

ACCERTAMENTI IDROLOGICI NELLA RICERCA DI ACQUE SOTTERRANEE E IDONEITA' DEI VARI SISTEMI DI PERFORAZIONE (*)

L. ZORZI (**)

SOMMARIO: Vengono messe in evidenza l'importanza e la necessità di accertare, con la massima cura ed impiegando mezzi adeguati, le caratteristiche idrologiche delle falde rinvenute, specie quando si tratta di ricerche geoidrologiche che si eseguono per rilevare le risorse idriche sotterranee disponibili per la trasformazione irrigua di vasti territori

Si esaminano le possibilità che i sistemi di perforazione a percussione ed a rotazione offrono, nelle diverse condizioni ambientali, per l'esecuzione di questi accertamenti e si accenna anche alle varie ragioni che provocano le divergenze di opinioni in merito.

Nella ricerca di acque sotterranee è necessario accertare le caratteristiche delle falde che si rinvencono: oltre allo spessore ed alla struttura delle varie formazioni acquifere, bisogna rilevare le quote piezometriche, le quantità e la qualità delle falde.

L'acquisizione di tutti questi dati geoidrologici è, senz'altro, di notevole interesse nelle ricerche locali che si effettuano per soddisfare specifiche e definite esigenze potabili, industriali o irrigue, ma assume una importanza ancora molto maggiore nelle indagini che si eseguono su vasti territori al fine di accertare le risorse idriche sotterranee disponibili per una trasformazione irrigua di ampie superfici. I più recenti orientamenti produttivistici, scaturiti dalle nuove esigenze di mercato, richiedono infatti sempre maggiori quantitativi di acqua da destinare alla irrigazione, per cui, essendo gran parte delle risorse idriche superficiali già impegnate, si fa sentire sempre più impellente il bisogno di ricercare le acque del sottosuolo. La cui utilizzazione risulta anche, fra l'altro, generalmente più economica di quella delle acque di superficie (si pensi all'alto costo degli invasi ed al pericolo degli interrimenti, al notevole sviluppo delle reti di adduzione ed ai manufatti speciali connessi) e non richiede neppure, da parte dello Stato, l'impiego iniziale di grossi capitali, in quanto può svilupparsi con più gradualità e con una maggiore partecipazione dell'iniziativa privata mano a mano che l'ambiente, soprattutto quello umano, risulta pron-

to a ricevere ed a sfruttare l'acqua nel migliore dei modi. E', quest'ultimo, un fattore del massimo interesse che sollecita l'integrale sfruttamento di tutte le acque sotterranee disponibili.

Ma poiché si può prevedere sin d'ora che ovunque le richieste d'acqua supereranno, fra non molto, i quantitativi disponibili, la necessità di una pianificazione delle utilizzazioni che assicuri il più razionale ed organico sfruttamento delle risorse idriche sotterranee si fa sentire non solo nelle zone ove gli emungimenti hanno già raggiunto, o stanno per raggiungere, i massimi possibili, ma anche laddove le utilizzazioni sono solo agli inizi.

La possibilità offerta dai moderni macchinari di ricercare e pompare acque sempre più profonde apre nuove prospettive ma impone, nel contempo, indagini sempre più attente e complesse che consentano di individuare, oltre alle caratteristiche quantitative e qualitative locali delle acque rinvenute, quelle più generali delle falde viste nel loro insieme e le molteplici influenze che un pompaggio spinto a certi limiti può avere su di esse e su altre manifestazioni acquifere anche di territori limitrofi; risulta, altresì, indispensabile raccogliere tutti quei dati che sono necessari per poter fare delle attendibili previsioni sulla reale consistenza delle masse acquifere sotterranee e per fissare le modalità di captazione e di emungimento più idonee.

