

P A R T E II

EQUILIBRIO DELLA "FALDA PROFONDA" NEI CONFRONTI DEI
RAVVENAMENTI, DEI DEFLUSSI E DEGLI EMUNGIMENTI POSSIBILI.

CONCLUSIONI

A seguito delle ricerche sistematicamente svolte a tutt'oggi nella regione oggetto di studio, della falda profonda, contenuta in prevalenza nei calcari fessurati della Puglia, si conosce ormai, come nella I^a parte di questa relazione è stato ampiamente descritto, ogni aspetto di ordine idrogeologico e geochimico.

Risultano oggi note, nelle zone di maggiore interesse ai fini irrigui, l'estensione e l'effettiva potenza di tale falda, le sue caratteristiche chimiche e, fra gli aspetti più salienti di detta risorsa acquifera, l'influenza che su essa esercita la presenza del mare che invade la regione, con funzione di superficie di fondo pressocchè "definita e variabile" della falda in questione.

Pertanto, trattandosi di una falda sostenuta alla base da acqua marina, è stato fatto notare come il fenomeno dell'emungimento da un pozzo vada riguardato in maniera ben diversa da quanto risulta noto per i sistemi filtranti permeati da un solo liquido, di determinata densità. Detto problema, inerente più propriamente all'equilibrio dinamico di sistemi a due liquidi di diversa densità, rappresenta indubbiamente uno dei punti più delicati nella utilizzazione attraverso pozzi della falda sopra descritta.

Come è stato dimostrato infatti nella I^a parte, in seguito a tale emungimento si manifesta, in corrispondenza della base di ciascun pozzo, un sollevamento di forma conica (dianzi definito "cono d'intrusione marina") dell'acqua marina sottostante alla superficie di fondo della falda, cosicchè, se si considera la forma assunta dalla "interfaccia" durante l'emungimento di più pozzi e tenuto conto della sensibile distanza fra pozzo e pozzo (1), essa si presenta pressappoco come nella figura 35, laddove in un certo senso può ritenersi che il livel-

(1) - Le distanze fra i pozzi della regione, in genere dell'ordine di alcuni chilometri, devono ritenersi rilevanti agli effetti della influenza reciproca fra pozzi in funzione, trattandosi di mezzi molto permeabili per fessurazione.

lo regionale dell'interfaccia resti invariato, salvo i locali sollevamenti dovuti ai conii d'intrusione marina nella falda. Le variazioni nei livelli della interfaccia, prodotte sotto forma di conii dal funzionamento di ciascun pozzo, avranno pertanto un carattere puramente locale, anche se in qualche caso si raggiunge l'irruzione dell'acqua marina nel pozzo.

Trattasi infatti, come precedentemente si è dimostrato, di sollevamenti della interfaccia prodotti in misura diversa e istantaneamente dal nuovo equilibrio statico e dinamico derivante dall'emungimento attraverso pozzi. Solo da un emungimento in forma continua, attraverso la sottrazione progressiva di acqua alla riserva costituente l'intera falda di acqua dolce ed il conseguente abbassamento regionale dei livelli statici di essa, si realizza nel tempo un sollevamento regionale dell'interfaccia, fenomeno questo di interesse fondamentale ai fini della valutazione delle possibili utilizzazioni della falda in questione.

Nelle pagine precedenti è stato chiaramente dimostrato come la possibilità di estrarre, dai pozzi eseguiti, determinate portate di acqua con contenuto salino accettabile ai fini irrigui sia strettamente legata alla posizione della interfaccia in relazione con la profondità raggiunta dal pozzo. Questo è uno degli aspetti principali della falda in istudio, il cui impiego si rende estremamente più complicato di quanto si verifichi per falde comuni, aventi come "superfici di fondo" dei piani definiti e fissi, rappresentati da formazioni rocciose impermeabili.

Ovunque fino ad oggi si sia proceduto nel mondo alla utilizzazione di falde acquifere, l'esperienza mostra che si è verificato un abbassamento progressivo dei livelli statici, e ciò perchè raramente è stato possibile imporre alle utilizzazioni un limite in relazione alle esatte possibilità di ricarica delle falde stesse. Nei casi di falde più comuni, l'unica conseguenza verificatasi è consistita nel progressivo impoverimento delle disponibilità acquifere ('). In casi di fal-

(') A tal proposito è utile tener presente alcune registrazioni effettuate su falde sotterranee, di carattere regionale, di alcuni fra i bacini più importanti del mondo, interessati da pozzi:

de di regioni costiere, adagate su acqua marina, il risultato è stato invece ben diverso: prima ancora che si verificasse un vero e proprio impoverimento della riserva acquifera, l'attingimento attraverso pozzi, in un primo tempo con risultati idonei allo scopo, ha portato alla superficie acque eccessivamente salmastre, con il risultato che detti pozzi sono stati definitivamente abbandonati (').

Ciò premesso, è evidente la necessità assoluta di studiare la falda profonda della Penisola Salentina nel suo complesso, impostandone l'equilibrio regionale in dipendenza del regime degli afflussi esterni, dei deflussi verso il mare e dei possibili emungimenti, argomento questo il cui studio esigerebbe in verità una messe di dati, misurazioni e registrazioni a carattere idrologico molto più ampia di quella di cui oggi effettivamente si dispone.

D'altra parte si ha motivo di ritenere come appresso meglio sarà chiarito che al punto al quale sono giunte oggi le ricerche, solo praticando e controllando gli attingimenti, vale a dire cioè iniziando in forma cautelativa le prime utilizzazioni, ogni forma di ulteriore indagine idrologica risulterà veramente proficua.

Allo stato delle cose le caratteristiche geoidrologiche della "falda profonda" contenuta nei calcari cretacici della Puglia e le modalità con cui essa circola e defluisce lungo i bordi della regione verso il mare sono tali da rendere veramente ardua una qualsiasi impostazione numerica di un bilancio idrologico attendibile, onde giungere alla portata massima utilizzabile attraverso i pozzi esistenti e quelli che in futuro potranno ancora eseguirsi. Impossibile appare altresì la risoluzione di un così complesso problema, date le molte incognite che oggi ancora sussistono - come è stato illustrato nella I^a

-
- misure effettuate nell'esteso bacino artesiano Australiano hanno dimostrato che la portata complessiva estratta da 233 pozzi del New South Wales è diminuita del 40% dal 1914 al 1928;
 - nel grande bacino artesiano di Dakota (U.S.A.) la quota piezometrica della falda è diminuita, fra gli anni 1892-1923, da 175 a 24,5 m;
 - nel bacino di Parigi il livello statico della falda acquifera si è abbassato di 76 metri in 93 anni;
 - nel bacino di Londra il livello statico della falda acquifera si è abbassato, a partire dal 1878, di 46 cm all'anno.

(') - V. Cotecchia: "Influenza dell'acqua marina ecc...." Loc. citata.

parte di questa relazione - soprattutto relativamente alle periodiche variazioni di livello della interfaccia, in connessione con quella dei livelli statici della falda stessa.

In questa sede andranno svolte pertanto delle considerazioni in gran parte indicative o puramente illustrative, su questioni il cui discernimento preciso dovrà essere confortato da indagini sistematicamente di più lunga durata. Tuttavia le considerazioni che seguono servono soprattutto ad avviare a garantire, con una chiara visione di assieme dei fenomeni, la parziale utilizzazione delle risorse idriche disponibili per i più urgenti bisogni irrigui della regione.

ALIMENTAZIONE ESTERNA DELLA FALDA PROFONDA

Posto in linea generale che, come è ovvio, solo in rapporto ai possibili ravvenamenti annuali dovranno commisurarsi gli emungimenti della falda in questione, incominciamo con l'esaminare tale aspetto del problema, facendo riferimento questa volta non più alle sei zone geograficamente definite nella prima parte di questa relazione, bensì ai tre bacini idrologici principali, di cui può ritenersi formata l'intera regione in studio.

Ad una grossolana delimitazione dei tre bacini dianzi detti si perviene facilmente sulla base del medio andamento riscontrato con le isopieziche, rilevate attraverso i livelli acquiferi nei pozzi eseguiti.

Così come mostra lo schema della Tavola XI, mentre un primo bacino si individua nel grosso delle Murge, fino alla congiungente Taranto - Fasano, nella Penisola Salentina propriamente detta vanno riconosciuti due altri bacini idrologici principali: quello di Brindisi - Taranto e quello di Lecce, rispettivamente da noi designati come 2° e 3° bacino. Nelle Murge di Martina Franca, Locorotondo e Francavilla Fontana (2° bacino), la falda profonda defluisce a NE verso il litorale adriatico di Ostuni e Brindisi, a SO verso il Mar Piccolo (Taranto) ed il litorale jonico di Taranto e Maruggio, ad ESE infine si dirige grossomodo verso quella strozzatura del Salento (fra porto Cesareo e T.Rinalda) con la quale il Tavoliere di Lecce si divide dalla Piana Messapica. Nel bacino idrologico di Lecce (3° bacino) la falda profonda defluisce a sua volta su

tre lati verso il mare e a NO in direzione della suddetta strozzatura.

Del grosso delle Murge, costituente a nostro avviso il primo bacino più a nord, comprendente la Terra di Bari ed il litorale di Ginosa, benchè di preciso poco si possa dire, data la scarsità dei dati inerenti ai livelli della falda profonda nell'interno della regione, sembra verosimile quanto indicato nello schema della Tavola IX, laddove si nota appunto che la falda in esame, mentre a NE defluisce verso l'Adriatico ed a SE verso lo Jonio, vada in parte ad alimentare il bacino idrologico di Taranto-Brindisi lungo un fronte che va da Massafra a Fasano, grossomodo orientato da NE a SO. In tali condizioni detto bacino risulterebbe quindi, a rigore, formante un tutt'uno col bacino più a Sud di Taranto-Brindisi.

Ulteriori suddivisioni, tendenti ad individuare bacini di estensione più limitata (sottobacini), potrebbero risultare oltremodo utili al fine di stabilire, zona per zona, le portate di acqua emungibili attraverso pozzi, in rapporto alle effettive alimentazioni locali alla falda. Ma tale problema ci porterebbe più in là di quella visione generale dell'igtera regione che ci siamo proposti di dare, sulla scorta dei dati a tutt'oggi in nostro possesso.

Facendo riferimento quindi ai tre bacini idrologici sopra descritti, occorre esaminare le zone di assorbimento delle precipitazioni atmosferiche, i coefficienti di assorbimento da assumere nei calcoli e l'entità delle precipitazioni stesse.

Di queste ultime considereremo in questa sede solo le piogge, pur essendo convinti che le cosiddette "precipitazioni occulte", dovute in particolare nella Puglia alla condensazione diretta (rugiada) del vapore acqueo atmosferico sulle superfici aperte del suolo, giunte per irraggiamento a temperatura inferiore a quella del punto di saturazione del vapore stesso, rappresenti un fenomeno sensibile, la cui incidenza sulla alimentazione della falda non va certo trascurata in sede di successive indagini.

Precipitazioni (')

In merito alle precipitazioni che annualmente si verificano su tutta la Penisola Salentina, consultati ed esaminati i dati raccolti dal Servizio Idrografico di Stato e con essi la carta delle isoiete allegata alla pubblicazione dei dati trentennali di precipitazione 1921-50 del Servizio Idrografico di Bari (in corso di stampa) tracciata sulla scorta delle medie trentennali di precipitazione, l'ing. R.Lonoce trova che nella Penisola in esame le quantità di precipitazione si distribuiscono in media in maniera diversa:

- a) sul complesso delle Murge;
- b) sul territorio compreso fra le congiungenti ideali Brindisi-Taranto e Gallipoli-Otranto;
- c) nella parte più meridionale della Penisola Salentina.

Nella prima zona, infatti, le piogge non presentano una uniforme distribuzione, riscontrandosi nella parte centrale di essa, dei valori di pioggia talvolta superiori ai 750 m/m, mentre tanto sul versante adriatico che su quello jonico, verso cui degradano i rilievi delle Murge, detti valori gradatamente vanno diminuendo, secondo curve isojete pressochè parallele alle coste, fino a raggiungere dei minimi rispettivamente di 600 e 500 m/m.

Nella piana Salentina, compresa fra le congiungenti ideali di cui innanzi, le piogge presentano invece una distribuzione più che uniforme, risultando quasi ovunque i totali medi di precipitazione annua di poco superiore ai 600 m/m.

Nella parte più meridionale della Penisola si riscontra, infine, contrariamente alle altre due zone, un centro di maggior rovescio, con valori di pioggia talvolta superiori agli 800 m/m, e variazione della stessa secondo curve isojete concentriche.

(') - Tutto quanto qui si osserva in merito all'entità e alla distribuzione delle precipitazioni è stato tratto da apposita relazione fornita all'Ente Irrigazione dall'ing. R.Lonoce.

Tale particolare distribuzione, che trova la sua naturale giustificazione nella circostanza generale secondo cui le maggiori quantità di precipitazioni si riversano di norma sui rilievi montuosi, si ritiene debba riflettersi certamente anche sulla entità del ravvenamento della falda di fondo, poichè, a parità di assorbimento, essa dimostra come diversamente alimentata risulti la falda nelle varie zone del territorio che interessa.

Ma l'aspetto più interessante del regime pluviometrico della regione sta nella distribuzione annuale delle piogge. Scorrendo infatti la raccolta dei dati trentennali, elaborati di recente dal Servizio Idrografico, si rileva innanzitutto come la maggiore quantità di precipitazioni annue si manifesti nel semestre ottobre-marzo, mentre assai scarsi risultano di contro gli afflussi nel semestre irriguo.

Ed infatti, considerando il rapporto fra il totale medio annuo di pioggia e quello del semestre ottobre-marzo, si rileva che per le Murge esso rapporto è di 0,67, e per la zona peninsulare di 0,74. Onde si deve ritenere, ai fini del ravvenamento della falda, che le precipitazioni meteoriche che cadono nel semestre aprile-settembre diano a questa uno scarso contributo e per la loro scarsità, e per gli elevati fenomeni di evaporazione, e per l'accentuato e contingente stato di aridità dei terreni superficiali.

Riguardando la distribuzione mensile delle precipitazioni, si rileva poi che ovunque queste diminuiscono gradatamente dal gennaio al luglio, mese in cui di norma si registrano le minori quantità di pioggia, per poi gradualmente aumentare fino al mese di dicembre, allorchè si registrano i più elevati totali mensili; cosicchè, se riportati in un grafico, tali valori mensili danno origine ad una curva sinusoidale con un massimo in dicembre ed un minimo in luglio.

Particolare attenzione merita la distribuzione annua testè descritta, poichè come meglio si vedrà in appresso, ad essa saranno strettamente connesse le possibilità di utilizzazione della falda.

Qui per lo intanto sono state messe in evidenza le caratteristiche pluviometriche generali, dalle quali si può per il momento dedurre:

a) che i totali annui di precipitazione risultano relativamente bassi;

- b) che le precipitazioni che alimentano la falda di fondo sono precipuamente quelle che cadono nel semestre ottobre-marzo, le quali costituiscono in media il 70% della precipitazione annua;
- c) che l'andamento delle piogge, espresse in totali mensili, si identifica in una curva sinusoidale.

Orbene, sulla base di quanto sopra esposto, allo scopo di assumere nei calcoli, che si andranno a fare in merito al ravvenamento annuo della falda in questione, elementi il più possibile cautelativi, si trascureranno del tutto gli afflussi pluviometrici del semestre aprile-settembre. Peraltro, anzichè riferirci alle tre zone individuate, per l'aspetto che riguarda le precipitazioni, dall'ing. Lonoce, ci riferiremo per quanto più propriamente riguarda l'idrologia sotterranea della regione ai tre bacini sopra contraddistinti, dei quali tratteremo in seguito separatamente il ravvenamento.

Inoltre, trattandosi di assumere nei calcoli le sole piogge che insistono sugli affioramenti calcarei assorbenti, in prevalenza del Cretacico, le medie piogge che interessano allo scopo devono riferirsi unicamente alle zone occupate da detti affioramenti. Pertanto, sulla base della carta geologica della regione e di quella delle isojete del Servizio Idrografico, si sono ottenuti i valori medi che qui si espongono, tralasciando per brevità le operazioni di calcolo per esse svolte:

I) Bacino (Murge della Terra di Bari e di Ginosa)	m/m	680
II) Bacino (Brindisi-Taranto)	"	680
III) Bacino (Lecce)	"	730

Tali medie si spiegano tenendo soprattutto conto della circostanza che proprio in corrispondenza degli affioramenti calcarei assorbenti (Murge) si riscontrano le massime altezze di pioggia. Di tali precipitazioni medie annue, da calcoli eseguiti, risulta che nel semestre ottobre-marzo cadono rispettivamente per il I°, II° e III° bacino le seguenti aliquote: 69%, 79% e 78%.

Assorbimenti

Dalla permeabilità delle formazioni geologiche costituenti la regione si è già detto diffusamente nella I° parte di questa relazione.

Agli effetti dell'alimentazione della falda profonda, contenuta nei calcari del Cretacico, occorre però qui premettere che, fra le rocce permeabili post-cretaciche, vanno prese in considerazione unicamente quelle formazioni poste a diretto contatto con i calcari di base, vale a dire cioè capaci di alimentare la falda di fondo contenuta in detti calcari.

Per maggiore chiarezza citiamo, ad esempio, il caso dei terreni sabbiosi e ghiaiosi pleistocenici, posti su vasta estensione a ridosso di Brindisi. Orbene detti depositi di rocce porose risultano più o meno fortemente assorbenti. Essi sono però ovunque separati alla base, dalla formazione calcarea fessurata del Cretacico, attraverso sedimenti costituiti dalle note argille sabbiose grigio-azzurre pleistoceniche, per cui gli assorbimenti pluviometrici vanno ad alimentare alcune falde superficiali, la cui superficie di fondo è rappresentata da dette argille e che pertanto nulla hanno a che vedere con la falda profonda in questione.

Analoghe considerazioni vanno fatte per molte placche formate da tufi calcarei assorbenti, affioranti sulle Murge, mentre una diversa constatazione è stata svolta attraverso recentissime ricerche eseguite in merito al comportamento idrologico dei calcari organogeni, a struttura tufacea, plio-pleistocenici del Basso Salento, affioranti esattamente entro il III° bacino sopra delimitato. Tali calcarei, ove porosi e assorbenti, ove compatti, risultano spesso a diretto contatto con i calcari cretacici e interessati per la maggior parte da numerose fratture e vore carsiche, di talchè sono da ritenersi, agli effetti della alimentazione della falda profonda, largamente assorbenti.

Eguale a contatto diretto con i calcari cretacici si rinvengono, per quanto illustrato nella I^a parte, le arenarie calcaree del Miocene, note come "pietra leccese" ed i cui caratteri di scarsa permeabilità (prevalentemente per fessure) sono stati in precedenza illustrati.

In definitiva, sulla base delle conoscenze acquisite dalle ricerche idrogeologiche a tutt'oggi svolte, possono ritenersi alimentanti con sicurezza la "falda profonda", nei primi due bacini idrologici sopra definiti, solo gli assorbenti pluviometrici da parte dei calcari cretacici.

