le caratteristiche dimensionali e le modalità di esecuzione delle perforazioni sono state stabilite in modo da poter ricavare, unitamente agli usuali dati forniti dalle perforazioni, anche notevoli campioni dei materiali attraversati da sottoporre ad opportune prove.

(*) Dott. Ing. U. CAPRA e Dott. Ing. G. C. DESTRO del Servizio Costruzioni Idrauliche della S.A.D.E.

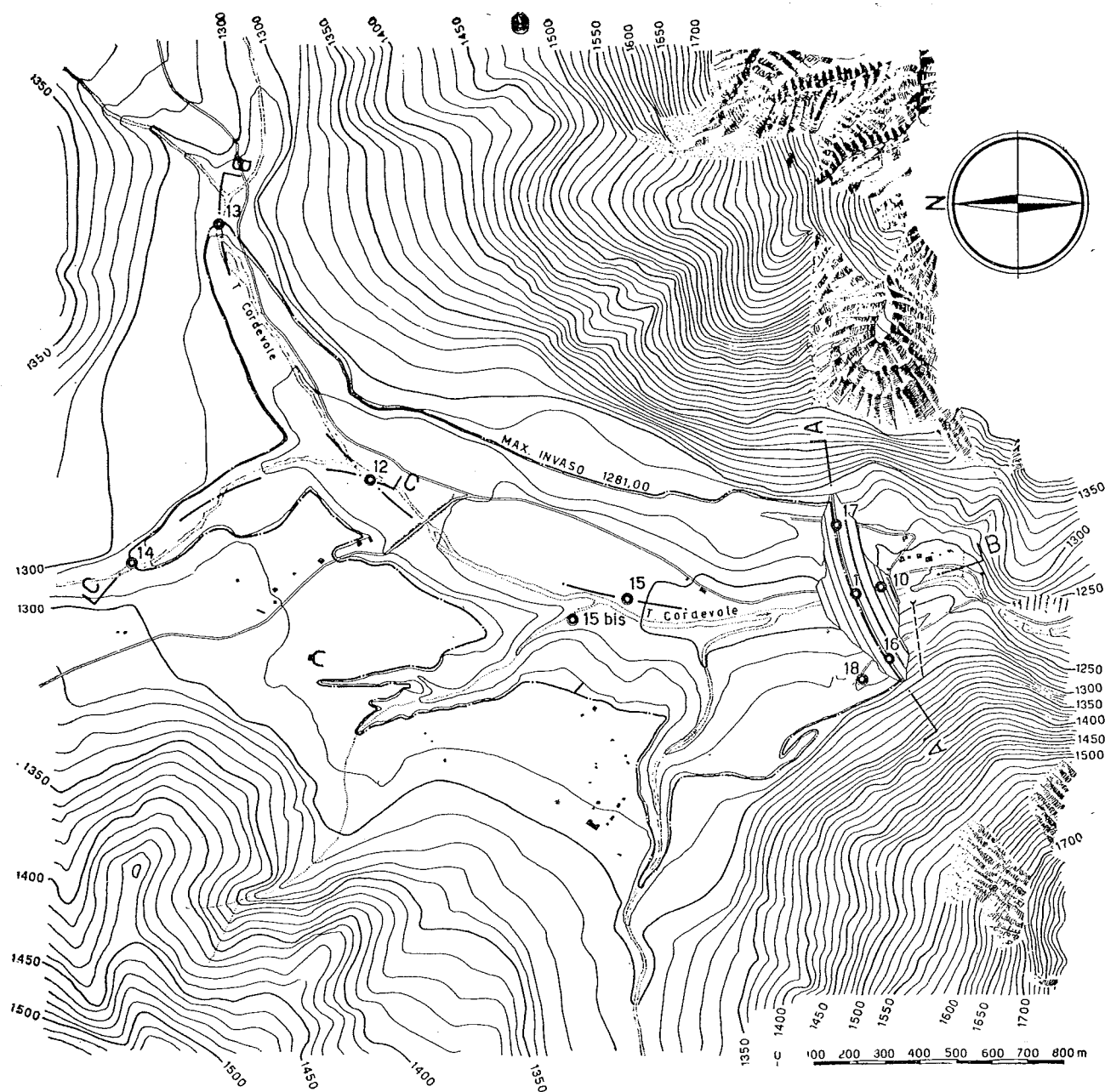


Fig. 1 - Planimetria del serbatoio.