La trasformazione irrigua di vaste superfici impegnate tutti i settori della economia locale, per cui deve essere affrontata e sviluppata con la massima cautela, lasciando il meno possibile all'imprevisto ed al caso che, nella ricerca ed utilizzazione delle acque sotterranee hanno, già di per se, un'influenza notè-

(*) Comunicazione presentata al *Symposium dell'A.I.H.S.*, Atene, ottobre 1961.

(**) Dott. Ing. Leopoldo ZORZI, Membro della *Commissione Italiana dell'Idrologia Scientifica* del C.N.R.

vole. Perciò, le indagini geoidrologiche devono essere condotte con molta serietà e cura soprattutto nella fase preliminare di investigazione ma devono poi essere proseguite, con uguale impegno, anche durante il graduale sfruttamento.

Fra i molteplici rilievi, quello che forse richiede le strumentazioni più laboriose e pazienti, con conseguente impegno di denaro e tempo, è l'accertamento delle caratteristiche idrologiche delle diverse falde che si rinvencono durante la perforazione dei pozzi di ricerca; le osservazioni geologiche di superficie, i sondaggi geognostici, i rilievi geofisici, sono preliminari e complementari a questo accertamento che costituisce la base della ricerca.

Può sembrare strano, ma proprio queste osservazioni e misurazioni più importanti ed essenziali vengono spesso trascurate o eseguite con modalità ed attrezzature non adatte; soprattutto, non si tiene presente se il sistema di perforazione da impiegare è idoneo, o meno, per consentirne l'esecuzione in quelle determinate condizioni geoidrologiche.

E' di questo particolare problema che noi vogliamo, qui, trattare esaminandone i diversi aspetti.

Com'è noto, la perforazione dei pozzi di ricerca può eseguirsi con due sistemi: a percussione o a rotazione.

Il sistema più antico è quello a percussione, ma nella tecnologia moderna viene decisamente preferito il sistema a rotazione, con il quale si possono raggiungere più agevolmente maggiori profondità ed ottenere avanzamenti molto più rapidi.

La sostanziale differenza fra i due sistemi, nei riflessi della possibilità di effettuare gli accertamenti idrologici sulle falde interessate, sta nel fatto che con il sistema a percussione si avanza impiegando tubazioni di rivestimento provvisorio che seguono l'attrezzo di perforazione per evitare il franamento del foro, mentre, con il sistema a rotazione, ciò si ottiene effettuando una circolazione forzata di acqua, o di «fango», o di aria compressa, che mantiene una pressione sulle pareti. Pertanto, impiegando la percussione, le formazioni circostanti il foro restano pressoché indisturbate, in quanto sopportano solo l'azione meccanica di scavo, mentre, con la circolazione di fluido della rotazione si provoca un intasamento delle formazioni permeabili. Come è facile intuire, ciò ha una influenza determinante sulla possibilità di eseguire gli accertamenti idrologici.

Prendiamo, ad esempio, in esame una ricerca di falde acquifere in formazioni tipiche, costituite da ghiaie e sabbie intercalate ad argille secondo lo schema della Fig. 1.

Con il sistema a percussione, appena raggiunta la quota a_1 si noterà la prima manifestazione acquifera A e l'acqua, nel foro, si stabilizzerà ad un certo livello a corrispondente alla sua quota piezometrica; proseguendo la perforazione si interesserà tutto il materasso acquifero fino alla profondità a_2 e, sondando con la «cucchiaia», si potrà estrarre una buona campionatura della formazione. A questo punto si ritireranno le tubazioni di rivestimento provvisorio impiegate nella perforazione in modo da lasciare scoperto il tratto $a_1 a_2$; se il materasso acquifero è co-

stituito da formazioni sciolte il foro potrà anche franare nella parte scoperta, ma ciò non pregiudicherà la possibilità di effettuare gli accertamenti idrologici. Collocando nel foro una pompa adeguata, si potrà eseguire la prova di emungimento e rilevare le caratteristiche idrologiche della falda rinvenuta: la variazione della depressione del livello in dipendenza dei diversi emungimenti, la durata delle stabilizzazioni del livello, l'eventuale variazione della temperatura e delle caratteristiche chimiche dell'acqua durante il pompaggio ecc. Acquisiti questi elementi, si riprenderà la perforazione, riprofondando l'eventuale parte franata in conseguenza del ritiro delle tubazioni.