A seguito di ulteriori indagini, tendenti ad accertare se in qualche punto talune delle "falde sospese" nei terreni pleistocenici della regione si riversino a loro volta nei calcari di base, si potrà successivamente essere più larghi nelle valutazioni di tali assorbimenti, specie nel bavino di Brindisi-Taranto, laddove potrebbe rilevarsi, in qualche zona, una lacuna in corrispondenza dei livelli argillosi impermeabili che separano i depositi prevalentemente sabbiosi e arenacei della Piana Messapica dalle formazioni cretatiche di base.

Per il bacino di Lecce si ritengono assorbenti in misura diversa, oltre i calcari fessurati del Cretacico, anche le arenarie calcaree ed i calcari organogeni plio-pleistocenici, nonchè la "pietra leccese".

Per quanto si riferisce poi ai coefficienti di assorbimento di dette formazioni, una notevole incertezza sussiste ancora oggi in merito a tale argomento. Dell'assorbimento da parte di calcari fessurati in genere si sono occupati in verità molti studiosi, i quali hanno concordato, per calcari molto fessurati del tipo di quelli costituenti le Murge, valori del coefficiente di assorbimento dell'ordine del 50 e perfino del 60%.

Il Servizio Idrografico (1) ha ritenuto fra l'altro in passato che oltre il 25% delle precipitazioni annue venisse assorbito della intera Penisola Salentina, il che, ritenendo nullo l'assorbimento nel semestre aprile-settembre, equivale ad assumere, sull'intero territorio oggetto della ricerca, un coefficiente di assorbimento medio invernale (fra rocce fortemente o mediamente assorbenti e quelle non assorbenti per nulla) superiore al $\frac{25}{0.70} = 36\%$.

In questa sede, con la certezza di essere sufficientemente cautelativi, riteniamo di poter assumere per i calcari cretatici fessurati, affioranti entro il I° bacino, un coefficiente di assorbimento nel semestre autunno-invernale del 50%, e per il II° e III° baci-

(1) Ministero dei Lavori Pubblici - Servizio Idrografico : "Le acque sotterranee in Italia" (Regione Pugliese).

no (Taranto-Brindisi e Lecce), laddove detti calcari con una morfologia più dolce risultano meno elevati e ricoperti quasi ovunque da vegetazione, un coefficiente pari al 45%.

Per quanto si riferisce ai calcari arenacei e organogeni a struttura tufacea del bacino di Lecce, dati i caratteri di rilevante permeabilità di essi (principalmente per la presenza di vore e fratture carsiche), si assume un coefficiente di assorbimento nel semestre ottobre-marzo pari al 50%. Nell'assegnare tale valore, a prima vista un pò eccessivo, a detto coefficiente si è tenuto fra l'altro conto della circostanza che i tufi calcarei, depositi nelle depressioni bordate da pendici calcaree cretatiche, (monoclinali o pareti di faglia), assorbono in effetti non solo le piogge che direttamente insistono su di essi, ma anche parte delle acque non assorbite da detti calcarei cretatici e pertanto defluenti sulle pendici di questi ultimi verso il fondo delle depressioni, ricolme a loro volta dai tufi anch'essi permeabili.

Per la pietra leccese, generalmente scarsamente permeabile per fessurazione, si assume infine un coefficiente di assorbimento pari al 10%.

Sulla base di quanto sopra esposto, si ottengono in definitiva gli assorbimenti elencati nella tabella 24.

ESCURSIONI DEI LIVELLI DELLA "FALDA PROFONDA" E VARIAZIONI DI PORTATA DELLE SORGENTI CARSICHE

E' ovvia qualsiasi considerazione sulla estrema importanza che rivestono tali elementi di una impostazione di bilancio idrologico delle disponibilità acquifere che qui interessano. Purtroppo, come già accennato dianzi, gli elementi a riguardo risultano però assai scarsi, onde essi non consentono una visione particolareggiata della falda in tutta la sua estensione, per un tempo sufficientemente lungo e con quei raffronti fra afflussi, deflussi e prelievi dalla falda, necessari per una più o meno rigorosa valutazione numerica, cui è auspicabile si possa quanto prima giungere.

Tuttavia risultano di somma utilità, ai fini dello studio del

	I° bacino (Bari - Ginosa)	II° bacino (Taranto-Brindisi)	III° bacino (Lecce)
- Pioggia annua (media trentennale) in m/m (p) :	680	680	730
- Aliquota di pioggia relativa al semestre ottobre-marzo (α) :	0,69	0,72	0,78
- Superficie affiorante dei calcari cretaciici, in Km ² (S_c) :	3979	1620	737
- Coefficiente di assorbimento dei calcari cret. nel semestre ottobre-marzo (β_c) :	0,50	0,45	0,45
- Equivalente di detto coefficiente considerato nell'anno ($\beta'_c = \alpha \beta_c$) :	0.345	0.325	0.35
- Acqua assorbita dai calcari cretaciici in mc ($10^3 \alpha \beta_c \times p \times S_c = 10^3 \times \beta'_c \times p \times S_c$) :	934x10 ⁶	356x10 ⁶	189x10 ⁶
- Superficie affior. della "pietra leccese" in Km ² (S_1) :	-	-	307
- Coefficiente di assorbim. della "pietra leccese" nel semestre ottobre-marzo (β_1) :	-	-	0,10
- Equivalente di detto coeff. considerato nell'anno ($\beta'_1 = \alpha \beta_1$) :	-	-	0,078
- Acqua assorbita dalla "pietra leccese" in mc ($10^3 \times \alpha \times \beta_1 \times p \times S_1 = 10^3 \times \beta'_1 \times p \times S_1$) :	-	-	17,5x10 ⁶
- Superficie affior. dei calcari tufacei plio-pleistocenici a diretto contatto coi calcari cretacei, in Km ² (S_t) :	-	-	590
- Coeff. di assorb. di detti tufi nel semestre ottobre-marzo (β_t) :	-	-	0,50
- Equivalente di detto coeff. considerato nell'anno ($\beta'_t = \alpha \beta_t$) :	-	-	0,39
- Acqua assorbita dai calcari tufacei in mc ($10^3 \alpha \beta_t \times p \times S_t = 10^3 \times \beta'_t \times p \times S_t$) :	-	-	168x10 ⁶
Totali alimentazioni della falda profonda per singole zone in mc	934x10 ⁶	356x10 ⁶	374,50x10 ⁶
Alimentazione totale per tutte e tre i bacini : mc	1.664 x 10 ⁶ .		

comportamento in generale della falda in questione in rapporto agli af flussi pluviometrici, alcune misure di livelli acquiferi sistematicamente svolte, dalla fine del 1953 ad oggi, dall'Ente Irrigazione in ta luni pozzi trivellati della regione in studio, nonchè le misure di por tata svolte sulle sorgenti della Puglia dal Servizio Idrografico (Se- zione Autonoma di Bari) dal 1952 ad oggi.

Prendiamo quindi a base dei nostri ragionamenti i diagrammi ottenuti dall'Ente relativamente ai livelli statici, misurati mensil- mente, nei pozzi di ricerca contrassegnati dalla sigla 14/II S, 10/IIIS, 13/III S, 5/IV S, 6/IV S (figura 3). Fra quelli presi in esame dall'En- te, questi appaiono al nostro scopo più significativi. Non di tutti, purtroppo, le misure sono continuate fino ad oggi, trattandosi talvol- ta di pozzi concessi nel frattempo ai privati per la utilizzazione, on de in essi le misure sarebbero risultate falsate o comunque più compli cate.

Orbene, per quanto riguarda l'entità della escursione subita dai livelli della falda, sembra che detta escursione sia non soltanto legata all'entità degli afflussi pluviometrici, bensì pure alla distan za del punto della falda preso in considerazione dalla costa. Così men tre per pozzi, come quelli 10/III S e 13/III S l'escursione registrata raggiunge e supera il metro (nel pozzo 10/III S, distante 8 Km dal ma- re, l'escursione dal gennaio 1954 al gennaio 1955 ha raggiunto 1,5 m, portandosi al livello statico della falda da 1,36 a ben 2,86 m sul li- vello mare), nel pozzo litoraneo 6/IV S l'escursione sembra invece mol to inferiore, dell'ordine cioè di 30 cm appena. Gli elementi a confor- to di tale osservazione non sono in verità molto esaurienti: il fatto però potrebbe avere una spiegazione ovvia, in quanto gli accumuli di acqua in prossimità della costa, come meglio sarà chiarito in seguito, trov rebbero più facile e rapido sfogo verso il mare che non gli accu muli d'acqua nell'interno.

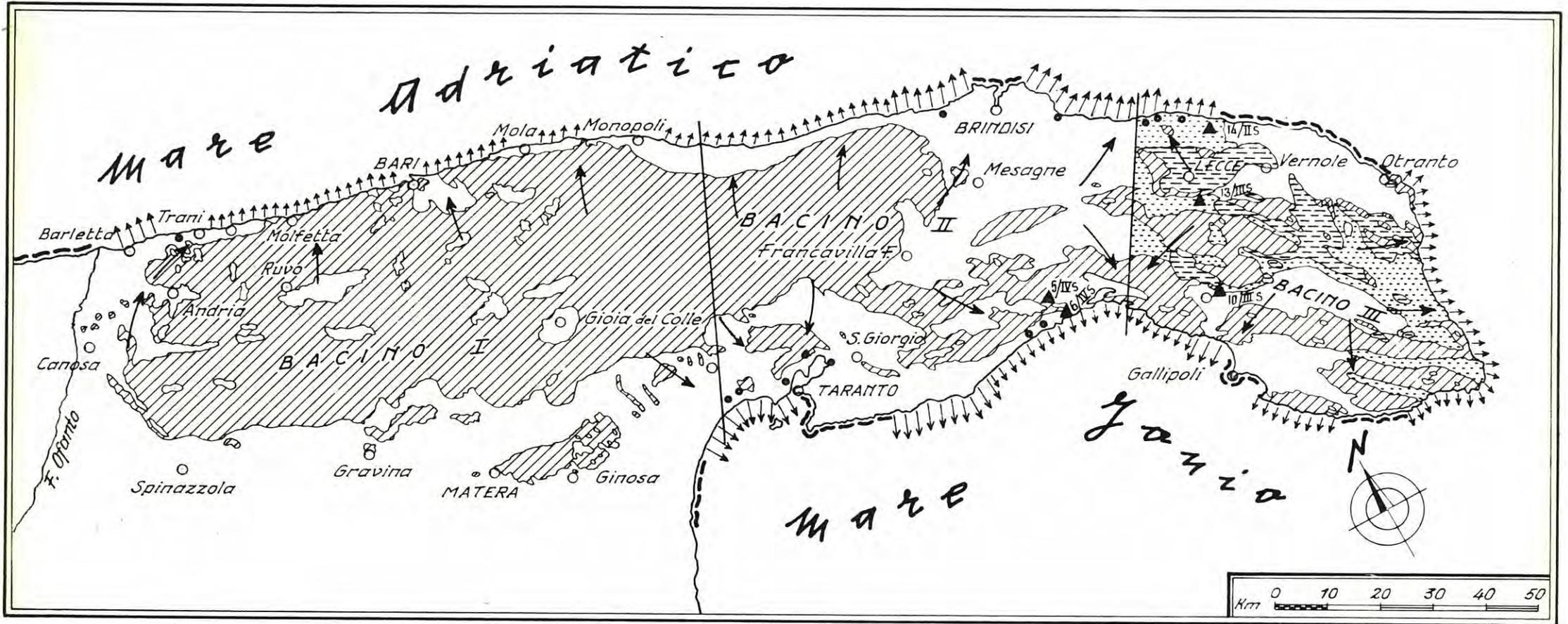
L'osservazione più degna di nota che può farsi invece esa- minando i diagrammi della Tavola XII e quella inerente allo sfasamen to dell'escursione nei livelli della falda rispetto all'andamento de gli afflussi pluviometrici, sebbene su tale argomento non si posseggono ancora sufficienti elementi di giudizio. A tale fine vanno osser

vate le posizioni dei pozzi, oggetto delle misurazioni effettuate, rispetto agli affioramenti dei principali tipi di rocce assorbenti in superficie (calcari cretacici e calcari organogeni carsici della regione del Capo) (Tavola XI). In corrispondenza degli affioramenti di rocce assorbenti (s'intende sempre assorbenti, ai fini del ravvenamento della falda profonda), la falda spesso sembra subire una escursione del livello statico piuttosto immediata. Ciò naturalmente in quei casi in cui la roccia sia notevolmente fratturata specie in senso verticale. Il pozzo n.5/IV S, posto sull'affioramento dei calcari cretacici di Avetrana, mostra ad esempio, uno sfasamento tra l'escursione dei livelli statici e le precipitazioni più lieve che in altri casi. Per gli altri pozzi, distanti dagli affioramenti superficiali di calcari assorbenti, le escursioni dei livelli statici si riscontrano con un ritardo di qualche mese sulle cadute di pioggia. Le escursioni di livello acquifero, riscontrate infine nel pozzo 14/II S, prossimo al litorale leccese e distante dagli affioramenti di calcari cretacici assorbenti a monte oltre 10 Km, hanno inizio in ritardo, rispetto agli afflussi pluviometrici, di due - tre mesi.

Peraltro le escursioni nei livelli della falda profonda risultano meno brusche proprio in quei punti ove la falda è piuttosto distante da affioramenti di rocce assorbenti in superficie. Tutto ciò trova evidente spiegazione nella lunghezza dei percorsi sotterranei che l'acqua, assorbita in superficie e convogliata verso la falda, deve svolgere prima di raggiungere i punti sopra considerati. Così pure, sul ritardo nella escursione dei livelli e sulla entità di tali escursioni, molta importanza assume, oltre che l'intensità delle precipitazioni, il grado di permeabilità della roccia stessa, fattore questo non sempre facilmente giudicabile dall'esterno.

Di tali considerazioni è facile rendersi conto, come si è detto dianzi, osservando i diagrammi della Tavola XII, laddove sono riportate anche le piogge misurate a quelle stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico più prossime agli affioramenti di calcari assorbenti che, ad un primo esame, si è ritenuto possano influenzare più da vicino la falda nei pozzi di volta in volta presi in esame.

Per quanto riguarda quindi il regime vero e proprio della



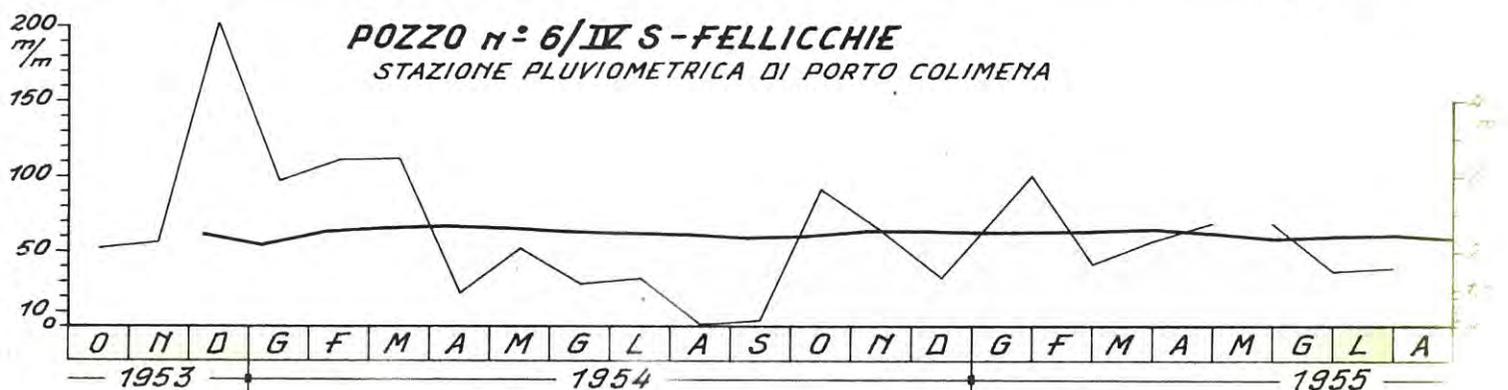
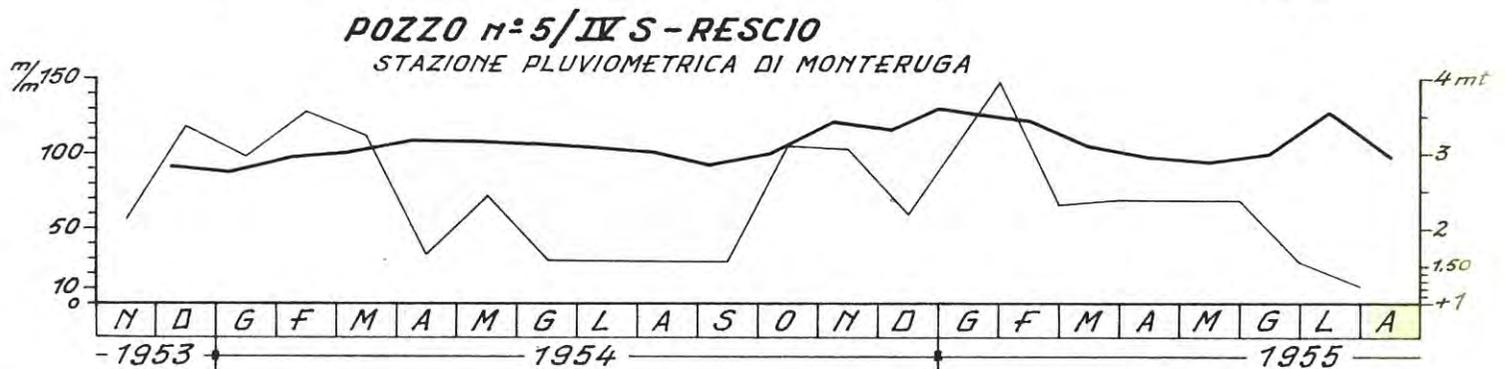
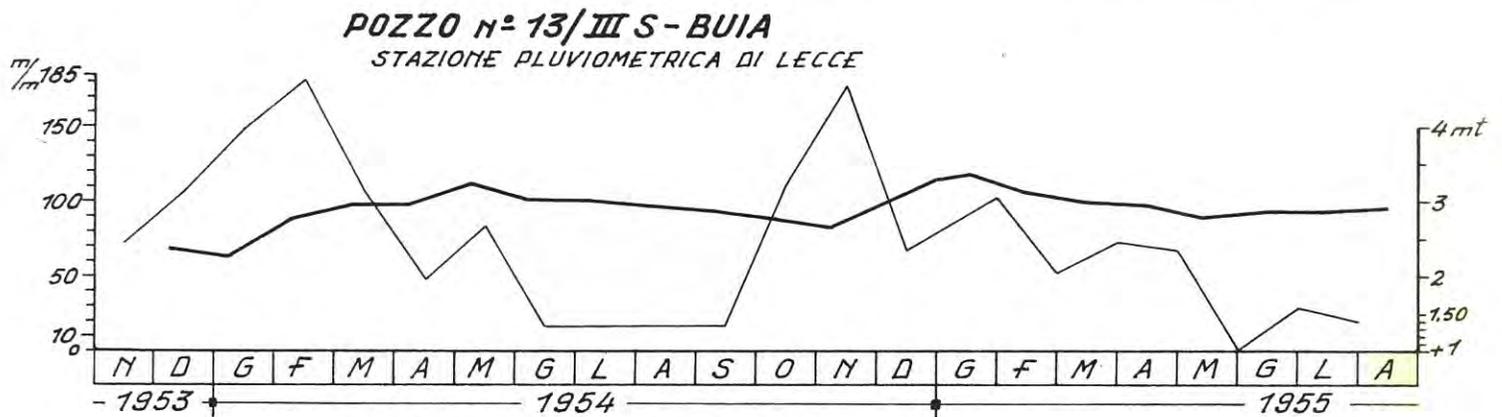
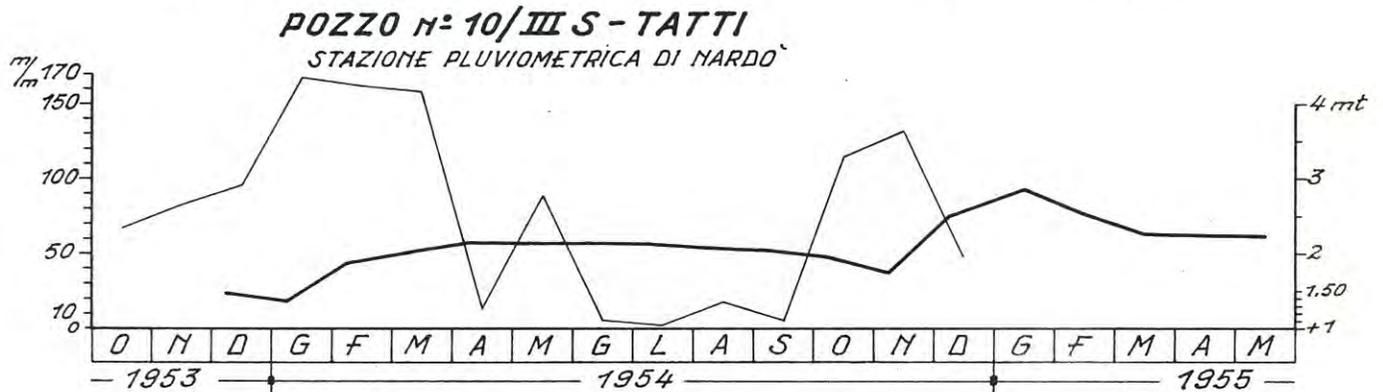
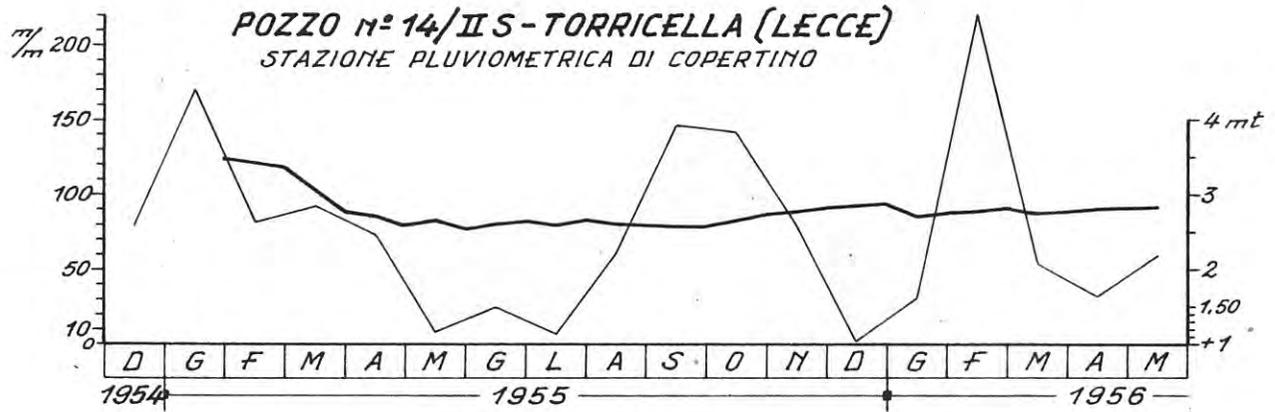
formazioni permeabili attraverso le quali si ritiene venga alimentata la "falda profonda":