La campagna dei sondaggi ha avuto inizio nell'agosto 1956 col foro N. 10.

Dai risultati delle prime perforazioni si è potuto dedurre che il fondo valle, fino a circa 640 m a monte della zona della diga, è costituito da uno strato praticamente impermeabile avente la potenza di una sessantina di metri.

Sotto questo strato si trova un deposito di ghiaia e sabbia dello spessore di circa 15 m contenente acqua in pressione.

Il livello statico di tale falda è circa a quota 1.280 e cioè circa 30 m superiore al piano di campagna.

Procedendo verso monte il banco impermeabile si presenta meno omogeneo per numerose intercalazioni di stratificazioni leggermente permeabili e ciò anche al di sopra della quota media del deposito di ghiaia e sabbia; conformazione spiegabile se si considera che

i depositi del materiale più fino e quindi più facilmente trascinalabile sono quelli accumulati in vicinanza della frana detritica.

Il complesso dei rilevamenti a mezzo dei sondaggi è chiaramente rappresentato dalla Figura 2) che indica anche le probabili sezioni geologiche.

Nella esecuzione di alcuni fori si ebbe a riscontrare la facilità di trasporto dei limi lacustri da parte dell'acqua della falda sottostante alla coltre impermeabile. Nulla però faceva prevedere le disastrose conseguenze raggiunte nella esecuzione del foro N. 15.

Infatti, il foro N. 10 aperto in asse del torrente in corrispondenza della diga e dove appunto i limi risultavano i più minuti — foro che attraversò il banco impermeabile per uno spessore di m. 120 addentrandosi successivamente nelle ghiaie per altri m. 25 — non diede luogo ad asportazione di materiali solidi.