Allorché, seguendo l'attrezzo di perforazione, le tubazioni di manovra saranno state spinte nella formazione impermeabile, oltre la quota a_2 , l'acqua della falda A non potrà più entrare nel foro.

Raggiunta la profondità b_1 , si avrà la manifestazione della falda B e l'acqua nel foro si stabilizzerà al suo livello piezometrico b ; prelevando con la massima cura i campioni stratigrafici della nuova formazione acquifera, la perforazione proseguirà sino alla profondità b_2 . Anche qui, si ritireranno le tubazioni di manovra fino alla quota b_1 , per scoprire le formazioni acquifere e si potranno eseguire gli accertamenti idrologici per rilevare le caratteristiche della falda B, terminati i quali si riprenderà la perforazione.

Quando le tubazioni di manovra si saranno attestate nella formazione impermeabile oltre la quota b_2 , anche le acque della falda B non entreranno più nel foro.

Raggiunta la profondità c_1 , si manifesterà la nuova falda C sulla quale si potranno ripetere le stesse strumentazioni eseguite nelle falde sovrastanti.

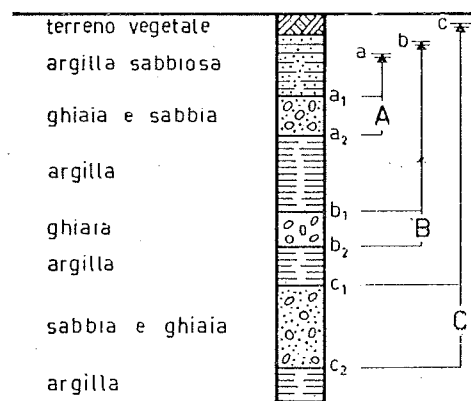


Fig. 1

In presenza di particolari condizioni geostratigrafiche, si potranno facilmente collocare in opera, per effettuare gli accertamenti idrologici, delle tubazioni con filtri in corrispondenza delle formazioni acquifere, ponendole nel foro prima di procedere al sollevamento delle tubazioni di rivestimento provvisorio per scoprire la falda; il ricupero di queste tubazioni al termine dell'accertamento, e prima di riprendere la perforazione, sarà agevole in quanto esse risulteranno

no esposte alla presa dei terreni per i pochi metri di spessore del materasso acquifero.

Effettuando queste osservazioni e misure, si potranno conoscere i dati geoidrologici delle singole falde rinvenute; oltre a poter stabilire quali di queste manifestazioni acquifere convenga sfruttare, in relazione alla portata, al livello, alla qualità delle acque, si saranno raccolti anche elementi (quota piezometrica, dati stratigrafici ecc.) che consentiranno di correlare i dati locali con quelli acquisiti in altre zone in modo da poter avanzare dei giudizi sulle caratteristiche geoidrologiche generali del territorio in esame.

Esaminiamo, ora, se e come si possono effettuare gli stessi accertamenti idrologici impiegando il sistema a rotazione.

Come già si è detto, con questo sistema non si usano, normalmente, tubazioni di rivestimento provvisorio: le pareti del foro vengono mantenute dal flusso ascendente del fluido che si immette in pressione sul fondo del pozzo, attraverso l'attrezzo di trivellazione, per poter portare in superficie i detriti della perforazione.

Raggiunta la quota a_1 si manifesterà la falda A ; per proseguire la trivellazione bisognerà aumentare la pressione del fluido nel tentativo di ripristinare il flusso sino in superficie, il che provocherà necessariamente un intasamento della formazione acquifera; oppure, se ciò non risulterà possibile per un'eccessiva permeabilità delle formazioni, si tenderà a mantenere nel pozzo una colonna di « fango » sufficientemente pesante per mantenere le pareti, ed anche in questo caso sarà inevitabile un loro intasamento.