-  *Affioramenti calcarei del Cretacico*
-  *Affioramenti di pietra leccese*
-  *Affioramenti di calcare arenaceo a struttura tufacea (tufi)*

Deflussi della "falda profonda" verso il mare:

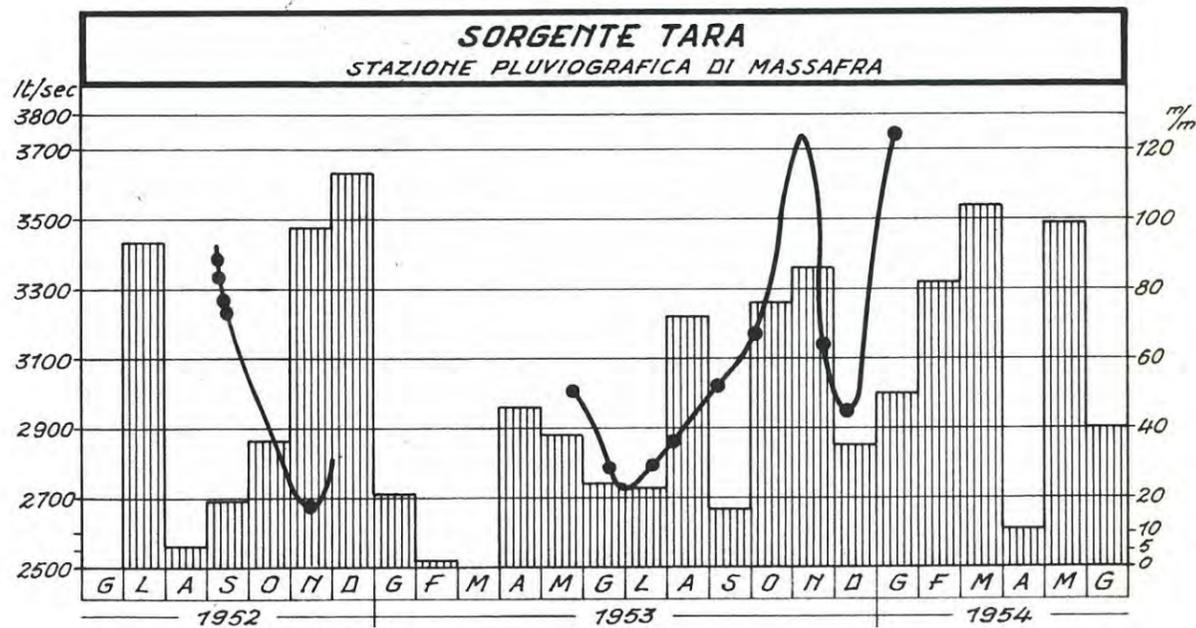
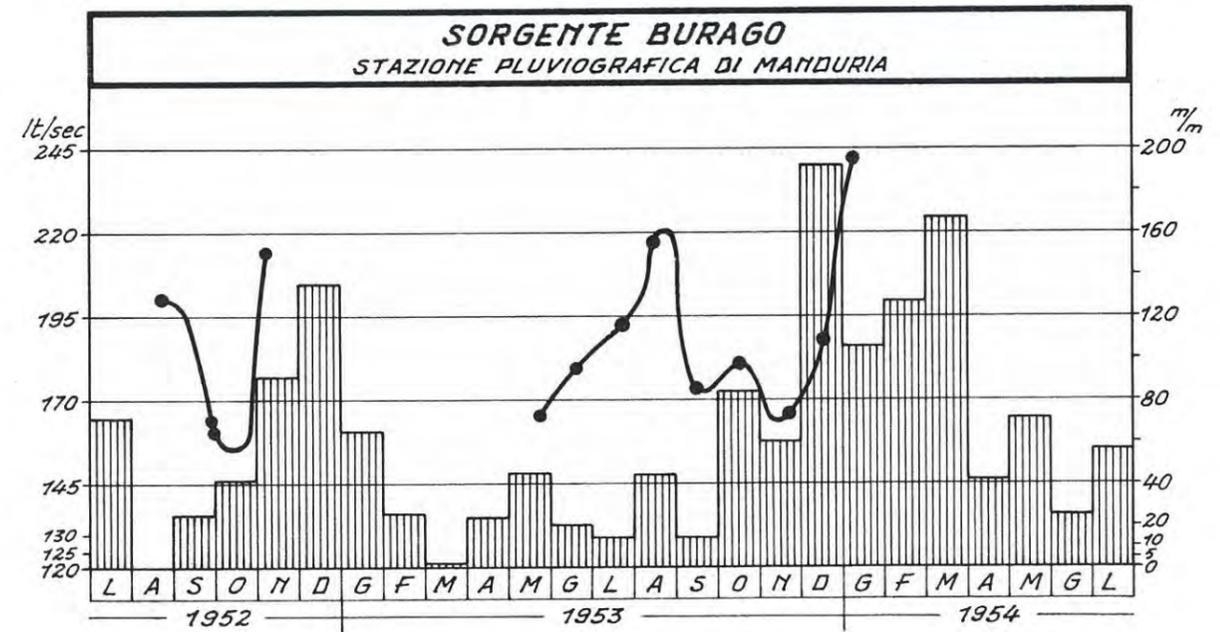
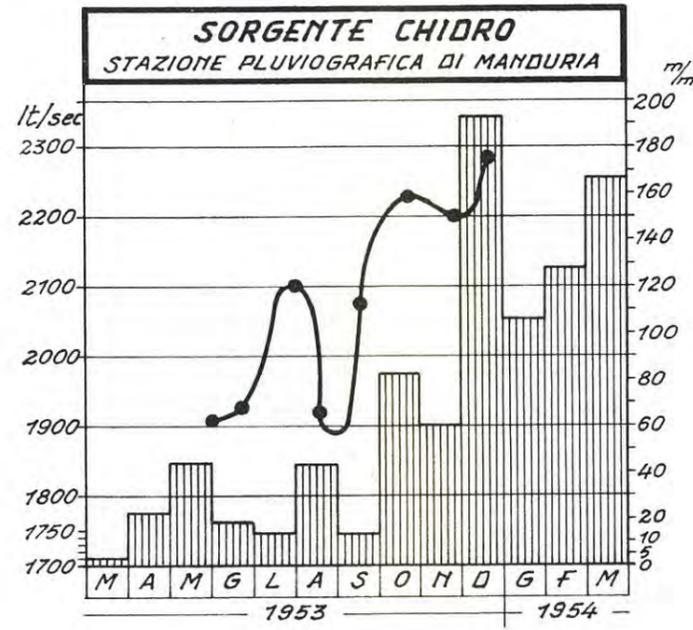
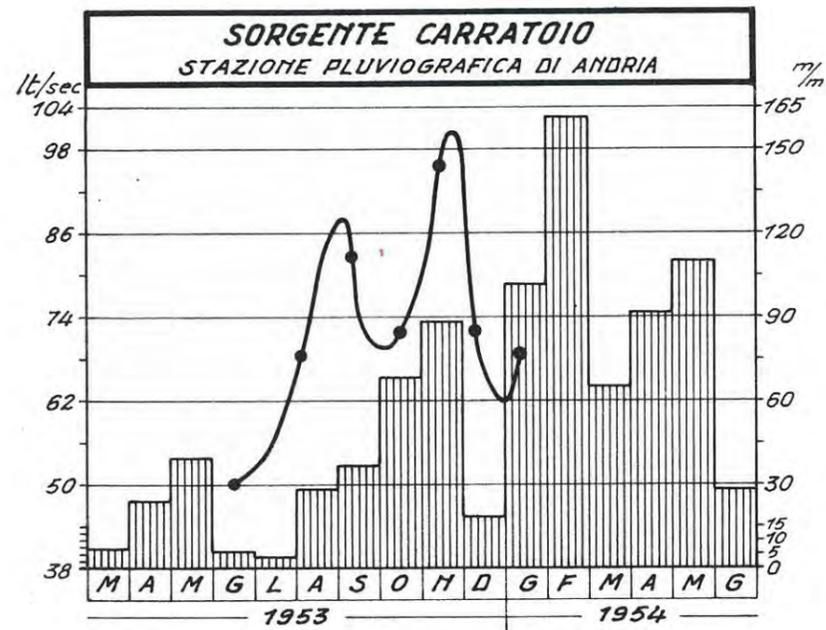
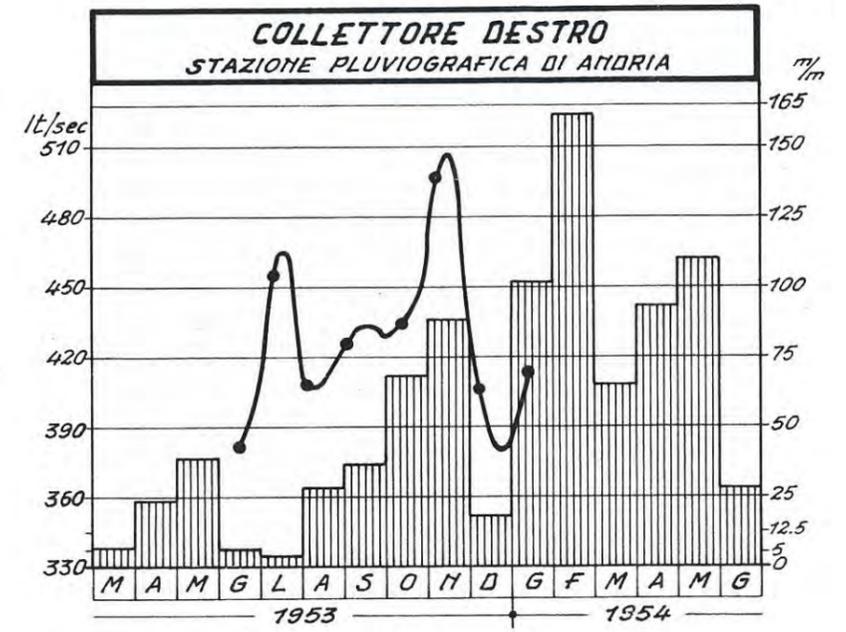
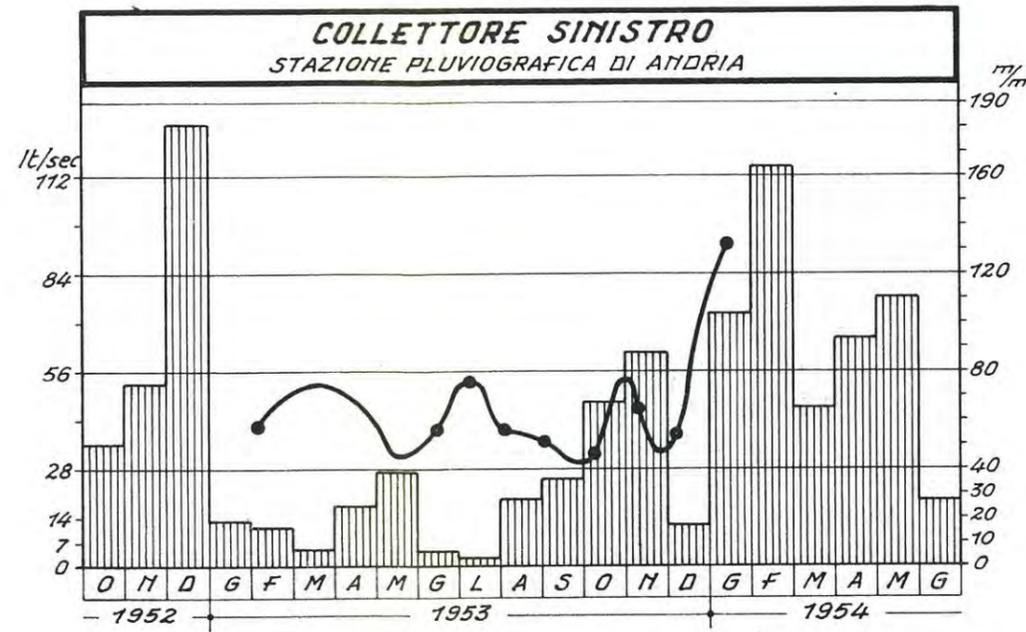
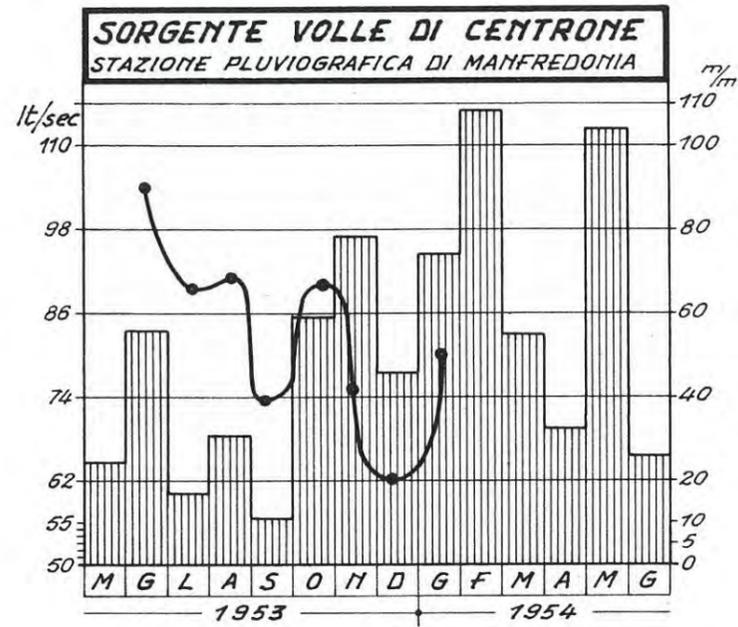
- *Sorgenti principali*
- ↗ *Direzioni di deflusso*
- ↑↑↑↑ *Deflussi a pelo libero o in lieve pressione a poca distanza dalla costa*
- ↑↑↑↑ *Deflussi in pressione distanti dalla costa*
- - - *Zone senza deflussi*
- ▲ *Pozzi di misure freaticometriche*

VARIAZIONI DEL LIVELLO DELLA FALDA PROFONDA IN TALUNI POZZI DELLA PENISOLA SALENTINA



— andamento del livello della falda

— andamento delle precipitazioni



PORTATE DELLE SORGENTI E PRECIPITAZIONI

-  ANDAMENTO MEDIO DELLE PORTATE DELLE SORGENTI
-  PRECIPITAZIONI IN mm AL MESE
-  MISURE EFFETTUATE DAL SERVIZIO IDROGRAFICO

CONSIDERAZIONI GENERALI SUL REGIME DELLA FALDA IN RAPPORTO AGLI ASSORBIMENTI PLUVIOMETRICI E AI DEFLUSSI

Le considerazioni che qui si espongono non vanno molto oltre il carattere descrittivo, data la scarsità di elementi idrologici sopra lamentata e, soprattutto, la scarsissima conoscenza che oggi si possiede sulle escursioni in altezza della interfaccia, relativa alla falda profonda della regione. Né si può affermare che sia possibile in futuro procedere ad una facile risoluzione numerica del problema, in quanto si è convinti che a valutazioni sul bilancio idrologico di detta falda si potrà giungere solo attraverso una serie di opportune osservazioni in merito e sotto quegli aspetti che nelle considerazioni che seguono verranno prospettati.