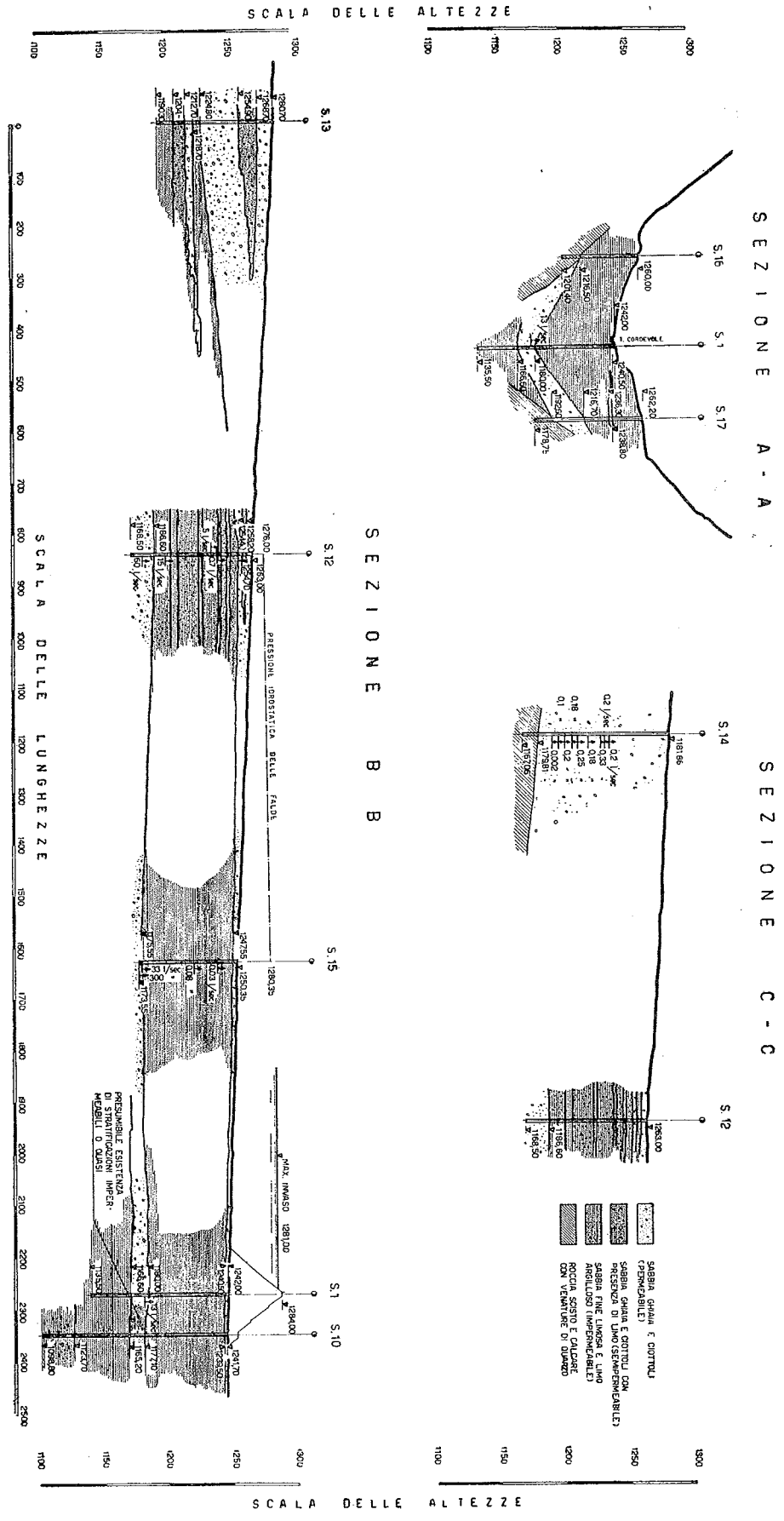
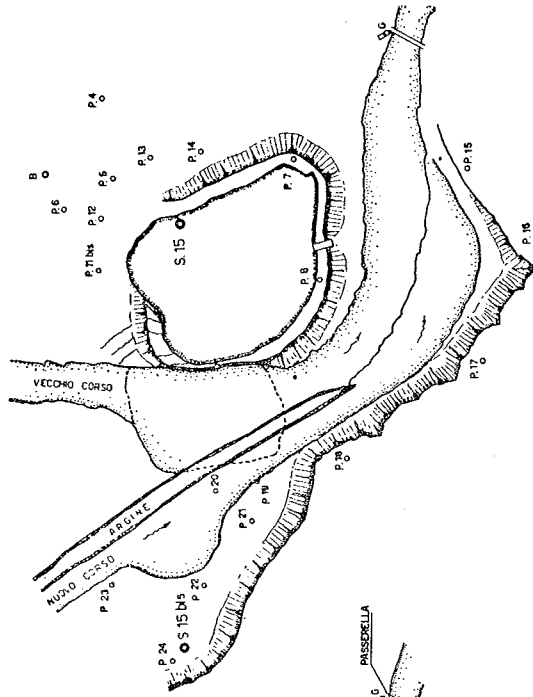
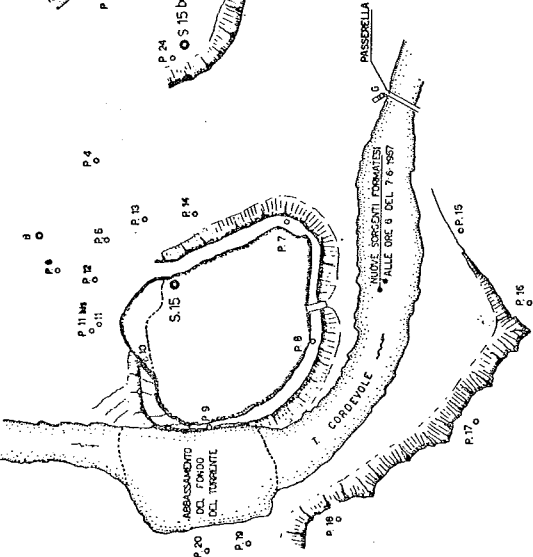