E' evidente come in tali condizioni non sia possibile rilevare alcuna delle caratteristiche idrologiche delle falde rinvenute e come non possa essere buona la campionatura delle formazioni che si ottiene.

Per effettuare prove di emungimento bisognerà, raggiunta la quota a_2 , mettere in opera una tubazione con filtri in corrispondenza del tratto $a_1 a_2$ ed effettuare prima dell'accertamento idrologico uno spurgo per disintasarla la formazione acquifera; non sarà facile ripristinare le condizioni primitive di permeabilità e resterà il dubbio che i dati che si andranno a rilevare non siano esattamente quelli caratteristici della falda in sito. A meno che non si sia in presenza di una falda ricca che il fluido di perforazione non è riuscito ad intasare, ma in tal caso la perforazione a rotazione presenterà notevoli difficoltà tecnologiche e l'impiego del sistema risulterà assai oneroso.

Finito l'accertamento idrologico, si avranno due possibilità: o ritirare le tubazioni con filtri poste in opera, sempre che ciò sia possibile e le tubazioni non risultino bloccate nel foro, oppure lasciare in opera le tubazioni e proseguire la trivellazione con un diametro ridotto.

Interessata la nuova falda B , si dovrà ripetere l'accertamento idrologico, previo spurgo, collocando in opera una tubazione con filtri in corrispondenza del tratto $b_1 b_2$. Qualora si sia lasciata in opera la tubazione posta per il primo accertamento, nel foro affluiranno le acque della falda A e della falda B , per cui l'accertamento idrologico che si farà non potrà rilevare i dati caratteristici nella sola falda B ; ciò sarà

invece possibile se si estraggono le tubazioni con filtri prima di proseguire la perforazione, ma va tenuto presente che il loro recupero risulterà sempre più difficile mano a mano che si opererà a maggiore profondità e che oltre i 50-60 mt esso non risulterà addirittura più possibile.

In tal caso, ove si volesse escludere, in sede di utilizzazione del pozzo, qualche falda, bisognerà procedere a laboriose strumentazioni di cementazione mentre se, per risultati troppo modesti, il foro dovesse essere abbandonato, si sarà costretti a perdere parte delle tubazioni poste in opera.

Il sistema a rotazione presenta, altresì, eccessive difficoltà nella perforazione di formazioni sciolte, franose, o di trovanti, per cui non può essere impiegato in presenza di simili materiali; infatti, si renderebbe necessario il graduale rivestimento del foro, con riduzione progressiva del diametro di perforazione, e potrebbero risultare indispensabili strumentazioni di cementazione e riperforazione, con il che si verrebbero a perdere tutti i vantaggi che la tecnologia del sistema può offrire.

Il sistema a rotazione può, invece, essere impiegato molto bene nella ricerca di una falda che si trova in formazioni non franose, cementate, o rocciose, come è illustrato nello schema della Fig. 2. In queste condi-

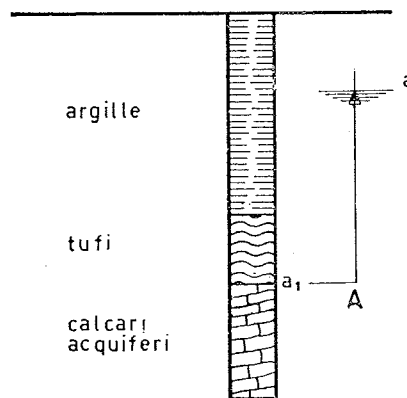


Fig. 2

zioni la perforazione a rotazione può effettuarsi normalmente, impiegando il fluido di circolazione, sino alla profondità a_1 . Raggiunta, a tale quota, la formazione acquifera, si può rivestire il foro con tubazioni e proseguire la perforazione con diametro ridotto interessando la falda per quanto si desidera, senza necessità di impiegare un fluido pesante.