Facendo riferimento all'anno idrologico medio ('), è stato accertato che la escursione media dei livelli della falda - a parte talune massime - è dell'ordine di 40 cm. Orbene, posto che la media percentuale dei vuoti nella intera formazione calcarea acquifera equivalga al 10% (valore questo già abbastanza elevato), si dimostra che un sovralzamento del tetto della falda (ove questa defluisce a pelo libero) di 40 cm comporta un aumento della riserva acquifera di appena $300 + 350 \times 10^6$ mc ("). Questo dato, anche a voler considerare l'incidenza dei deflussi che avvengono dalla falda verso il mare nel periodo (in genere di pochi mesi) occorrente perchè la superficie freatica si sollevi nella misura sopra menzionata, appare piuttosto esiguo, in confronto al volume d'acqua mediamente e annualmente assorbito in superficie, volume valutato nelle pagine precedenti cautelativamente in 1664×10^6 mc. D'altra par

(') Intendendo come tale l'anno in cui i deflussi verso il mare eguagliano, a meno delle perdite per evaporazione, gli afflussi dall'esterno alla falda (si considerano per semplicità del tutto nulli gli emungimenti attuali, sebbene non risponda pienamente a verità).

(") Tale valore è stato dedotto sulla base della effettiva superficie nella quale la "falda profonda" della regione in studio si estende a pelo libero. Per brevità si trascurano i relativi calcoli.

te, se si supponesse costantemente valida la legge di equilibrio di Herzberg, ad una escursione di volume media annuale nella sola zona di falda sovrastante al livello mare, di $300 + 350.000$ mc dovrebbe rispondere una escursione di volume annuale complessiva nell'intera falda di acqua dolce dell'ordine di $300 + 350 \times 10^6 \times 33 \approx 10.000 \times 10^6$ mc, valore questo di gran lunga superiore al ravvenamento annuale della falda stessa sopra calcolato. Da ciò appunto la necessità di controllare le escursioni nei livelli della "interfaccia", ai fini di una più o meno razionale valutazione delle effettive disponibilità della falda nell'anno idrologico medio.

A questo punto cominciamo con il considerare la falda fin dal suo primo costituirsi. Dobbiamo cioè, al fine di chiarire meglio le idee, partire dalla ipotesi che in qualche tempo la regione pugliese contenesse soltanto l'acqua di invasione marina, sulla quale non stesse praticamente alcuna falda, ciò che, anche per semplici ragioni climatologiche, può essere praticamente avvenuto in tempi probabilmente non molto remoti dall'epoca quaternaria.

Supponiamo quindi che, a partire da un certo anno, si sia verificato un afflusso di acqua piovana alla falda nella misura Q_a , distribuito annualmente con la stessa legge. Assumendo, in linea generale e per semplicità, una sezione della penisola costituita interamente da rocce assorbenti in superficie, le cose andrebbero in modo molto più semplice se, anziché trattarsi del tetto dell'acqua marina, la superficie a quota zero, sulla quale comincia a costituirsi la falda, fosse rappresentata da un vero e proprio piano di roccia impermeabile. In quest'ultimo caso, essendo la "superficie di fondo" della falda in formazione "definita e fissa", stabilire il tempo occorrente perché si raggiunga l'equilibrio fra afflussi e deflussi ($Q_a = Q_d$ nell'anno idrologico medio) potrebbe rappresentare un problema sotto l'aspetto idraulico facilmente risolvibile, almeno per sezioni costituite da rocce a permeabilità omogenea e nota e per regimi pluviometrici rispondenti a schemi molto semplici.

Infatti, il caso più frequente è che, dell'acqua giunta nel primo anno alla falda, una piccola parte Q_{d_1} defluisca dai bordi ed una parte, più o meno cospicua ($Q_a - Q_{d_1}$) resti alla fine dell'anno accumulata nel terreno, a costituire una falda acquifera con cadente piezometri

ca media nell'anno, in prossimità dei punti di sfioro, i_{m1} (').

Nell'anno successivo, a seguito dell'ulteriore afflusso alla falda Q_a , la cadente i aumenta, di talchè si rendono possibili deflussi complessivi nell'anno Q_{d2} maggiori che nell'anno precedente. Tuttavia il deflusso Q_{d2} risulta ancora inferiore a Q_a , onde la riserva acquifera rappresentata dalla falda aumenta nel secondo anno di $Q_a - Q_{d2}$, risultando alla fine di detto anno pari a $2Q_a - Q_{d1} - Q_{d2}$.

Così procedendo oltre si giungerà, dopo un certo numero di anni e come indicato nello schema della Tavola XIV, ad una situazione di equilibrio in cui la cadente piezometrica media raggiunta sarà tale da consentire un deflusso di acqua sotterranea Q_{d_n} esattamente eguale all'afflusso medio annuo Q_a . In tali condizioni, la riserva acquifera, rappresentata dalla falda costituitasi in n anni, equivarrà ad $nQ_a - \frac{n-1}{i=1} Q_{d_i}$ e resterà costante negli anni successivi, fino a che invariato $i=1$ resterà l'afflusso Q_a (").

Passando ad esaminare il caso della "falda profonda" della Penisola Salentina, il processo di formazione di essa presenta una notevole singolarità nel fatto che la superficie di fondo di detta falda, anzichè essere definita e fissa, pur volendo ritenere che il passaggio dell'acqua dolce all'acqua di mare avvenga bruscamente in corrispondenza della cosiddetta "interfaccia" teorica, è definita e variabile, circostan

(') Che Q_{d1} debba risultare, almeno teoricamente, inferiore a Q_a , si spiega facilmente osservando che il tempo occorrente per l'esaurimento di una falda, con superficie di fondo orizzontale e una volta annullatosi ogni ulteriore afflusso, risulta in sede teorica infinito. Si dimostra infatti che la curva di esaurimento (deflussi-tempo) per una falda in fase di esaurimento risulta asintotica, con asintoto rappresentato dall'asse dei tempi. In sede pratica è comunque da ritenere che il primo afflusso Q_a alla falda, specie se distribuito entro buona parte dell'anno, non riesca a smaltirsi prima del sopraggiungere del nuovo afflusso Q_a dell'anno successivo.

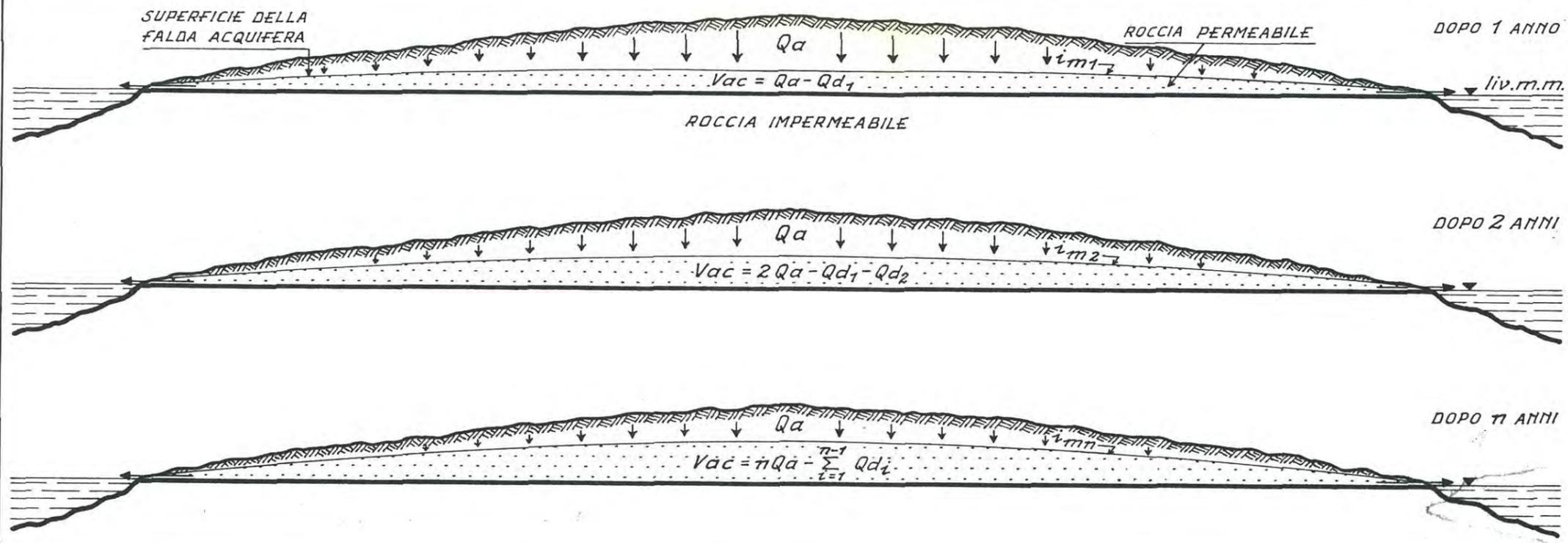
(") Nel ragionamento fatto si è parlato di anni, poichè nella pratica effettivamente risulta noto che dell'ordine di anni - e in non pochi casi anche di taluni secoli - è il tempo occorrente perchè si costituiscano, nei terreni più comuni, falde acquifere di una certa consistenza. Il fenomeno, sperimentato su modello in laboratorio potrebbe impegnare invece dei tempi brevissimi.

za questa che conduce, come nella prima parte di questa relazione è stato illustrato, ad un progressivo abbassamento di tale "superficie di fondo", via via che si solleva la superficie freatica al di sopra della quota 0 . Pertanto, il volume di accumulo V_{ac_i} dopo un numero i di anni, in parte si disporrà al disopra del l.m.m. (quota 0), fino a raggiungere nell'anno una cadente piezometrica media i_{mi} , in parte si disporrà al disotto di detta quota (Tavola XV). Confrontando gli schemi delle figure 5 e 5b, per i due casi di superficie di fondo di diverso tipo prese in esame, si ha peraltro che, allo scadere dell'anno i , la cadente piezometrica i_{mi} , raggiunta nel secondo caso, è minore che non nel primo. Si osservi però che non nello stesso rapporto stanno le portate di deflusso della falda verso la costa, in quanto nel secondo caso contribuisce a tale deflusso anche l'accumulo di acqua dolce posto al disotto della quota 0 .

E' ovvio che, ad equilibrio definitivamente raggiunto ($Q_a = Q_d$) - vale a dire, nel caso b, con "interfaccia" ovunque a profondità $32t$ sotto il livello mare, ove con t si rappresenta al solito la quota assoluta della falda - la cadente piezometrica debba risultare ovunque i_m (caso b) = $\frac{1}{\sqrt{33}} i_m$ (caso a) $\cong 1/6 i_m$ (caso a).

Ciò si ottiene facilmente eguagliando, sulla base della legge di Darcy, le portate di deflusso in una stessa sezione dei due casi sopra esaminati. (Tavola XVI).

Non altrettanto ovvio risulta il raffronto fra i tempi occorrenti perchè nei due casi si raggiunga il sopradetto regime di equilibrio, sebbene, in linea del tutto generale e per un complesso di ragioni sulle quali si sorvola, si sia portati ad affermare che detto tempo, nel caso di superficie di fondo definita e variabile rappresentata dall'acqua di mare (caso b), sia maggiore che nel caso rappresentato da superficie di fondo definita e fissa, rappresentata da uno strato roccioso propriamente impermeabile (caso a). A complicare enormemente lo argomento, quando si è in presenza di acqua di mare alla base della falda, interviene poi il noto ritardo col quale gli abbassamenti della "interfaccia" rispondono alla legge di Herzberg. Si tratta infatti di un vero e proprio fenomeno di "isteresi", per cui, se ad un certo punto la massa rappresentata dalla falda di acqua dolce, disposta in perfetto



EFFLUSSO = Q_{d1}

$Q_{d1} < Q_a$

EFFLUSSO = Q_{d2}

$Q_{d2} > Q_{d1}$

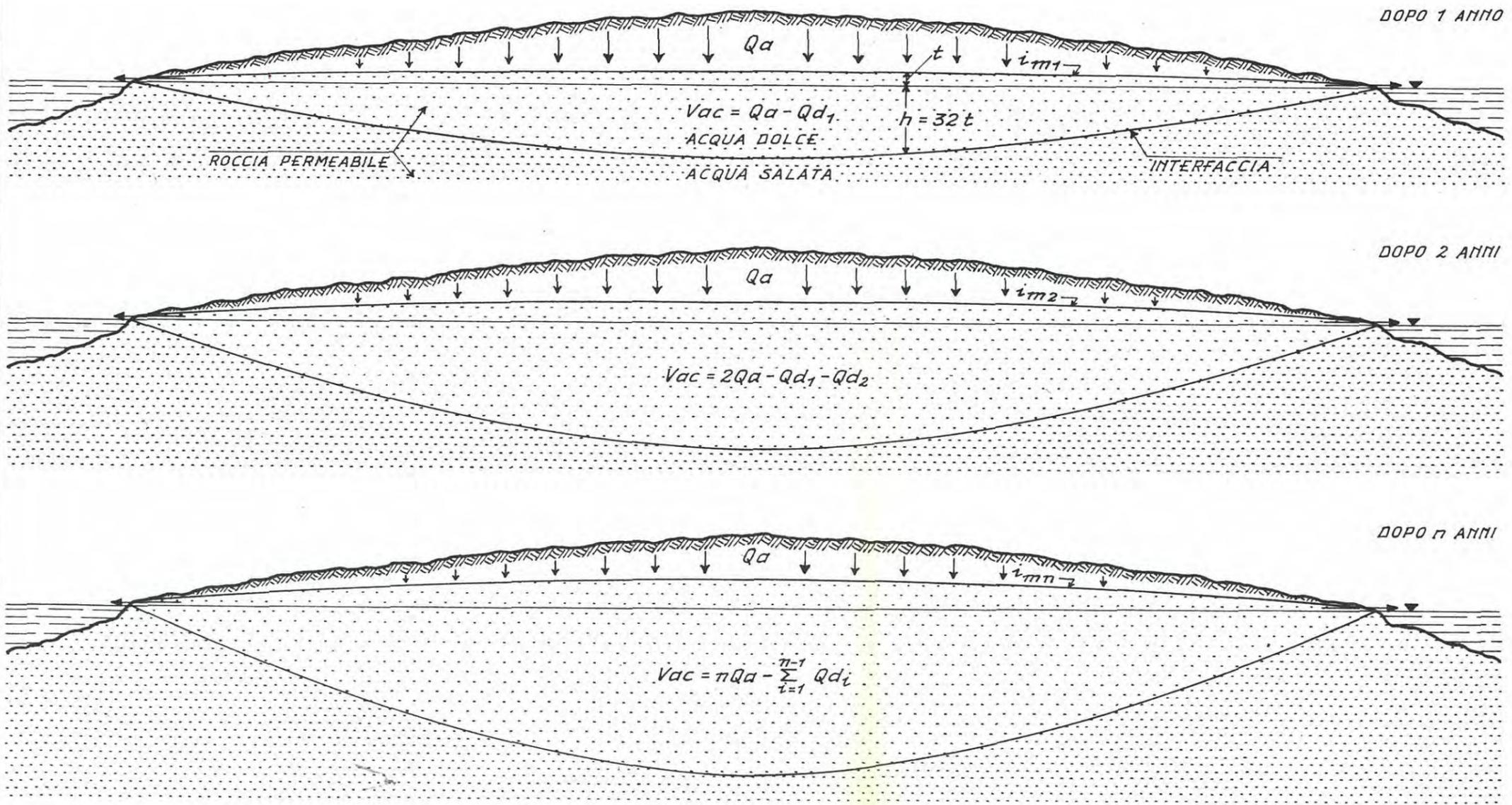
$i_2 > i_1$

EFFLUSSO = Q_{dn}

$Q_{dn} > Q_{dn-1} > \dots > Q_{d1}$

$Q_d = Q_a$

$i_{mn} > i_{mn-1} > \dots > i_{m1}$



IN GENERE Q_{di} (CASO b) $<$ Q_{di} (CASO a)
 i_{mi} (CASO b) $<$ i_{mi} (CASO a)
 RAGGIUNTO L'EQUILIBRIO DEFINITIVO
 ($Q_a = Q_d$), SI HA CHE:
 i_m (CASO b) $\approx \frac{1}{2} i_m$ (CASO a)

equilibrio statico sull'acqua marina (legge di Ghyben-Herzberg), aumentata per il sopraggiungere di nuovi afflussi dall'esterno, prima che si stabilisca l'equilibrio fra la quota t della falda e la profondità h della interfaccia ($h = 32t$), occorre un certo tempo, in quanto ciò implica lo spostamento della grande massa di acqua marina sottostante alla falda, su percorsi molto lunghi, onde far posto all'acqua dolce della falda aumentata di volume e di peso. (Figura 36).

In sostanza, la massa di acqua marina sottostante alla falda, racchiusa nei pori e nelle fessure di una formazione rocciosa deve ritenersi paragonabile ad un fluido altamente viscoso, tale cioè che, se sulla superficie di detto fluido si va a disporre un oggetto di minor peso specifico (nel nostro caso rappresentato dalla falda di acqua dolce), prima che questo penetri, sotto il suo peso, parzialmente nel fluido e si disponga nella sua perfetta posizione di equilibrio, occorre del tempo, funzione appunto della viscosità del fluido.

Nel nostro caso l' "isteresi", con la quale la massa di acqua marina, che permea la formazione rocciosa, risponde agli spostamenti in altezza richiesti dall'applicazione della legge di Herzberg, è funzione naturalmente della permeabilità del mezzo roccioso e, sembra pure, della distanza del punto che si considera dalla costa. Vale a dire cioè, il fenomeno di "isteresi" si risente maggiormente quanto meno permeabile è la roccia e quanto più distante risulta l'interfaccia dalla costa, laddove la massa di acqua marina è libera di spostarsi istantaneamente come e di quanto abbisogna.

Circa la entità del ritardo col quale l'interfaccia risponde effettivamente agli abbassamenti o ai sovralzamenti del pelo libero della falda, ben poco di preciso si sa per quanto si riferisce alla Puglia, dove, se da un lato la formazione calcarea deve ritenersi permeabile in grande, è pur vero che la massima parte dei vuoti è disposta orizzontalmente (lungo i giunti di stratificazione), di talchè più difficili risultano gli spostamenti in direzione verticale dell'acqua marina sottostante alla falda.

Per la falda di Miami in Florida, laddove il mare invade il continente penetrando entro rocce calcaree porose parzialmente fessurate (calcari eolitici del Pleistocene, calcari corallini e calcari tu

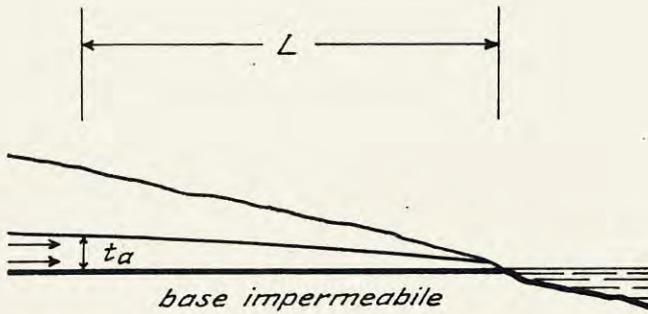
facei del Miocene), è stato accertato che il ritardo dovuto al fenomeno di isteresi è dell'ordine di alcuni mesi, a distanza di soli 3 + 4 Km dalla costa. Per la Puglia, trattandosi di calcari più permeabili (in molti punti addirittura carsici) è da ritenere a nostro avviso che l'"isteresi" difficilmente comporta dei ritardi dell'ordine di mesi, se non in punti assai lontani dalla costa. Ad ogni modo, come si è detto nelle pagine precedenti, detto fenomeno di "isteresi" rappresenta uno degli argomenti di primo piano, nelle indagini a carattere idrologico ancora da svolgere per la falda in Puglia.