Fig. 2 - Profili dei sondaggi geognostici.

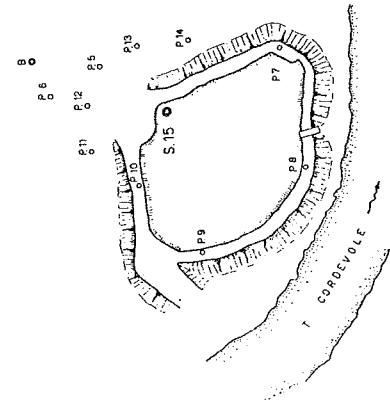
SITUAZIONE AL 9 - 7 - 1957



SITUAZIONE AL 8 - 6 - 1957



SITUAZIONE AL 14 - 5 - 1957



SITUAZIONE ATTUALE

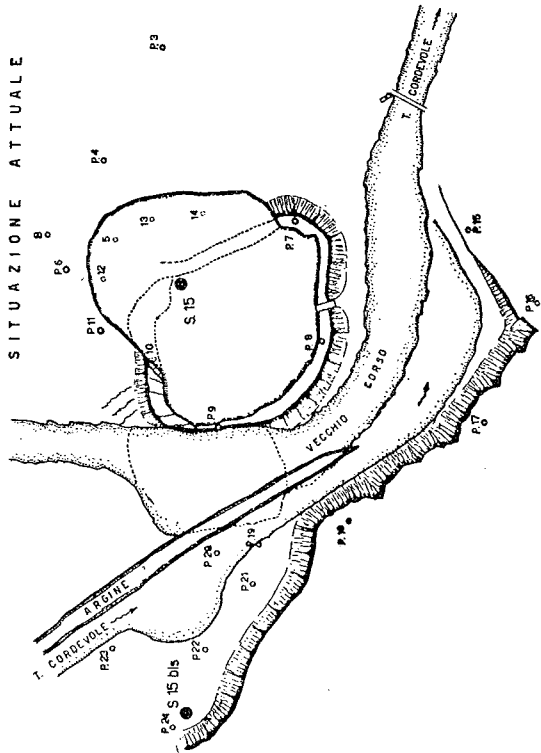


DIAGRAMMA DEGLI ABBASSAMENTI DEI PICCHETTI

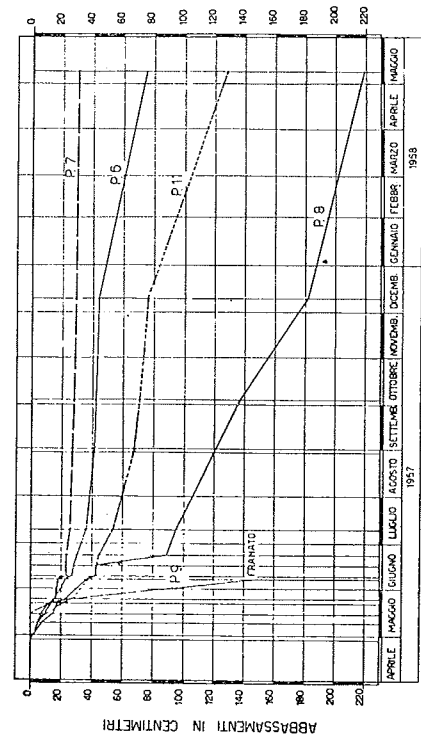


Fig. 3 - Cronistoria delle voragini provocate dal sondaggio 15.