Nelle formazioni impermeabili tenere quali argille, tufi ecc. conviene perforare a distruzione di nucleo, mentre in quelle rocciose è da preferire il carotaggio continuo con il quale la superficie di taglio è minore, la quantità dei detriti di perforazione e, in conseguenza, l'intasamento sono perciò più ridotti, ed il prelievo delle « carote » permette di conoscere il tipo e l'entità della fessurazione delle formazioni acquifere.

Nella scelta del sistema con circolazione di acqua o « fango » bisognerà tener conto anche delle notevoli

quantità di acqua che esso richiede ed il cui reperimento può risultare, specie quando si opera in zone con scarse risorse idriche, molto oneroso e tale da portare il costo della perforazione e valori elevatissimi.

L'impiego del sistema a percussione trova, invece, una limitazione nella profondità. Infatti, per raggiungere profondità notevoli, bisogna iniziare con diametri di perforazione molto larghi ed è necessaria la dotazione di numerose colonne di rivestimento provvisorio, la cui manovra comporta laboriose e pesanti operazioni che richiedono attrezzature e macchinari potenti.

Dalle considerazioni fatte emerge chiaramente come, dovendo effettuare una ricerca di falde in formazioni sciolte o franose intercalate a terreni impermeabili, è necessario l'impiego del sistema a percussione, mentre quello a rotazione può essere utilmente impiegato solo nella ricerca di falde in formazioni rocciose o dovendo raggiungere grandi profondità.

Questo criterio che scaturisce così ovvio dall'esame della tecnologia, non dovrebbe, secondo logica, dare luogo a discussioni; in effetti, invece, è molto dibattuto.

La causa principale, a nostro avviso, va ricercata nel fatto che le Imprese più moderne e meglio attrezzate hanno in dotazione, principalmente, cantieri a rotazione che consentono avanzamenti più veloci senza richiedere quelle onerose e pazienti strumentazioni che sono invece necessarie con il sistema a percussione e delle quali i sondatori più giovani hanno, ormai, poca esperienza.

Gli impianti così detti « *misti* » sono quasi sempre delle attrezzature a rotazione che possono, eccezionalmente, lavorare anche a percussione; per quanto si è detto, nelle ricerche geoidrologiche, le quali si esplicano in prevalenza nelle formazioni sciolte, bisognerebbe invece usare impianti a percussione che possano impiegare anche il sistema a rotazione per ottenere, in particolari casi favorevoli, avanzamenti più rapidi o per poter raggiungere più agevolmente, ove necessario, notevoli profondità. Questa non è una distinzione sottile, ma comporta delle sostanziali differenze negli impianti, soprattutto nel peso e nell'ingombro, oltre ad una diversità delle attrezzature e delle dotazioni di cantiere.

La convenienza che le Imprese trovano nell'impiegare il sistema a rotazione anziché il sistema a percussione ha poi anche una importante ragione economica, che risulta evidente ove si consideri che il costo di un cantiere completamente attrezzato per raggiungere, poniamo, i 200 metri a percussione è di poco inferiore a quello di un cantiere a rotazione di analoga prestazione, mentre gli avanzamenti che con esso si ottengono in argille, sabbie, tufi e formazioni rocciose sono generalmente meno della metà di quelli che si hanno con la rotazione.

Perciò, con compensi di perforazione invariati, l'utile che porta un cantiere a rotazione è, normalmente, più del doppio di quello che dà un cantiere a percussione.

Di questo maggiore costo della percussione bisogna

tener conto quando si sceglie e si prescrive il sistema di perforazione e si fissano i prezzi.