Uno degli aspetti principali derivanti, nel ravvenamento di una falda, dalla lentezza con la quale si attua l'equilibrio contemplato dalla legge di Ghyberg-Herzberg, sta proprio nella incertezza che sussiste circa la ripartizione degli afflussi provenienti dall'esterno, rispettivamente nelle zone di falda sovrastanti e sottostanti al l.m.m.- In sostanza, riferendosi al caso generale dello schema di figura 7, se alla falda, caratterizzata in un punto P da un livello statico t sulla quota Q e da una profondità della interfaccia $h = 32t$, giunge un afflusso pluviometrico che solleva istantaneamente detto livello di Δt , la massa di acque dolce costituente la falda dovrebbe, a rigore, spostarsi verso il basso, secondo la legge di Herzberg, di $\frac{32}{33} \Delta t$, onde poter giungere ad una nuova posizione di equilibrio, caratterizzata dalla figura 36.

$$t' = t + \frac{1}{33} \Delta t \quad h' = 32t' = h + \frac{32}{33} \Delta t$$

Senonchè, data l'"isteresi", nel tempo occorrente per il raggiungimento di detta nuova posizione di equilibrio la falda defluirà verso il mare con una cadente piezometrica i che, per intenderci, definiremo "incrementata" derivante da altezze della falda non perfettamente equilibrate rispetto al mare, cosicchè tale cadente tende ad abbassarsi, nel periodo che potrebbe definirsi di "instabilità" per la falda non solo per effetto del normale deflusso a mare della massa di acqua dolce in mancanza di nuovi afflussi, ma anche per il ristabilimento dell'equilibrio statico dell'intera falda galleggiante sull'acqua di mare. Quando sarà infine raggiunto detto nuovo equilibrio, risulteranno valori di t' ed h' rispondenti sia alla legge di Herzberg ($h' = 32t'$), ma tali che $(h' + t') <$

caso - a

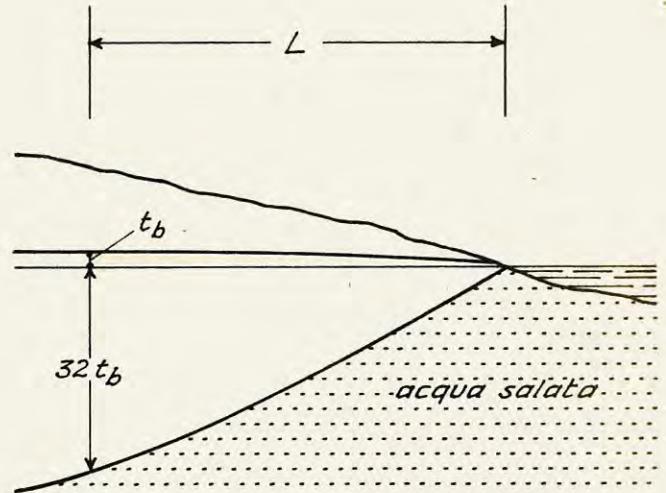


$$i_m = \frac{t_a}{L}$$

$$v = f \frac{t_a}{L}$$

$$q_d = f \frac{t_a^2}{L}$$

caso - b



$$i_m = \frac{t_b}{L}$$

$$v = f \frac{t_b}{L}$$

$$q_d = f \frac{t_b}{L} (33 t_b)$$

nell'ipotesi di deflussi uguali e costanti nei casi a e b si ha:

$$t_a^2 = 33 t_b^2, \text{ da cui}$$

$$t_b = \frac{1}{\sqrt{33}} t_a \approx \frac{1}{6} t_a ; i_m (\text{caso b}) \approx \frac{1}{6} i_m (\text{caso a})$$

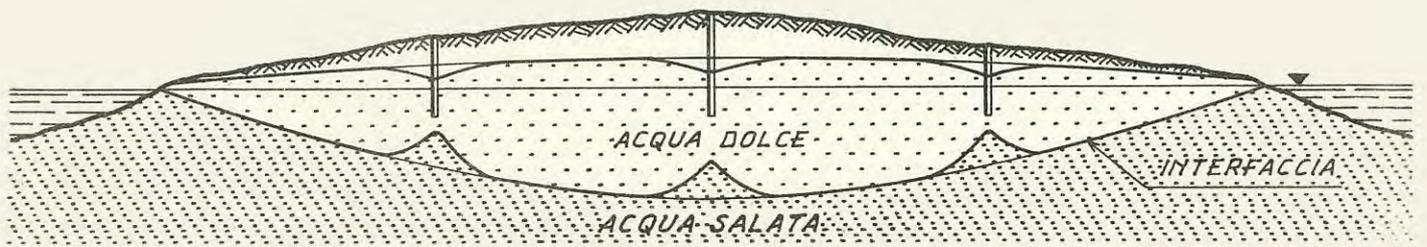
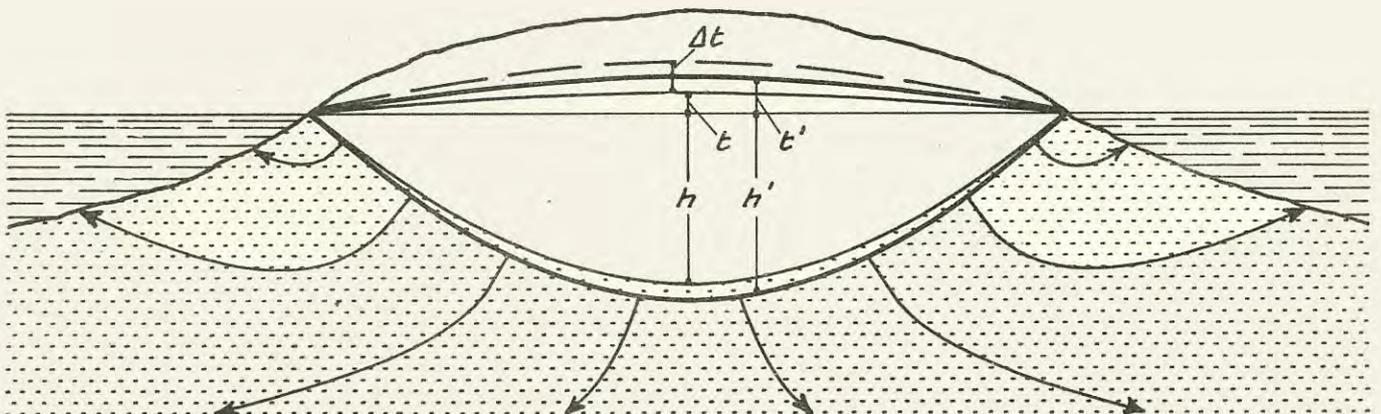


fig. 35



Mancando il fenomeno di isteresi, ad un afflusso pluviometrico, equivalente ad un ispessimento della falda Δt , consegue una disposizione della falda, rispetto al livello mare, data da:

$$t' = t + \frac{1}{33} \Delta t$$

$$h' = 32t + \frac{32}{33} \Delta t$$

Solo successivamente, e cioè raggiunto il nuovo equilibrio, sarà:

$$h' = 32t', \text{ ove: } (t' + h') < (t + h + \Delta t)$$

fig. 36

$\angle (h + t + \Delta t)$.

Sulla base dei concetti sopra esposti, conviene a questo punto riferirsi ad esempi più aderenti alla reale situazione idrologica della Penisola Salentina, specie per quanto si ritiene avvenga nell'anno idrologico medio, caratterizzato da afflussi pluviometrici alla falda nel solo semestre autunno-invernale.

Orbene, a dare spiegazione delle constatazioni di ordine pratico svolte nelle pagine precedenti, in merito al regime della "falda profonda" e delle sorgenti ad essa collegate, vale la sezione schematica della Tavola XVII in cui la superficie del suolo è solo in parte costituita da rocce assorbenti ai fini del ravvenamento della suddetta falda.

A seguito di un afflusso pluviometrico alla falda, questa subisce, nelle zone immediatamente sottostanti alle aree di assorbimento, un sovralzamento nel pelo libero Δt . (Tavola XVII - schema I). Da tali accumuli accentrati di acqua convogliata alla falda derivano, come nelle pagine precedenti è stato descritto:

- a) l'aumento notevole ed istantaneo nei livelli della falda in corrispondenza delle zone assorbenti;
- b) l'immediato aumentare della portata della sorgente A, posta subito a valle di terreni assorbenti in superficie.

Successivamente, mentre la nuova acqua giunta alla falda tende a distribuirsi sull'intera superficie freatica, la falda tende lentamente ad abbassarsi, in virtù della legge di Ghyberg-Herzberg. Gli abbassamenti risultano in un primo tempo prevalentemente concentrati nella zona di afflusso della nuova acqua e, di conseguenza, si constata che (Tavola XVII - schema II) :

- a) i livelli della falda, riferiti al l.m.m., tendono a diminuire in corrispondenza delle zone di assorbimento. Tale diminuzione è qui funzione vuoi dello spandimento del nuovo afflusso avutosi dall'esterno su tutta la superficie della falda (con un movimento prevalente orizzontale), vuoi dell'abbassamento dell'interfaccia tendente a ridurre, con l'isteresi sopra descritta, il sollevamento Δt avvenuto nella superficie freatica (con movimento prevalente verti

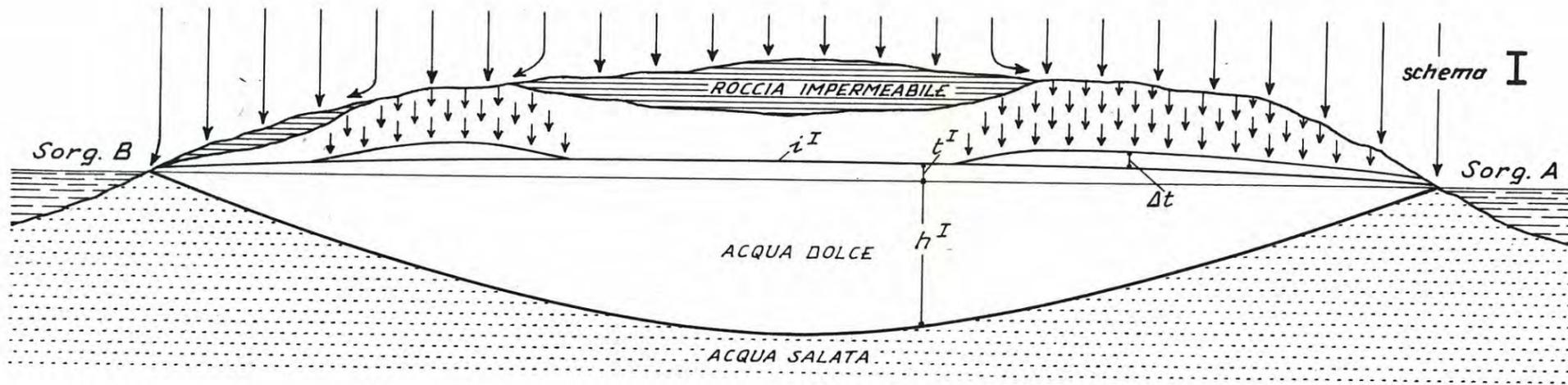
cale della massa di acqua dolce), vuoi infine del normale esaurirsi della falda per azione dei deflussi verso la costa (con movimento prevalente orizzontale).

Nelle zone laterali a quelle di assorbimento può aversi, secondo i casi, che la quota della falda o si solleva o si abbassa, rispetto al l.m.m., a seconda che prevalga l'effetto dello spandimento dell'accumulo d'acqua, in un primo tempo accentrato in corrispondenza delle sole zone di assorbimento (caso più probabile), ovvero che prevalga l'effetto del normale esaurimento della falda.

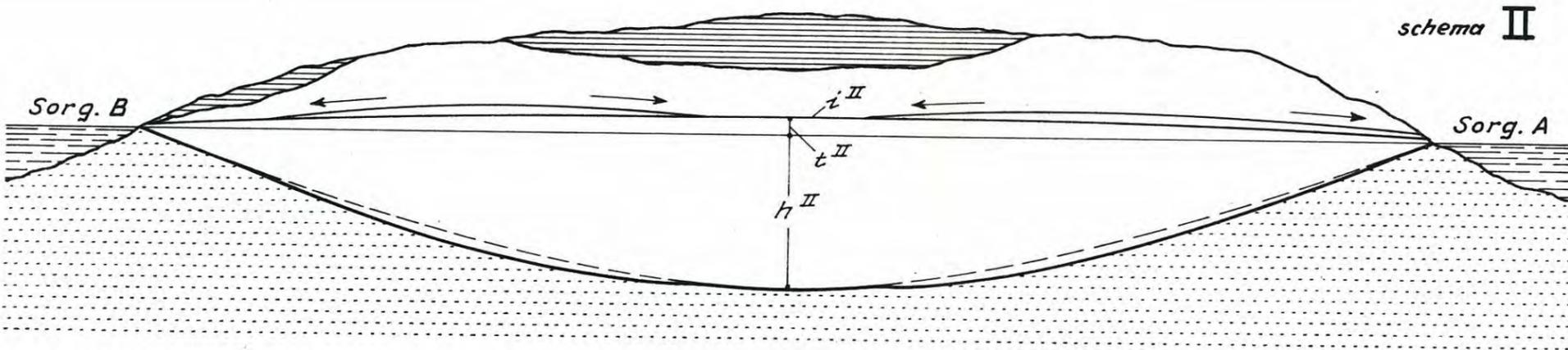
- b) La portata della sorgente A risulta, come nella fase precedente, ancora assai rilevante, in conseguenza della notevole cadente piezometrica (sopra definita "incrementata"), assunta temporaneamente dalla falda a seguito dell'accumulo di acqua dolce avvenuto subito a monte della scaturigine.
- c) Alla sorgente B, come mostra lo schema II della Tavola XVII, potrebbe in questa fase non riscontrarsi ancora alcuna sensibile variazione nella portata.

Nella fase successiva, di cui allo schema III della Tavola XVII, potremo raffigurarci gli accumuli di acqua, in un primo tempo concentrati in corrispondenza delle zone assorbenti in superficie, ormai distribuiti sull'intera falda, di talchè, alle constatazioni svolte per la fase precedente, si aggiunge la circostanza inerente ad un aumento della portata della sorgente B, distante dagli affioramenti assorbenti e dei livelli statici della falda nelle zone ricoperte in superficie da rocce impermeabile. Generalmente, sui livelli della falda in queste zone, prevale l'effetto dello spandimento dei ravvenamenti acquiferi, avvenuti nelle zone adiacenti, rispetto al normale esaurirsi della falda.

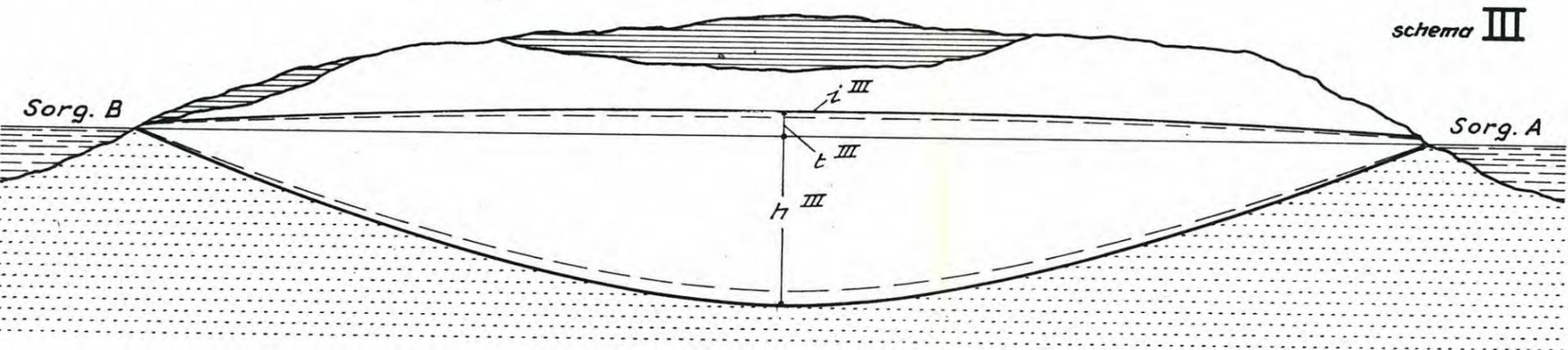
Un'ultima fase potrebbe rappresentarsi infine al termine del fenomeno di "isteresi", con il quale si effettua il raggiungimento delle nuove condizioni di equilibrio contemplate dalla legge di Herzberg. Il regime della falda in questa fase (Tavola XVII - schema IV) differisce sostanzialmente dal precedente proprio per il modo di variare nel tempo delle altezze t sul l.m.m. - Infatti, mentre nella fase III sugli abbassamenti dei livelli acquiferi influivano vuoi il normale



Durante un afflusso pluviometrico aumenta bruscamente la caduta t a monte della sorgente A e di quest'ultima aumenta di conseguenza la portata.

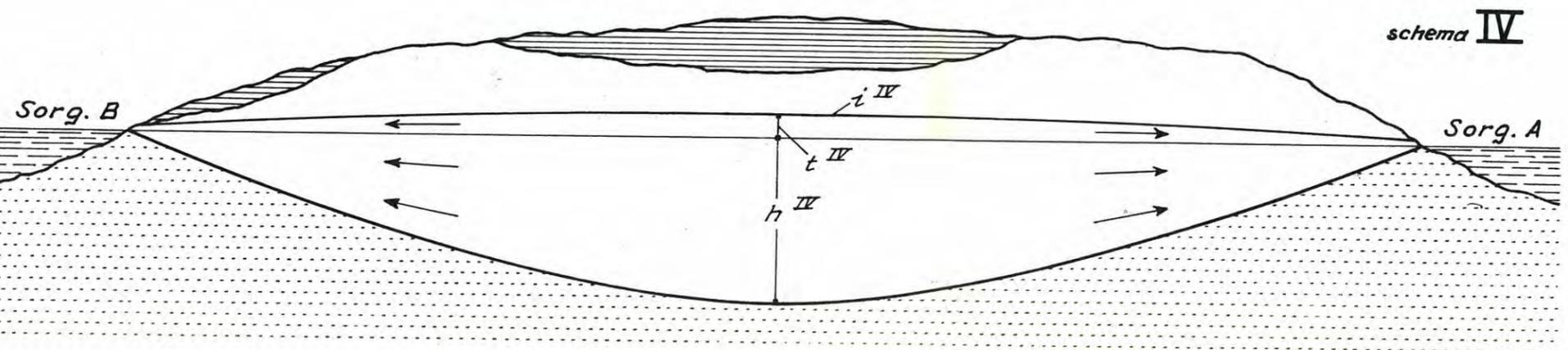


t ed h restano all'incirca eguali nelle fasi I e II - La sorgente B non ha ancora subito l'influenza dell'afflusso pluviometrico avutosi.



$$32 t^I < h^{III} < 32 t^{III}$$

Rispetto alla fase precedente risultano aumentati sia t che h ; t^{III} va diminuendo a monte della sorgente A e aumentando a monte della sorgente B



$$h = 32 t^{IV}$$

$$t^{IV} > t^I$$

$$h^{IV} > h^I$$

i^{IV} diminuisce con lentezza sia a monte della sorgente A che di quella B

esaurirsi della falda acquifera stessa (con movimento prevalente in direzione orizzontale), vuoi gli abbassamenti della interfaccia, tendenti a stabilire l'equilibrio di Ghyben-Herzberg (con movimento dell'acqua dolce prevalentemente in direzione verticale), ad equilibrio raggiunto - fase IV - gli abbassamenti dei livelli acquiferi sono vincolati unicamente al lento e normale esaurirsi della falda, cui fa riscontro un lento sollevamento della interfaccia, esattamente nella proporzione presunta della legge di Herzberg.