Con ogni probabilità il fatto fu dovuto alla esistenza nei depositi alluvionali di alcuni banchi argillosi che ne ridussero notevolmente la permeabilità.

I primi seri inconvenienti si ebbero a rimarcare col sondaggio N. 12. Raggiunto lo strato permeabile si manifestò, attraverso la colonna di perforazione, una fuoriuscita di acqua della portata di 60 l/sec con un modesto trasporto solido; dopo alcuni giorni di

lavoro che ormai si rivelava inutile anche per lavori di tamponamento.

I rimedi ai quali subito si ricorse furono i seguenti. Si cercò dapprima di creare attorno alla voragine un bacino di decantazione di sufficiente ampiezza in modo da consentire il deposito del limo asportato lasciando defluire l'acqua proveniente dalla falda (Foto N. 1).

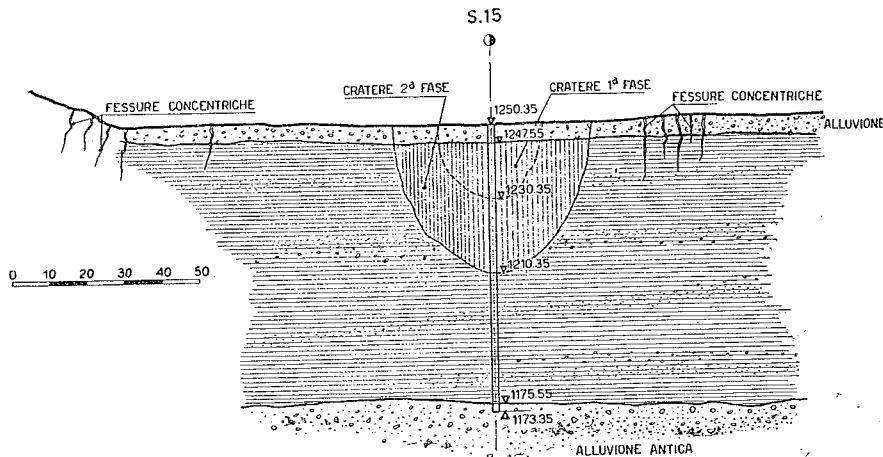


Fig. 4

sospensione del lavoro si verificò un abbassamento del terreno nella zona circostante per un diametro di una decina di metri e per una profondità di circa 5 m.

Con tale assestamento il fenomeno venne a cessare e fu possibile il recupero del macchinario.

La perforazione del foro 15 si svolse regolarmente

Esso fu realizzato mediante un argine a pianta circolare del diametro di circa 100 m ed un canale di sfioro. La portata che non accennava a diminuire, come si sperava avvenisse per naturale assestamento in analogia a quanto era avvenuto per il foro N. 12 e la finezza del limo trasportato oltre l'argine (v.

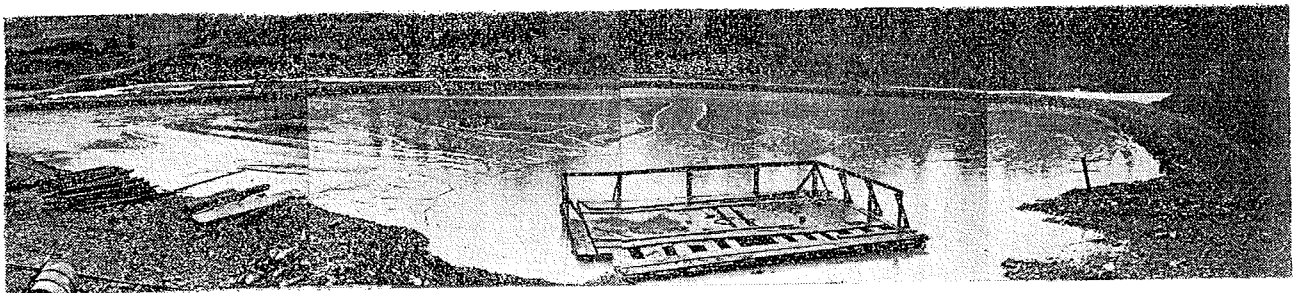


Foto 1 - Bacino di decantazione.

attraversando limi completamente impermeabili per una profondità di m 75.