Un altro fattore che influenza la discussione sulla convenienza di impiego dell'uno o dell'altro sistema è dovuto al fatto che le Imprese non tengono, o non vogliono tener conto delle esigenze, diciamo, scientifiche della ricerca e tendono a sminuire l'importanza, la necessità, il valore degli accertamenti idrologici di cui si è detto; per cui, quando i progettisti, i direttori dei lavori, i dirigenti delle stazioni appaltanti non sono specialisti del settore e non conoscono a fondo tutti i vari aspetti e problemi della ricerca che trattano, (e purtroppo ciò avviene molto più spesso di quanto si possa immaginare), sono i tecnici delle Imprese, più esperti, che riescono ad imporre il sistema di lavoro per loro più conveniente.

Altro problema sempre dibattuto, e che è strettamente collegato alla scelta delle attrezzature di perforazione, è quello relativo al diametro che devono avere i pozzi di ricerca.

C'è chi sostiene che nelle ricerche geoidrologiche è sufficiente l'esecuzione di sondaggi aventi carattere geognostico, con diametro di 3 ÷ 4", nella presunzione che sia sufficiente accertare le caratteristiche geostratigrafiche, le quote delle formazioni acquifere ed, eventualmente, il livello delle falde e, per fare questo, possono effettivamente essere sufficienti perforazioni del genere. Si dimentica, però, che il dato fondamentale che bisogna acquisire in una ricerca di acqua è quello relativo al tributo acquifero, il che è possibile solo con prove di pompaggio, le quali non possono essere effettuate in fori di così piccolo diametro.

Altri affermano, di contro, che probanti rilievi geoidrologici si possono eseguire solo con pozzi aventi larghi diametri, dell'ordine di 20 ÷ 30"; pozzi di questo tipo soddisfano senz'altro molto bene le esigenze scientifiche dell'indagine ma la loro esecuzione richiede, però, attrezzature e sistemi di lavoro speciali, solitamente protetti da brevetto ed applicati da un limitatissimo numero di Imprese, e comporta un costo dei lavori che non trova, a nostro avviso, contropartita nei risultati che si ottengono.

Personalmente siamo del parere, e ci conforta l'esperienza fatta in oltre 2500 pozzi di ricerca perforati nelle più disparate condizioni geoidrologiche ed impiegando i sistemi e le attrezzature più varie, che possano essere sufficientemente rispondenti alle varie esigenze diametri di perforazione che consentono di porre in opera, a seconda delle profondità, tubazioni di rivestimento del diametro 12 ÷ 8" nelle quali possono poi collocarsi agevolmente gli impianti di sollevamento adeguati per effettuare tutti gli accertamenti idrologici necessari. Ed a tale richiesta possono soddisfare gran parte delle attrezzature che si trovano, normalmente, sul mercato. Con questo non vogliamo escludere che possa risultare opportuno, per estendere le indagini geostratigrafiche, integrare la ricerca con la esecuzione di un certo numero di perforazioni a piccolo diametro, oppure che, per soddisfare particolari e speciali esigenze, possano essere convenienti pozzi a largo diametro.

Bisogna, comunque, evitare nel modo più assoluto che esclusive ragioni di costo o particolari possibilità

tecniche delle Imprese possano influenzare, come troppo spesso avviene, la scelta del sistema e dei diametri di perforazione, che deve invece essere ispirata solo dalle esigenze della ricerca. Imponendo questo principio si provocherà l'allestimento e l'impiego di attrezzature più adatte alle esigenze dell'investigazione geoidrologica, la cui carenza è oggi molto sentita, e, soprattutto, si affermerà e si diffonderà il convincimento

che la ricerca delle acque sotterranee non può e non deve essere sottovalutata, affidandola solo al caso ed alla fantasia, ma richiede indagini serie, laboriose, complesse e costose, con l'impiego di mezzi adeguati ed idonei, il che trova la più ampia giustificazione nell'influenza determinante che i risultati di tali interventi hanno sempre sullo sviluppo economico e sociale dei territori interessati.