Con ciò trova spiegazione una constatazione pratica quanto mai importante, riguardante il regime della falda profonda in Puglia, cioè che in genere, subito dopo la stagione piovosa, i livelli della falda rispetto alla quota zero vanno diminuendo con rapidità molto maggiore che non nella stagione asciutta, con un regime che mal si adegua alle variazioni di portata delle sorgenti della regione (efflussi della falda verso il mare), le quali si manifestano, in proporzione, assai meno sensibili. In sostanza sembrerebbe che la cadente piezometrica di detta falda, giunta ad un certo valore i^{IV} , non si abbassasse oltre e che i deflussi della falda verso il mare continuassero in misura pressochè costante.

Tale si presenta infatti il regime della falda pugliese in estate e in taluni altri periodi di prolungata siccità, quando cioè ogni variazione di i , conseguente a variazioni nella quota assoluta t , comporta un sollevamento della interfaccia in misura pressappoco 32 volte maggiore di t . In tali condizioni il deflusso della falda verso le scaturigini litoranee sottrae acqua alla falda all'incirca solo per $1/32$ della porzione di falda sovrastante al l.m.m., e per il resto dalle regioni sottostanti a tale quota. Nella stagione autunno-invernale le variazioni nella cadente i risultano invece legate, più che ai deflussi verso il mare, agli afflussi, i quali, giungendo alla falda in periodi assai limitati dell'anno e attraverso le sole zone assorbenti in superficie, danno luogo al fenomeno di "isteresi" nelle variazioni di livelli della interfaccia e allo spandimento degli accumuli di acqua sull'intera superficie della falda, fenomeni questi che creano sensibili e complesse variazioni nei livelli e nelle cadenti della falda stessa.

L'argomento assai più si complica se si prende a considerare

il caso che un nuovo afflusso pluviometrico intervenga ancor prima che si sia ristabilito l'equilibrio a seguito dell'afflusso precedente. Questo caso, che nel semestre ottobre-marzo deve risultare probabilmente per la "falda profonda" della Puglia piuttosto frequente, presenta molte combinazioni, assai raramente prevedibili anche ad un esame particolareggiato della idrologia della regione.

Siamo qui dell'avviso che l'argomento in questione vada più utilmente inquadrato soprattutto dal lato qualitativo. Valgano infatti gli schemi sopra illustrati a chiarire le linee fondamentali dei fenomeni, onde interpretare nella maniera più giusta gli elementi registrati nel regime della falda, specie quando agli afflussi e ai deflussi sopra considerati vanno ad aggiungersi gli effetti dell'emungimento attraverso pozzi, il cui contributo al regime della falda sembra doversi ritenere a tutt'oggi ancora modesto.

EMUNGIMENTI CONSENTITI ALLO STATO DELLE ATTUALI CONOSCENZE

Gli assorbimenti pluviometrici medi annuali sopra calcolati e riportati, per i tre singoli bacini idrologici sopra contraddistinti, nella tabella 24, possono ritenersi equivalenti ai deflussi della falda verso il mare solo se si ritengono trascurabili gli attuali attingimenti alla falda in questione.

Questa circostanza, se vogliamo ritenerla in un certo senso ancora oggi valida, non lo sarà certamente più fra breve, poichè, oltre ai pozzi eseguiti dall'Ente, moltissimi sono stati in questi ultimi tempi i pozzi eseguiti da parte dei privati, pozzi per di più perforati ed attrezzati con una tecnica e con criteri rispondenti praticamente ai sani risultati ottenuti e resi di dominio pubblico dall'Ente stesso. Gli impianti idonei alla utilizzazione integrale di detti pozzi a scopo irriguo sono oggi in via di realizzazione onde è da presumere che fra brevissimo tempo la "falda profonda", specie nella Penisola Salentina, non possa più ritenersi grosso modo indisturbata, come all'epoca del primo "censimento pozzi" espletato nel 1951 o delle prime ricerche effettuate dall'Ente, quando cioè i pozzi privati

risultavano prevalentemente non utilizzati o utilizzati solo per una modesta aliquota della loro potenzialità (1).

Sul preciso numero dei pozzi allo stato attuale esistente nella regione e sulle singole possibilità di emungimento di essi, come più diffusamente diremo fra poco, non si posseggono oggi elementi sufficienti onde, data la estrema importanza dell'argomento al fine di pervenire, con una certa attendibilità, ai volumi di acqua annualmente estraibili della falda, è evidente la necessità di procedere quanto prima ad un nuovo accurato censimento degli impianti realizzati al di fuori dell'opera svolta dall'Ente.

Spinti per semplicità a considerare pertanto, in questa sede, la falda profonda della regione in studio pressappoco ancora indisturbata, possiamo tradurre i ravvenamenti sopra calcolati in deflusso della falda verso il mare, con il risultato che segue:

	1° bacino	2° bacino	3° bacino	Complessivamente per i tre bacini
-Ravvenamento annuale della "falda profonda" in mc	934x10 ⁶	356x10 ⁶	374x10 ⁶	1.664x10 ⁶
-Deflusso medio annuale di detta falda verso il mare in mc/sec	29,5	11,2	11,8	52,5

A questo punto nella progettazione di reti di pozzi ai fini della utilizzazione irrigua è stato tentato, e precisamente per l'agro Brindisino, il passaggio dai deflussi medi complessivi di ciascun bacino idrologico al contributo medio di deflusso relativo l'unità di superficie della falda (valutato nell'ordine di 4+6 lt/sec Km²). Questo criterio non sembra allo stato delle attuali conoscenze, applicabile in ogni caso, essendo ben numerose le ragioni per le quali detto contribu

(1) Si tenga presente in proposito che l'emungimento effettivo dai pozzi della regione in studio non sembra per ora superiore ai 50 + 60.000 mc all'anno.

to unitario varia fortemente da punto a punto della regione in studio. Infatti, a parte la considerazione che i maggiori contributi al deflusso si hanno in corrispondenza di quelle zone di falda ricoperte da rocce assorbenti in superficie, laddove più diretto è il ravvenamento della falda stessa, va osservato che il mezzo acquifero presenta una permeabilità molto variabile, di talchè un valore medio calcolato per tale contributo avrebbe un significato puramente teorico, di utilità molto dubbia ai fini della disposizione dei pozzi e dell'influenza reciproca fra essi.

In effetti, una riprova di quanto si è detto sta nella entità delle portate di talune sorgenti della regione (per esempio Idume, Tara, Galese, Chidro), le quali raggiungono in qualche caso portate di oltre 4000 lt/sec, il che dimostra come in taluni punti i deflussi siano convogliati in gran quantità lungo vie preferenziali di tipo carsico, come particolarmente sembra avvenire per la parte sud della Penisola Salentina.

Sulla entità dei suddetti deflussi unitari gioca peraltro un ruolo di prevalente importanza la presenza di sbarramenti costituiti da rocce impermeabili lungo la costa, le quali, ostacolando in non pochi casi il deflusso diretto della falda a mare lungo tratti di parecchi chilometri, deviano i deflussi verso i margini di tali affioramenti impermeabili, laddove si riscontrano in genere i maggiori accentramenti di deflussi della regione.

A spiegare ciò non bastano però le sole sorgenti a tutt'oggi note attraverso i rilevamenti effettuati dal Servizio Idrografico (Tabella 25). Queste rappresentano nè più nè meno che le manifestazioni concentrate, grossomodo misurabili e comunque più evidenti della emergenza della "falda profonda" lungo il perimetro della regione bagnata dal mare. In aggiunta a queste ed a parte il numero indubbiamente molto elevato delle sorgenti litoranee, singolarmente di entità modesta, costituenti il deflusso della falda distribuito in misura più o meno continua in corrispondenza dei lunghi tratti di calcari acquiferi della regione immergentesi direttamente nel mare ("Acque di Cristo" del litorale adriatico barese), va rilevata infatti la presenza di molte altre scaturigini, più o meno concentrate e manifestantisi

TABELLA 25

N° di ord.	Denominazione della sorgente	Comune	Quota sul ma re = m	Portata in lt/sec	Media portata mi surata	
					dal	al
1	Collettore sinistro	Trani	0,50	147	1926	1951
2	Collettore destro	Trani	0,50	486	1926	1951
3	Vasca di Trani	Trani	2	176	1926	1951
4	Carratoio	Trani	2	117	1927	1951
5	Acqua di Cristo	Monopoli	0,30	103	=	1951
6	Grotte del Bue	Monopoli	0,20	6	1948	1951
7	Tara	Taranto		4.000	1926	1951
SORGENTI DEL BACINO II						
1	Fiume Grande	Fasano	2	661	1926	1951
2	Fiume Piccolo	Fasano	1	340	1926	1951
3	Fiume Morello	Ostuni	2	375	1926	1951
4	Cervarolo	Carovigno	3	12	1927	1951
5	Pozzella	Carovigno	3	10	1927	1951
6	Lapani	Brindisi	2	170	1927	1951
7	Siedi	S.P.Vern.	2	120	1927	1951
8	Chidro	Manduria	1	2.577	1926	1951
9	Burago	Manduria	2	214	1926	1951
10	Riso	Taranto	8	80	1926	1951
11	Battentieri	Taranto	2	178	1926	1951
12	Galese	Taranto	3	490	1926	1951
13	Lavandaia	Taranto	3	30	1926	1951
14	Marangio	Taranto	4	11	1948	1951
SORGENTI DEL BACINO III						
1	Idume	Lecce	0,50	1.404	1926	1951
2	Giammatteo	Lecce	8	328	1946	1951
3	Acquatina	Lecce	0,50	223	1926	1951

attraverso impaludamenti di talune aree costiere della penisola, ovvero a quota inferiore al livello del mare (sorgenti subacquee), onde difficile ne risulta la individuazione e addirittura impossibile la misurazione di portata, anche come solo ordine di grandezza.

E' sintomatico in proposito il caso del litorale adriatico, laddove le sorgenti note attraverso i dati del Servizio Idrografico raggiungono una portata media complessiva dell'ordine di 2 mc/sec appena, contro un deflusso della falda a mare che deve raggiungere e superare indubbiamente i 20 mc/sec, trattandosi di buona parte del deflusso della zona corrispondente al maggiore dei tre bacini idrologici sopra contraddistinti, cui è stato dianzi assegnato un deflusso medio annuo complessivo, per il litorale adriatico di Bari e il litorale jonico di Ginnosa, di circa 30 mc/sec. Da tale raffronto si deduce facilmente che assai rilevante, lungo tale litorale, deve risultare il deflusso di tipo continuo e piuttosto uniforme, privo cioè di grosse manifestazioni sorgentizie. Queste ultime si riscontrano invece per il 2° bacino (Brindisi-Taranto), laddove le sorgenti note raggiungono una portata pari a circa metà del deflusso ^{medio} complessivo, calcolato in poco più di 11 mc/sec.

Per quanto riguarda infine il bacino idrologico di Lecce, scarsa importanza avrebbe un raffronto con le sorgenti a tutt'oggi note attraverso gli elementi rilevati dal Servizio Idrografico, poichè molte altre sono le sorgenti litoranee non note e delle quali necessita quanto prima un accurato rilevamento, documentato da accurate misure di portata.

Ciò premesso, chiarito che i deflussi della "falda profonda" verso il mare avvengono in parte in forma continua, diremo quasi con una certa uniformità lungo il perimetro delle formazioni geologiche acquifere bagnate dal mare, in parte invece in forma concentrata, vale a dire cioè in punti determinati, con portate accentrate dell'ordine di centinaia ed anche migliaia di lt/sec, vien fatto di chiedersi: quando la falda non potrà più ritenersi indisturbata, vale a dire, quando sarà iniziata la vera e propria utilizzazione della falda, cosa avverrà nel regime delle scaturigini verso il mare? A questo punto occorre premettere qualche chiarimento su quello che sarà il nuovo regime della falda, in funzione non soltanto degli afflussi e dei deflussi, come fatto in precedenza, bensì anche degli emungimenti.

Segnatamente a tale argomento, si esamina il caso che gli emungimenti avvengano unicamente nel semestre aprile-settembre (falde in fase di esaurimento), quando cioè può ritenersi che gli afflussi pervenuti dall'esterno alla falda siano ormai distribuiti con regolarità su tutta la superficie freatica. Riferendosi, come si è fatto negli schemi precedenti, a quanto avviene nell'anno idrologico medio e posto che - ovviamente - gli emungimenti non superino in tale anno il totale degli afflussi alla falda fino a che questa è indisturbata sussiste $Q_a = Q_d$; nel regime che si stabilisce in presenza di emungimenti, corrispondenti ad una portata complessiva nell'anno Q_e , dovrà risultare invece $Q_a = Q_d + Q_e$. Vale a dire con ciò che gli emungimenti sottrarranno acqua alla falda prima che questa raggiunga il mare, con la conseguenza che, trattandosi nel nuovo regime di smaltire al mare un deflusso minore che nel caso di falda indisturbata, per la legge di Darcy detta falda defluirà nell'anno idrologico medio con una cadente i_m e, corrispondentemente, con livelli t della superficie freatica minori. In osservanza alla legge di Herzberg deve presumersi quindi, che lo sche-
la IV della Tavola XVII assuma, riferito alla falda in fase di emungimento, una forma tale che, confrontata col precedente schema, mostri valori di $t_1^{IV} < t^{IV}$, $h_1^{IV} < h^{IV}$ e $i_1^{IV} < i^{IV}$.

Pertanto, dalle considerazioni sopra svolte scaturiscono in breve le seguenti conseguenze degne di nota:

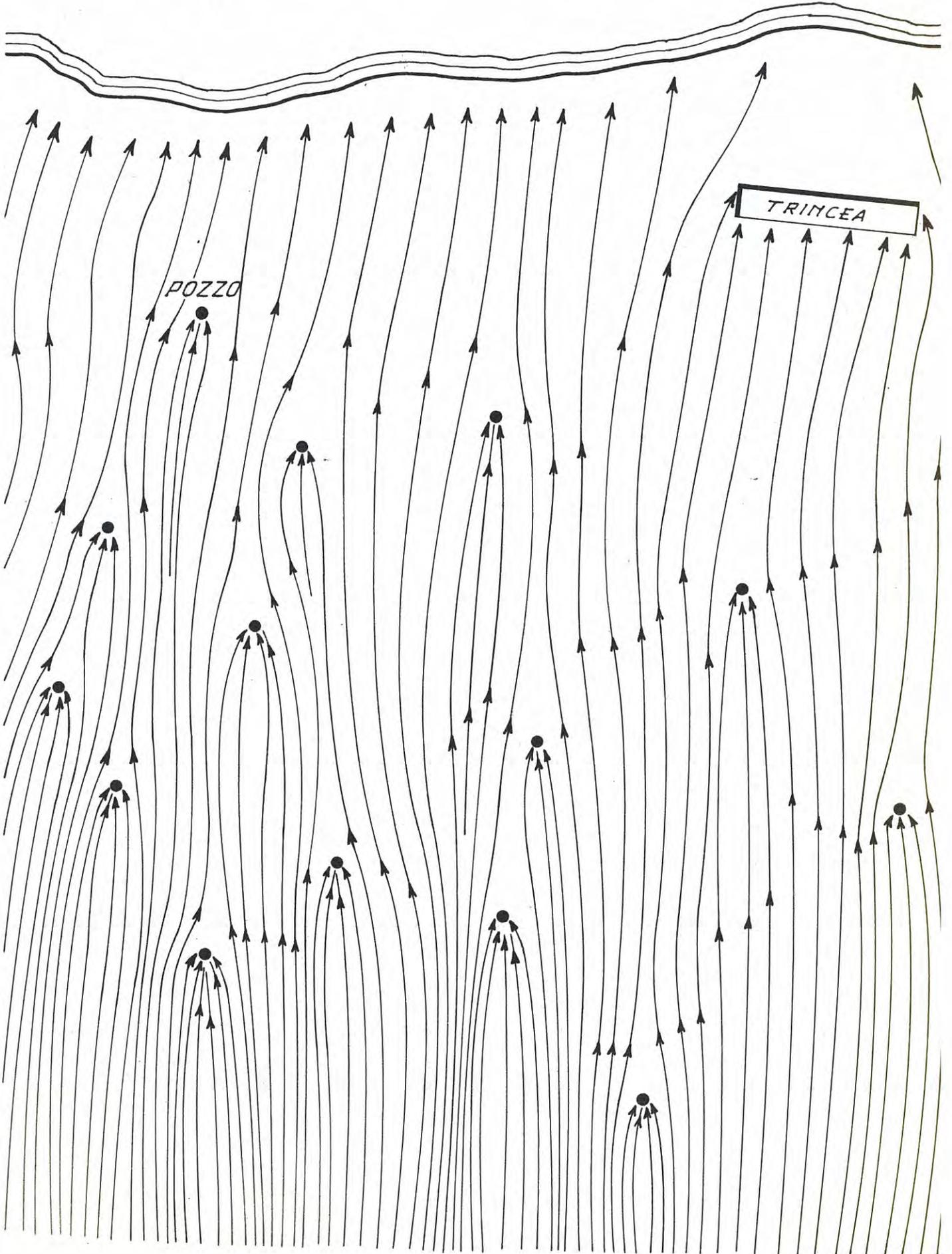
- a) Il regime relativo alla falda, sottoposta all'utilizzazione nel periodo aprile-settembre, si differenzierà dall'attuale regime della falda indisturbata soprattutto per livelli e cadente piezometrica di magra più o meno sensibilmente inferiori ai valori fino ad oggi misurati.
- b) Le distanze $h - L'$ (Tavola XIX), fra il fondo dei pozzi a tutt'oggi costruiti e la nuova posizione assunta dall'interfaccia risulteranno, nel regime di utilizzazione, per forza di cose, inferiori a quelle misurate nel regime della falda pressappoco poco indisturbata, il che rende, come meglio diremo fra poco, ottimistici, ai fini dell'intrusione di acqua marina nel pozzo, i calcoli sulla portata massima emungibile, svolti sulla base dei livelli di magra della falda fino ad oggi rilevati.

c) Nel graduale passaggio al regime finale di utilizzazione intercorrerà un certo periodo - probabilmente di alcuni anni - in cui, contrariamente a quanto sopra esposto, risulterà nell'anno $(Q_d + Q_e) > Q_a$, e ciò perchè, dovendo la falda stabilizzarsi nel nuovo regime su valori medi di t, h e i inferiori a quelli del regime attuale pressochè indisturbato, gli emungimenti e i deflussi sommati assieme finiranno col sottrarre acqua, in tale particolare periodo, non solo ai normali afflussi alla falda, ma anche alla riserva costituita da quest'ultima, comportando il nuovo regime un assottigliamento della intera falda adagiata sull'acqua di invasione marina.