A tale profondità si ebbe un passaggio dai limi ai depositi ghiaiosi; la portata uscente dalla colonna fu inizialmente di 100 l/sec ed il trasporto solido si rilevò dell'ordine di 15 gr/litro.

Il disturbo dell'equilibrio naturale fu così rilevante che l'acqua si aprì un varco anche esternamente alla colonna di perforazione dando origine in pochi giorni alla formazione di un vero e proprio cratere che raggiungeva al piano del terreno il diametro di m 15 (Fig. 4).

Di fronte a tale fenomeno venne presa la decisione di ricuperare l'attrezzatura di perforazione e la co-

Tab. seg.) dimostrarono dopo alcuni giorni la inutilità di tale dispositivo.

TABELLA DELLE VELOCITA' DI CADUTA

%	Diametro mm	Velocità di caduta mm/sec
20	0,000 ÷ 0,005	0,01
30	0,005 ÷ 0,010	0,05
25	—	0,2
25	—	< 0,2

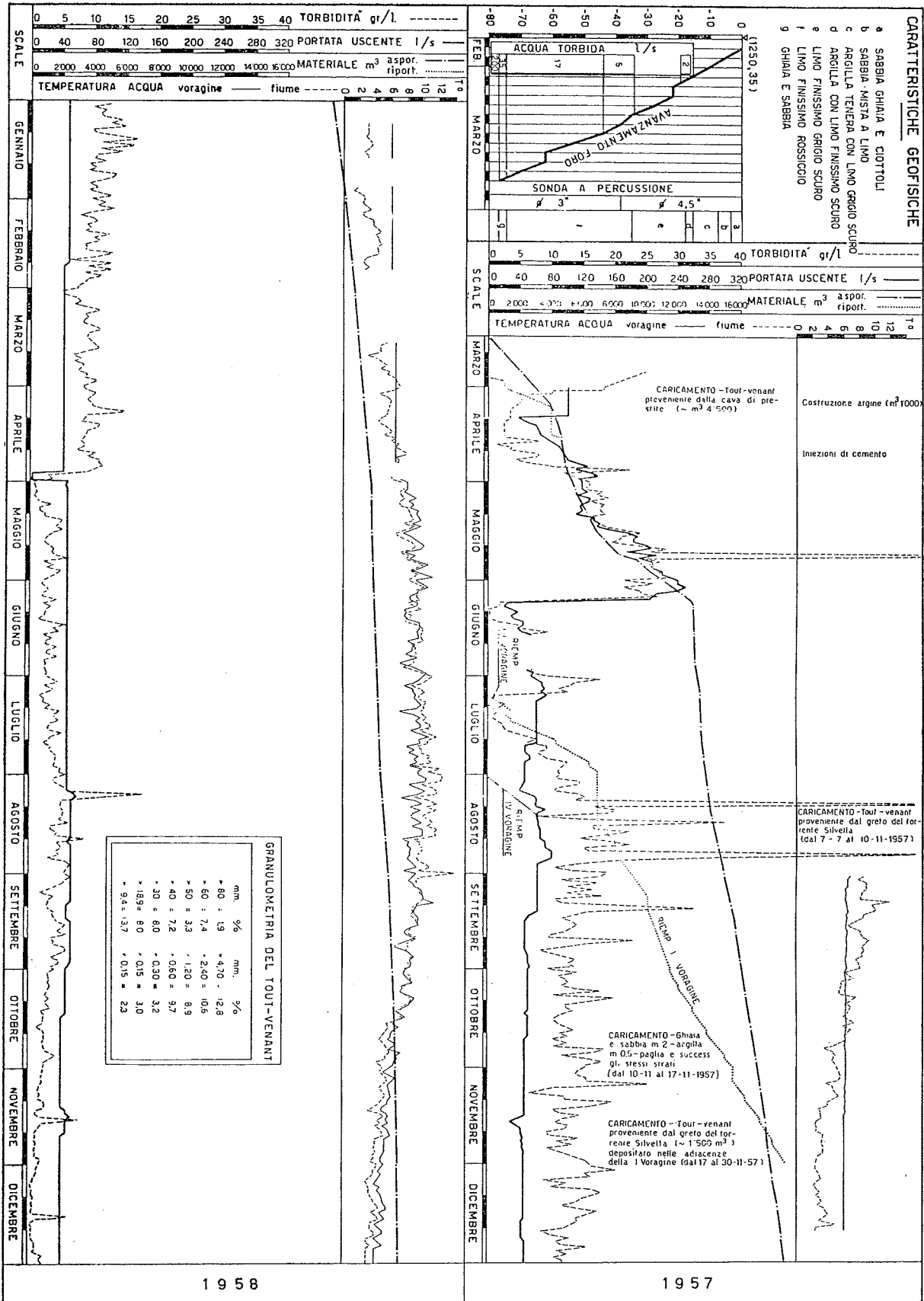


Fig. 5 - Diagrammi rappresentativi del fenomeno.

Nel frattempo la quantità di materiale asportato diede origine al formarsi di notevoli fessurazioni nel terreno con andamento pressoché concentrico al foro ed attraverso le quali la falda in pressione trovò nuovi sfoghi (Foto N. 2).

Fu questo il momento più preoccupante della situazione: si ebbe la netta impressione di aver innescato un fenomeno che poteva progredire rapidamente interessando buona parte della conca.

Venne di conseguenza presa immediatamente la decisione, indipendentemente da qualsiasi altro sistema di bonifica, di arrestare l'estendersi dell'inconveniente mediante il riporto quotidiano di materiale in quantità almeno pari a quella che veniva asportata dalle acque sotterranee (vedi diagrammi rappresentativi del fenomeno Fig. 5).