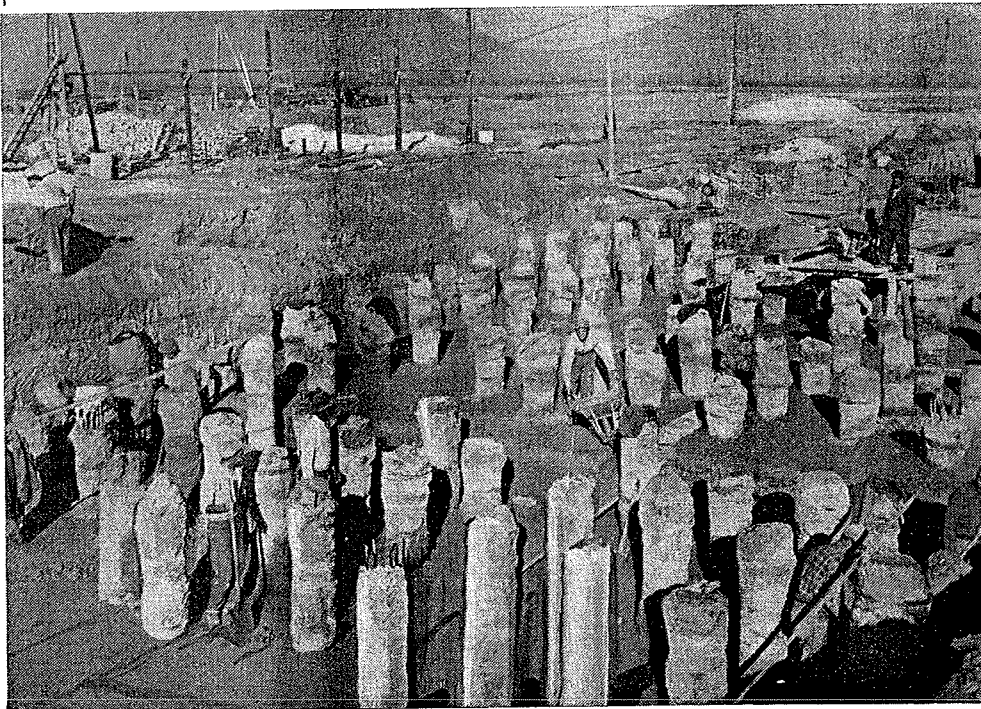
SUMMARY: The importance and necessity of an adequate determination of the hydrological characteristics in the subsoil, with the aim of ascertaining water supply possibilities for wide area irrigations, are emphasized.

Suitability of the percussion and rotary drillings, with reference to the subsoil characteristics and investigation purposes, are discussed and relative divergences of opinion mentioned.

SOMMAIRE: L'Auteur met en évidence l'importance et la nécessité de déterminer, avec la plus grand soin et avec des moyens capables, les caractéristiques hydrologiques des nappes souterraines. Ces déterminations sont importantes surtout quand il s'agit de recherches géo-hydrologiques qu'on exécute pour relever les ressources hydriques souterraines disponibles pour irriguer vastes territoires. Il examine aussi les possibilités offertes par les systèmes de perforation à percussion et à rotation, dans les différentes conditions de milieu.

Enfin l'Auteur fait allusion aux différentes raisons d'où dépend la diversité d'opinions à cet égard.

Soc. PA. CE. CO. PALIFICAZIONI CEMENTO COMPRESSO



ROMA

VIA BEZZECA, 6
Tel. 462.288

FONDAZIONI SPECIALI
PALI BATTUTI E
ANCORATI - SOTTO-
FONDAZIONI - CON-
SOLIDAMENTI - POZZI
E RICERCHE D'ACQUA
IMPERMEABILIZZAZIO-
NI - DIGHE - PONTI
STRADE - LAVORI
FLUVIALI E MARITTIMI

Particolare della palificata
di fondazione della Cartie-
ra «S.I.L.» di Avezzano.