Per quanto riguarda l'entità degli emungimenti complessivi consentiti, si è già detto in varie occasioni, nelle pagine precedenti, quanto arduo risulti pronunciarsi oggi, con gli elementi a disposizione, su tale argomento. Si sa, ovviamente, che essi debbono nell'anno tenersi molto inferiori alla portata di afflusso Q_a alla falda, specie se si considera la circostanza che essi avverranno nel solo semestre primaverile-estivo, mentre nel semestre ottobre-marzo ad esaurire la falda ci saranno solo i deflussi verso il mare. D'altra parte, considerato il fenomeno limitatamente al semestre degli attingimenti, la possibilità che questi assumano una certa consistenza implica che la falda posseda in tale periodo delle convenienti altezze sul l.m.m., il che determina indubbiamente una cadente non nulla in corrispondenza della linea di spiaggia e di conseguenza un deflusso verso il mare.

Ciò vuol dire praticamente che gli emungimenti non potranno evitare del tutto i deflussi contemporanei della falda verso il mare, ma essi produrranno solo una limitazione di questi ultimi, in confronto a quelli che, nello stesso semestre, si sarebbero avuti nel caso di falda indisturbata. Ai deflussi verso il mare contemporanei agli emungimenti contribuiranno soprattutto i deflussi della falda esternamente alle zone di influenza di ciascun pozzo, secondo quanto mostra la Tavola XVIII. Infatti, posto a base del nostro ragionamento la constatazione che i pozzi nei calcari fessurati della Puglia si influenzano generalmente solo se posti a breve distanza (dell'ordine di alcune centinaia di metri) e considerato che tali pozzi risultano invece costruiti, nella regione in studio, a distanza media dell'ordine di qualche chilometro, deve ritenersi cospicuo

M A T E



quel deflusso che, evitando tali pozzi, riuscirà a raggiungere egualmente il mare, nonostante l'azione degli emungimenti.

Meglio sarebbe, naturalmente, se l'utilizzazione della falda potesse attuarsi attraverso una rete di pozzi assai numerosi, disposti a breve distanza fra loro, il che ridurrebbe di molto l'entità del deflusso della falda a mare. Potrebbe così evitarsi gran parte del deflusso in forma continua ed uniforme lungo le linee di costa.

Le sorgenti carsiche vere e proprie non risentirebbero però, in tal caso, che solo di una riduzione di portata, dipendente principalmente dalla diminuzione delle cadenti a monte, in quanto, trattandosi di acqua proveniente da ben determinate vie preferenziali nel sottosuolo (fratture carsiche), l'esperienza ha dimostrato che difficilmente queste si rintracciano e si seguono con pozzi trivellati, di talchè bisogna ritenere pressochè impossibile captare buona parte della portata di una sorgente carsica attraverso pozzi trivellati a monte.

Considerata, quindi, da quanto esposto, la incertezza che ancora oggi sussiste in merito alla effettiva entità degli emungimenti che potranno in seguito consentirsi dalla "falda profonda", oggetto dei nostri studi, è opportuno qui procedere almeno ad un confronto fra la portata estraibile dai pozzi a tutt'oggi eseguiti nella regione e i deflussi della falda indisturbata verso il mare. A questo punto, riprendendo quanto esposto nella prima parte di questa relazione, in merito al sollevamento, di forma conica, dell'acqua marina sottostante al pozzo in fase di emungimento, va ricordato che ad una depressione Δt corrisponde un sollevamento della interfaccia $y = 32 \Delta t$. (Tavola XIX). Orbene, è stato illustrato nella prima parte come il pompaggio attraverso un pozzo influisca sull'equilibrio della interfaccia in maniera assai più complessa di quanto sia espresso dal semplice equilibrio statico, contemplato dalla legge di Herzberg. L'applicazione diretta dei principi idrodinamici al problema mostra infatti che il cosiddetto "cono" di intrusione" di acqua salata, aumentando via via la depressione Δt , durante il pompaggio, irrompe nella falda l'acqua dolce soprastante prima ancora che il vertice di detto cono raggiunga il fondo del pozzo, e cioè prima ancora che la depressione Δt raggiunga il valore limite $t - 1/32 L'$. (Tavola XIX).

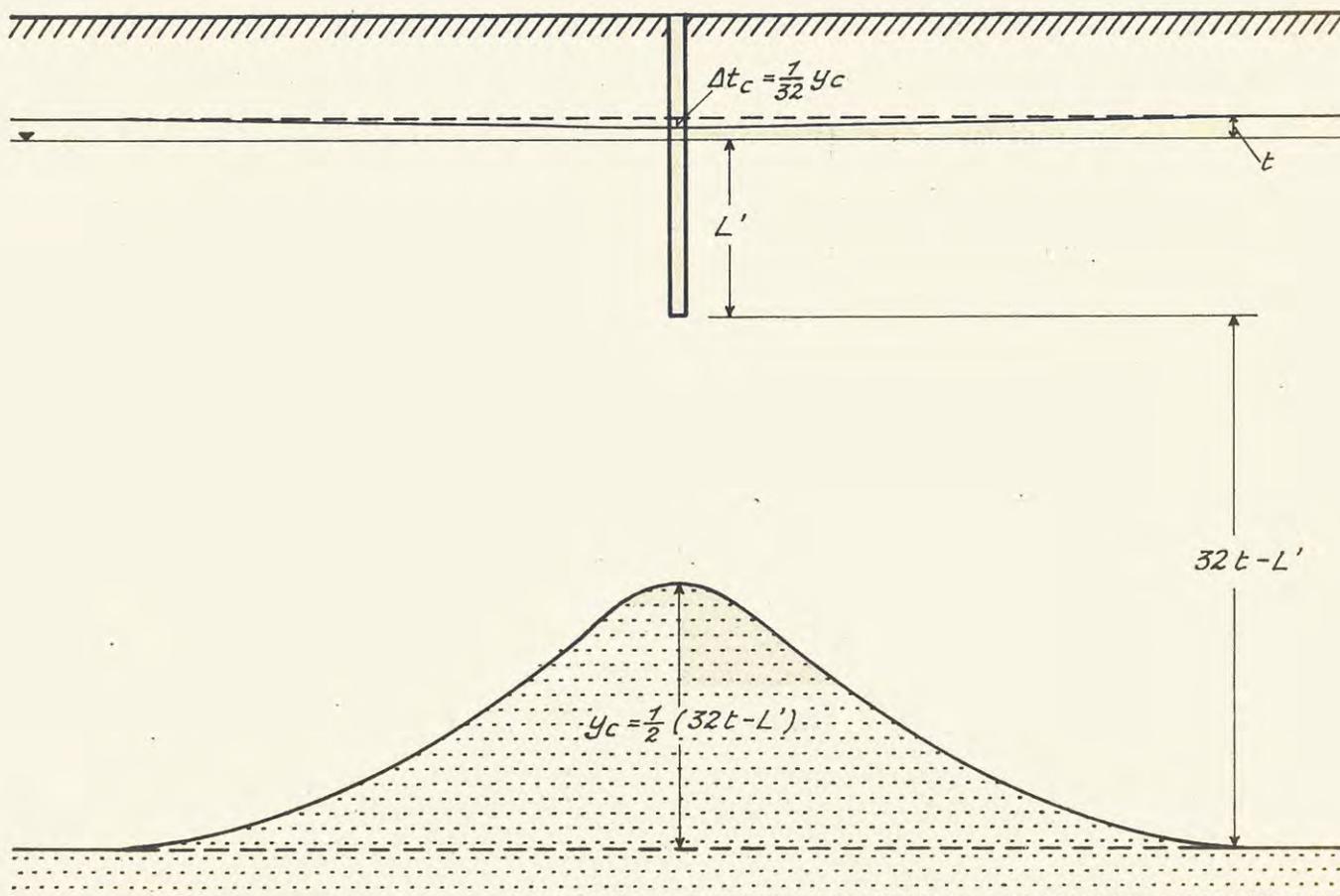
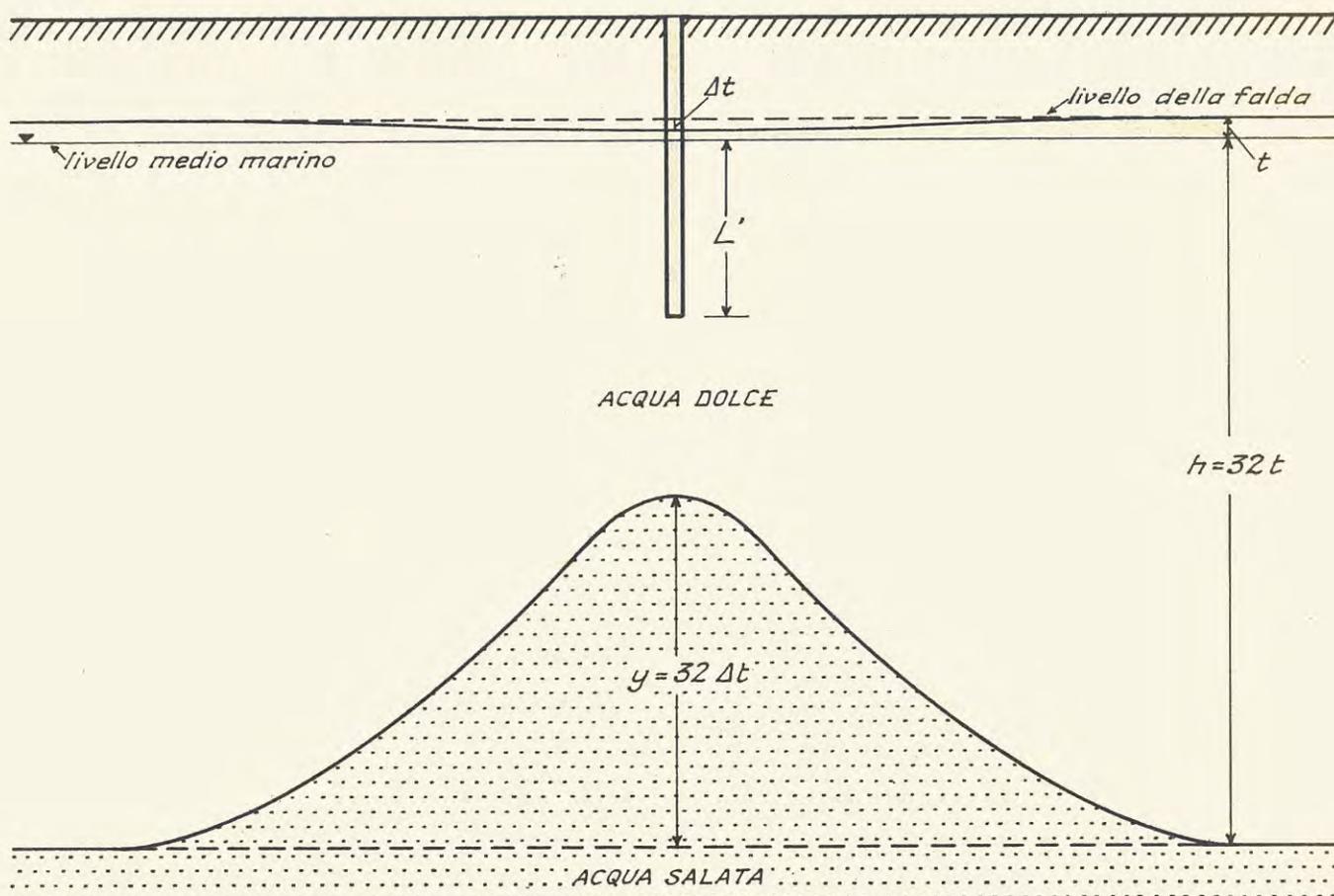
Riprendendo il termine, adottato nella prima parte, di "depressione critica", oltre la quale si ha, per determinate condizioni di regime della falda, l'irruzione dell'acqua salata nel pozzo, sulla base di elementi statistici relativi alle ricerche freatiche svolte sui pozzi della regione in studio e di taluni dati teorici, tratti da altri studi effettuati sull'argomento, si può ritenere, cautelativamente, che il cono di acqua marina possa irrompere nella falda quando il sollevamento della interfaccia raggiunga il valore $y = \frac{1}{2} (32t - L')$, di talchè alla depressione critica Δt_c può assegnarsi approssimativamente il valore $\frac{1}{32} \frac{1}{2} (32t - L')$. Di conseguenza il valore della depressione Δt che conviene adottare nello sfruttamento di un pozzo deve risultare in ogni caso:

$$\Delta t < \frac{1}{32} \frac{32t - L'}{2}, \text{ e cioè } \Delta t < \frac{t}{2} - 0,01562 L'$$

In merito poi ai valori di t da adottare nella formula sopra riportata, anzichè adottare il valore reale del livello acquifero che di volta in volta si riscontra nel pozzo, è opportuno adottare costantemente il livello t di massima magra della falda, essendo questo l'unico livello cui si può ritenere corrisponda, in seguito al fenomeno di "isteresi" negli spostamenti della interfaccia, una profondità h di questa eguale all'incirca a $32t$.

Dai diagrammi portate-depressioni, costruiti per ciascun pozzo della regione, sarà quindi possibile leggere, in corrispondenza della depressione sopra ricavata, la massima portata consentita per ciascun pozzo. Senonchè, allo stato delle conoscenze attuali, solo di pochissimi pozzi, fra quelli di ricerca, si conosce l'effettivo valore del livello acquifero di magra - attraverso le misurazioni fratimetriche che l'Ente va svolgendo da qualche anno a questa parte - onde, volendo risalire alle "portate critiche" di ciascun pozzo della regione, non si può che far riferimento al valore di t , di consueto misurato subito dopo costruito il pozzo, valore questo nella maggior parte dei casi sensibilmente superiore a quello di magra.

Va ricordato ancora, in questa sede, che come lunghezza L' del pozzo deve assumersi la profondità, sotto il l.m.m., fino alla quale si spinge il tratto di pozzo in formazione rocciosa permeabile (fessurata), elemento questo da dedursi caso per caso, sulla base della ef-



fettiva stratigrafia ottenuta durante la perforazione, la quale risulta talora attestata, per un certo tratto al fondo, in formazione rocciosa impermeabile.

Sulla base del procedimento sopra esposto, sono stati quindi calcolati i valori delle "portate critiche" per i singoli pozzi di ricerca e per quelli perforati dall'Ente per conto della Sezione Riforma, pozzi dei quali le notizie di carattere idrogeologico e idrologico sono state date nella prima parte di questa relazione. È naturale che i valori delle "portate critiche" calcolati risultano per forza di cose approssimati per eccesso, vuoi perchè si son dovuti assumere nei calcoli valori di t nella maggioranza dei casi superiori a quelli di magra, vuoi perchè i livelli della falda, di cui oggi si è in possesso, risultano indubbiamente superiori a quelli che si stabilizzeranno nel nuovo regime che la "falda profonda" assumerà durante l'utilizzazione della falda stessa.

Nel confronto da farsi fra le portate complessive emungibili dai pozzi esistenti nella regione in studio e i deflussi della falda, riferiti al caso di falda indisturbata, sarà bene peraltro tener conto che, nel semestre aprile-settembre (in cui si effettueranno gli emungimenti) i deflussi della falda verso il mare si mantengono, per le complesse ragioni sopra illustrate, inferiori ai valori medi annuali sopra calcolati. Potremmo ritenere, ad esempio, che almeno i $3/5$ del ravenamento annuale della "falda profonda" defluisca a mare nel semestre ottobre-marzo, mentre i $2/5$ (e probabilmente anche meno) defluirebbero nel semestre aprile-settembre in assenza di emungimenti, con valori calcolati di 23,6 - 9 e 9,4 mc/sec, rispettivamente per il I°, II° e III° bacino idrologico sopra considerati. È a questi valori pertanto che conviene più cautelativamente far riferimento nelle considerazioni che ora si vanno a fare per ciascuno dei tre bacini idrologici in cui si è divisa la regione in studio.

I° - Bacino idrologico (Murge di Bari - Ginosa)

Scarsamente numerosi sono in questa zona i pozzi di ricerca eseguiti dall'Ente e, di conseguenza, modesta risulta la portata complessiva massima estraibile da essi. Infatti, avvalendosi della formu

la riportata a pag.138 che dà la depressioni critica in funzione delle caratteristiche dei pozzi e del livello statico della falda nonchè sulla base dei diagrammi delle misure di portata eseguite dall'Ente (diagrammi che per brevità si omettono in questa sede) si ottiene per i pozzi eseguiti dall'Ente una portata totale estraibile di lt/sec 880. Al contrario, notevole risulta, per le ragioni innanzi esposte, la portata della falda defluente a mare in condizioni indisturbate.

Per quanto riguarda i pozzi appartenenti a privati, si contano lungo il litorale adriatico 800 pozzi a scavo forniti di norie o piccole motopompe, i quali, da indagini espletate, risultano in genere solo per il 40% funzionanti contemporaneamente nel periodo irriguo. Assegnando a ciascuno di essi, come effettivamente si conviene, un emungimento di 1,5 lt/sec, si ottiene che essi potranno sottrarre al deflusso verso il mare, nel semestre aprile-settembre, una portata massima complessiva di circa 450 lt/sec.

In merito ai pozzi forniti di veri e propri impianti meccanici (pompe di vario tipo), all'epoca del censimento 1951 se ne contavano 108 (di cui 9 trivellati e 99 a scavo). A questi si sono aggiunti di recente moltissimi altri, tutti trivellati. Valutando il numero di questi ultimi sulla base delle iniziative note all'Ente, si tratta di ben 250 pozzi, tutti peraltro in provincia di Taranto. Bisogna infine presumere che per lo meno un'altra cinquantina non noti siano stati perforati in questa zona, onde il numero dei pozzi privati, aggiuntisi di recente a quelli esistenti alla data del 1951, sono circa 300.

Valutando che il privato vada ad estrarre mediamente da ciascuno di questi pozzi una portata di 10 lt/sec (inferiore a quella massima, consentita mediamente dalle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche di detti pozzi), si raggiunge una portata complessiva dell'ordine di 3000 lt/sec.