Con adeguati mezzi si procedette al riempimento delle principali voragini col materiale che si poteva facilmente approvvigionare e cioè con le alluvioni del torrente costituite da ghiaia e sabbia piuttosto grossa.

I risultati in un primo tempo furono invoglianti tanto che si procedette anche alla cementazione dei tamponi così creati, infiggendo in essi una tubazione che permetteva il drenaggio dell'acqua in pressione ed iniettando cemento esternamente alla tubazione stessa.

La riuscita non fu purtroppo felice poiché non appena la massa raggiungeva un minimo di compattezza così da opporre un ostacolo al flusso delle acque, la sua resistenza era vinta dalla pressione della falda.

Altra soluzione prospettata fu quella di diminuire la pressione della falda mediante il suo drenaggio a mezzo di altri pozzi da ricavarsi nell'alveo a quote superiori del livello della falda. Da tali pozzi l'acqua avrebbe dovuto essere estratta o con pompe o uscire per sifonamento.

L'incertezza sulla possibilità di riuscita di tale drenaggio derivava dal fatto che le zone « sicure » venivano a distare notevolmente da quelle danneggiate.

Un primo foro (15 bis) spinto alla profondità di m 32 rivelò una leggera uscita di acqua all'esterno della colonna per cui venne senz'altro cementato ed abbandonato.

A questo punto venne adottato il principio di ricaricare la voragine, anziché con materiale ghiaioso con materiale che avesse una consistenza plastica ed offrisse nel contempo una maggiore impermeabilità.

Si procedette perciò al riempimento mediante strati successivi costituiti da ghiaia per 2 m circa, da argilla per m 0,50 ed infine da paglia. Una volta eseguito l'ulteriore strato di materiale ghiaioso il tutto veniva costipato e vibrato con il passaggio di un trattore del peso di tonn 15.

Il caricamento richiese circa una settimana ed un migliaio di m³ di materiale.

I risultati raggiunti furono abbastanza soddisfacenti: il trasporto solido scese da 15 a 11 gr/litro.

Il sopraggiungere della stagione invernale e l'incer-

tezza di riuscita anche di tale sistema che venne a risultare assai oneroso (deviazione del torrente per tratti di 400 m, etc. oltre alla provvista dei materiali) consigliarono la sospensione in attesa anche di seguire per un lungo periodo l'andamento del fenomeno una volta che il principale pericolo sembrava scongiurato.

Dall'esame delle portate si può riscontrare come particolarmente nei primi tempi ma anche nelle ultime fasi ci siano dei periodi in cui i crateri tendono ad intasarsi: la portata diminuisce quasi improvvisamente per qualche giorno. Successivamente il tampone creato dalla frana delle sponde viene vinto dalla pressione della falda e la fuoriuscita riprende con maggiore entità ed irregolarità fino a raggiungere un nuovo equilibrio dinamico.

La situazione ad un anno dal termine dei lavori fa rilevare che, dopo un primo riacutizzarsi del fenome-

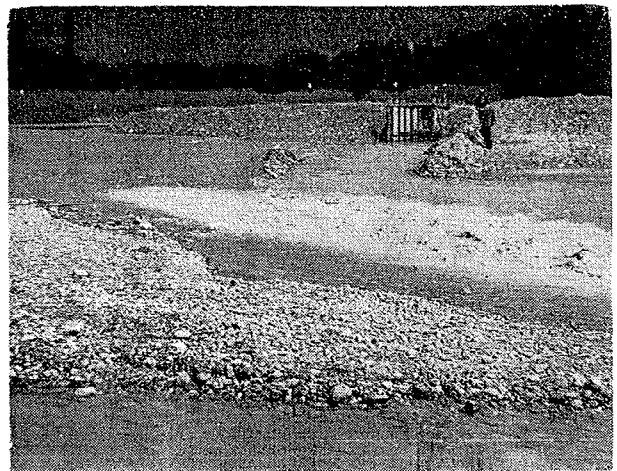


Foto 2 - Sorgenti secondarie nell'alveo del torrente

no, questo ha accennato a stabilizzarsi sia come portata liquida che come trasporto solido.

Interessante è il confronto delle temperature dell'acqua uscente dalla voragine con quelle del torrente Cordevole; si nota che:

a) fino all'aprile '58 mentre quelle del torrente seguono un andamento analogo a quello ambientale, la temperatura della voragine rimane pressoché costante e dell'ordine di 6°;

b) dai primi di maggio in poi anche per la voragine si hanno variazioni di temperatura analoghe a quelle del torrente (alla data sopraccennata si è avuto un netto abbassamento della torbidità).

Sembra inoltre che il materiale che viene asportato crei un abbassamento pressoché uniforme del torrente nelle zone circostanti (vedi andamento della livellazione) ma non dia adito alla formazione di pericolosi franamenti localizzati attraverso i quali potrebbero manifestarsi nuovi gravi inconvenienti.

Tai di Cadore, li 15 gennaio 1959.

SUMMARY - The paper illustrates the inconveniences resulting from a deep, large-diameter test boring through lacustrine sediment, as a consequence of a pressure water bearing stratum which caused landslips and considerable silt displacements. The plugging attempts and the results obtained are reported.

SOMMAIRE - Les auteurs illustrent les inconvénients dérivés d'un sondage profond et de grand diamètre à travers des sédiments lacustres et causés par une couche hydrique en pression qui a produit des éboulis ainsi que de considérables déplacements de sédiments. On décrit ensuite les tentatives de tamponnement et leurs résultats.