In definitiva, per il bacino idrologico qui preso in esame, si ha quindi:

- portata media defluente a mare durante il semestre aprile-settembre, per falda indisturbata	:	23,6 mc/sec
- portata media complessiva delle sole sorgenti litoree carsiche, di cui alla tabella 1	:	5,05 "

- portata che si ritiene venga estratta da n.800 pozzi provvisti di norie o piccole motopompe:	0,45 mc/sec
- portata massima estraibile dai pozzi perforati dall'Ente :	0,88 "
- portata di cui si presume l'estrazione attraverso circa 300 altri pozzi, eseguiti da privati, in gran parte trivellati e forniti di pompe :	3,00 "

In effetti, la portata totale estraibile dai pozzi che si presumo a tutt'oggi esistenti nell'area corrispondente al bacino idrologico in questione raggiunge un valore totale che, al confronto della portata calcolata per la falda, considerata come indisturbata e defluente verso il mare, ne rappresenta una modesta aliquota. Si tratta in sostanza di circa 4,5 contro 23,6 mc/sec. Il ragionamento assume però un diverso aspetto se si tiene conto del fatto che la massima parte dei pozzi eseguiti dai privati entro l'area di detto bacino è accentrata in provincia di Taranto, e più specificatamente in quella parte del versante jonico pugliese interessato dalla cospicua scaturigine del Tara, avente da sola una portata media di circa 4 mc/sec, nonchè dal noto anello di S.Cataldo. Pertanto, dovendo ritenere che, nella zona ove tali pozzi sono oggi più accentrati, la riserva di acqua rappresentata dalla "falda profonda" tributa fondamentalmente alla sorgente del Tara, bisogna in questa zona porre assolutamente freno alla incontrollata iniziativa individuale, riesaminando scrupolosamente le possibilità di bilancio idrologico locale e ridimensionando eventualmente le utilizzazioni da pozzi.

Al contrario, lungo il litorale adriatico barese (da Barletta a Fasano), laddove in forma continua e quasi ininterrotta avvengono i massimi deflussi della falda verso il mare e i pozzi sono per la massima parte rappresentati da quelli modestissimi, forniti di norie e prossimi alla linea di spiaggia, vanno favorite in ogni modo le intraprese da parte del privato, esortandolo a spingersi anche in zone a quota superiore alla curva di livello 50, onde tenersi quanto più possibile lontani dalla costa, ad evitare la nociva influenza dell'acqua marina sulla falda. Lungo tale tratto di litorale, predisponendo gli attingimenti nella forma tecnicamente più conveniente, si potrebbe cortare su un attingimento complessivo alla falda di molti mc/sec, contro il mc appena, corrispondente ai pozzi attualmente esistenti.

II° Bacino idrologico (Brindisi - Taranto)

I pozzi eseguiti dall'Ente, secondo i calcoli eseguiti con i criteri esposti a pag.138, possono dare una portata massima complessiva di 2492 lt/sec.

Per quanto si riferisce ai pozzi privati, quelli risultanti dal censimento 1951 ammontavano a 123 (di cui 28 a scavo e 95 trivellati), con una portata emungibile dell'ordine di 1000 lt/sec. Valutando quelli privati, perforati dopo tale data, sulla base di dati resi noti all'Ente Irrigazione, si ha che per lo meno altri 160 pozzi sono stati perforati in questi ultimi sei anni, con una portata complessiva estraibile dell'ordine di 1600 lt/sec.

Così stando le cose, per il bacino in questione si ha il seguente prospetto:

- portata media defluente a mare durante il semestre aprile-settembre, per falda indisturbata	:	9	mc/sec
- portata media complessiva delle sorgenti carsiche, di cui alla tabella 1	:	5,26	"
- portata estraibile dai pozzi perforati dall'Ente	:	2,5	"
- portata di cui si presume la estrazione attraverso 280 pozzi eseguiti da privati, prima e dopo il 1951	:	2,6	"

La domanda da farsi a questo punto sarebbe: di quanto diminuirà la portata media complessiva delle sorgenti comprese entro questo bacino nel nuovo regime della falda, relativo alla fase di emungimento da tutti i pozzi sopra considerati? A questa domanda non è facile rispondere. D'altra parte è da tener conto della circostanza sopra più volte sottolineata, e che cioè, mentre le sorgenti ridurranno, forse non di molto, la loro portata, a questa bisognerebbe altresì aggiungere quel deflusso in forma continua lungo il litorale, che sfugge in verità alla osservazione e che comunque, sia pure in forma molto ridotta, sussisterà anche quando si procederà all'emungimento da tutti i pozzi della zona.

Comunque, allo scopo di rendersi conto della entità notevole, raggiunta dalla portata complessivamente emungibile dai pozzi eseguiti nel bacino in questione, basta considerare che questa ultima, sommata alla portata delle sorgenti - considerate in condizioni di falda

pressocchè indisturbata - supera sensibilmente il deflusso verso il ma re calcolato per la falda indisturbata. Questo non è certo un conto or toso, essendosi considerata la portata delle sorgenti in condizioni di falda indisturbata. D'altra parte, in via del tutto preliminare, ba sta tale considerazione perchè si stimino eccessive - ai fini del bi- lancia idrologico di questo bacino, allo stato delle conoscenze attua- li - le portate dei pozzi calcolate.

In sostanza, se si vogliono utilizzare tutti i pozzi presenti entro l'area corrispondente al bacino idrologico di Brindisi - Taranto, non resta che iniziarne per ora la utilizzazione in forma più modesta, vale a dire cioè con una portata complessiva che si adegui agli effet- tivi ravvenamenti della falda e ai deflussi delle sorgenti carsiche sopra segnalate.

Per quanto riguarda invece la esecuzione di nuovi pozzi, so- lo dopo il ridimensionamento di tutte le utilizzazioni esistenti da par te di un competente Organo, sarà possibile concedere eventuali altre autorizzazioni, in zone ove naturalmente l'addensamento di detti poz- zi risulti basso, in confronto ai deflussi della falda verso il mare.

III° - Bacino idrologico (Lecce)

I pozzi perforati dall'Ente Irrigazione entro questo bacino possono attingere, in base ai criteri limitativi precedentemente espo- sti, una portata massima dell'ordine di 1900 lt/sec.

Entro lo stesso bacino si contavano, col censimento 1951, n.180 pozzi appartenenti a privati (di cui 110 a scavo e 68 trivellati), cui si deve attribuire, sulla base di valutazioni svolte a suo tempo dal- l'Ente, una portata emungibile media per ciascun pozzo di 5 lt/sec, on de ad essi corrisponde una portata complessiva dell'ordine di 900 lt/sec.

Dal 1951 ad oggi è stata ufficialmente resa nota all'Ente la perforazione di 147 nuovi pozzi, ma quelli realmente perforati in tale periodo sono da ritenersi almeno 250. E poichè, sulla base di alcune sommarie valutazioni - le quali attendono una migliore conferma - a ciascuno di tali pozzi deve attribuirsi una portata media emungibile di almeno 10 lt/sec, si presume che una portata estraibile dell'ordi-

ne di 2500 lt/sec debba sommarsi a quelle dianzi calcolata per i pozzi dell'Ente e per quelli privati precedenti al 1951.

Così stando le cose, per il bacino idrologico in parola si perviene al prospetto che segue:

- portata media defluente a mare, durante il semestre aprile-settembre, per falda indisturbata :	9,4	mc/sec
- portata media complessiva delle sorgenti, di cui alla tabella 1 :	1,95	"
- portata massima estraibile dai pozzi perforati dall'Ente :	1,9	"
- portata estraibile dai pozzi dovuti alla iniziativa individuale, prima e dopo il 1951 :	3,4	"

E' nostra opinione, però, come è stato illustrato nelle pagine precedenti, che le sorgenti contenute nella tabella 1 non siano tutte quelle che effettivamente si rilevano nella zona qui presa in esame. Comunque, su questa base, le conclusioni cui si perviene per il bacino idrologico di Lecce sono le stesse esposte per il bacino precedente, di Brindisi-Taranto. Una portata complessiva di 5,3 mc/sec ('), emungibile da pozzi disposti nella zona prima ancora che si stabilissero dei sani criteri connessi alle possibilità di ravvenamento della falda stessa, se confrontata al deflusso verso il mare di 9,4 mc/sec, ottenuto per la falda in condizioni indisturbate, deve ritenersi eccessiva. Pertanto, volendo procedere ad una prima utilizzazione di tutti i pozzi sopra elencati, non c'è che fissare per essi dei limiti di portata da dedurre, caso per caso, da un esame approfondito delle varie zone di cui si compone il bacino in esame, sulla base dei locali ravvenamenti alla falda, delle caratteristiche idrologiche in genere delle formazioni acquifere, e, infine, dell'addensamento dei pozzi esistenti.

(') - Nel calcolo di tale portata non è stato naturalmente tenuto in conto il contributo dato da quei pozzi attingenti a falde ritenute in dipendenti dalla "falda profonda". Si vuole qui far riferimento a quelle falde di acqua dolce contenute nei calcari organogeni a struttura tufacea, compresi fra Lecce ed Otranto non comunicanti con le fessure dei calcari cretatici di base, imbevuti qui per la maggior parte da acque eccessivamente salmastre.

Conclusioni - Ulteriori indagini da compiere -

E' chiaro, dall'esposizione dei risultati degli studi svolti, che solo attraverso l'impiego, in forma ridotta e cautelativa, dei pozzi a tutt'oggi perforati nella regione e dall'attenta osservazione, sotto forma di studio, di tutti gli elementi idrologici relativi agli effetti che tali emungimenti produrranno sulla falda acquifera in questione, sarà possibile fra qualche anno acquisire un'idea più concreta sulle effettive disponibilità di acqua sotterranea della regione.

E' stato altresì chiarito, nelle pagine precedenti, quanto difficile risulti peraltro l'indagine nei primi tempi, fino a che cioè, dall'attuale regime di falda pressochè indisturbata, si raggiungerà il nuovo regime, relativo alla fase di impiego di tutti i pozzi eseguiti. Fra questi vanno tenuti in conto i pozzi eseguiti dall'Ente e quelli appartenenti a privati, i quali ultimi, di numero più che doppio, di quelli eseguiti dall'Ente, sono in condizioni geoidrologiche assai migliori e, di conseguenza, capaci di dare in media singolarmente un maggiore e migliore tributo acquifero. Va ricordato infatti che i privati si sono in questi ultimi anni proficuamente avvalsi dei risultati delle ricerche svolte dall'Ente e, pertanto, vinto lo scetticismo degli anni passati, sono andati quasi sempre a colpo sicuro, perforando raramente con esito negativo.

Per quanto riguarda le modalità da osservare nell'emungimento di ciascun pozzo, preso singolarmente e senza alcun riferimento alle effettive disponibilità della falda, ai fini di preservare il pozzo dall'influenza dell'acqua marina occorre, come sopra si è detto, mantenersi con la depressione nel pozzo al di sotto del valore:

$$\Delta t_c = \frac{1}{2} t - 0,01562 L'$$

ove, ripetiamo, con Δt_c viene indicata la cosiddetta "depressione critica", la quale serve caso per caso a regolare la portata massima emungibile da ciascun pozzo. In effetti, della formula sopra riportata, ci si può avvalere in due modi diversi: ritenendo cioè t (livello statico di magra della "falda profonda") ovvero L' (profondità del pozzo al disotto del l.m.m. o, meglio, la massima profondità alla quale si incontra, lungo il pozzo, la formazione rocciosa permeabile) costanti.

Nel primo caso si ha $\Delta t_c = f(L')$, e meglio ancora $L' = f(t_c)$, formula della quale ci si avvale fundamentalmente durante la costruzione di un pozzo, onde stabilirne appunto la profondità più conveniente. A ciò si può giungere servendosi in pari tempo delle curve di portata relative a varie profondità raggiunte dal pozzo, in quanto a noi interessa in fondo conoscere in quali condizioni del pozzo si possono ottenere l'optimum di portata.

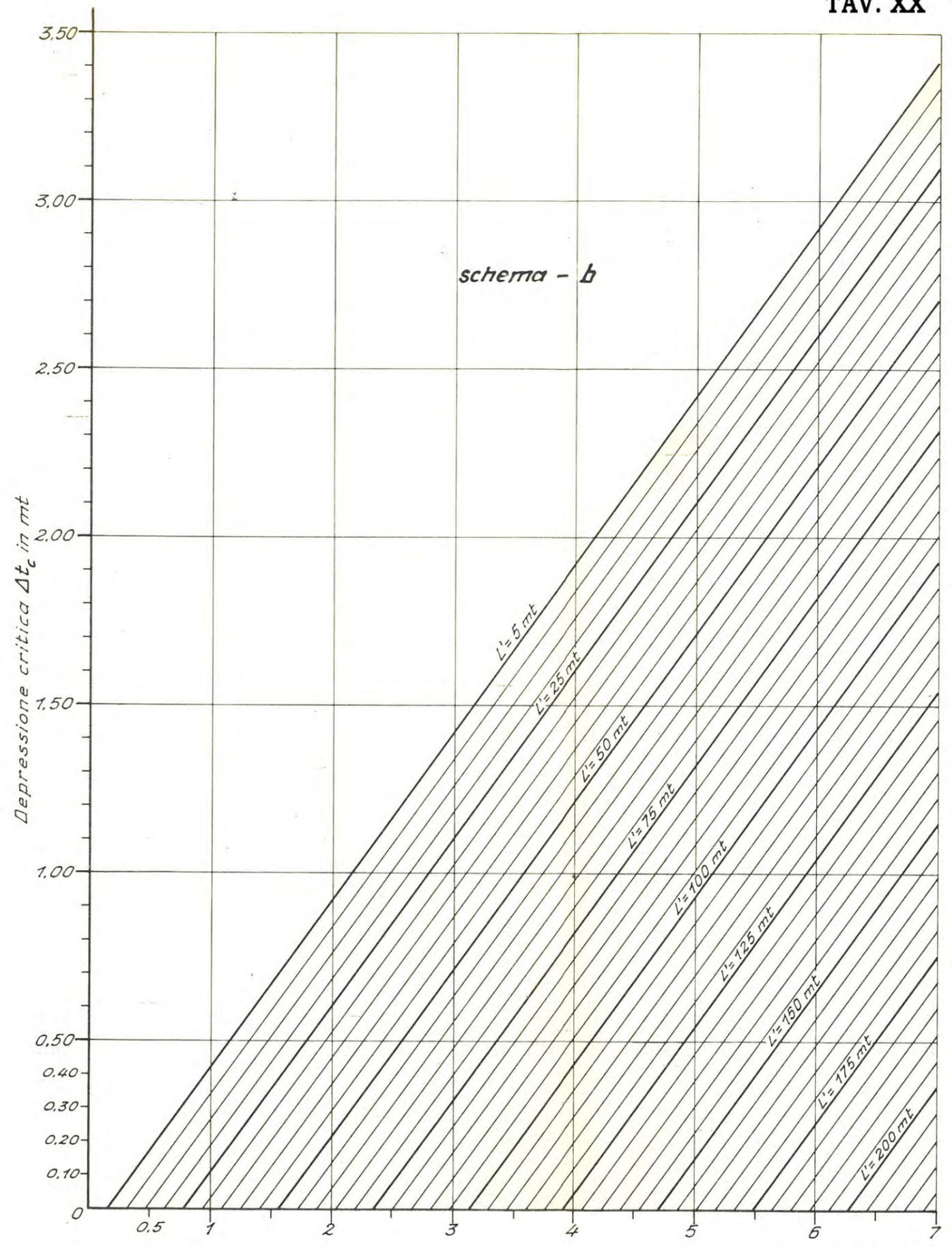
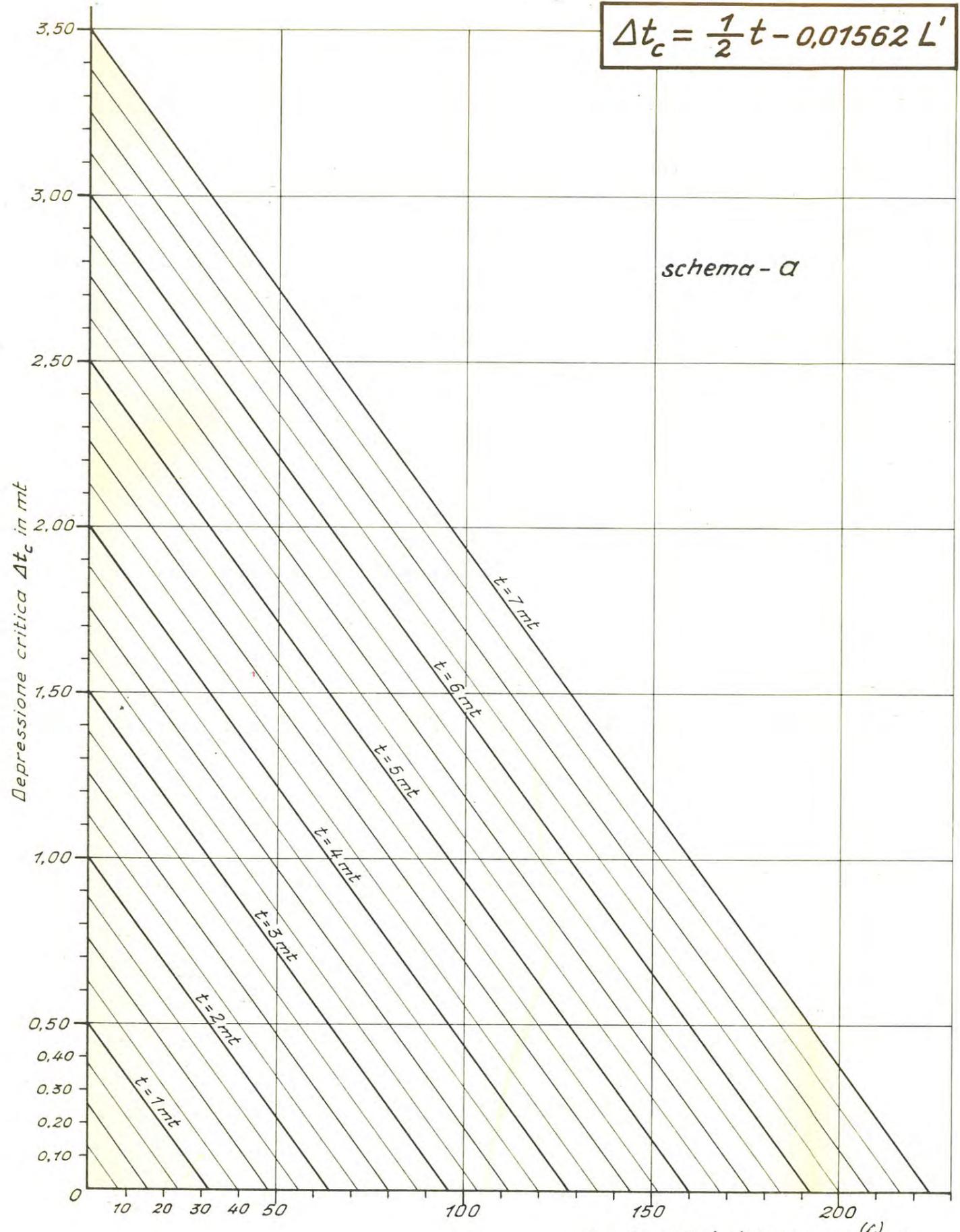
Nel secondo caso, invece, si ha $\Delta t_c = f(t)$, formula della quale ci si avvale fundamentalmente durante la utilizzazione del pozzo. A dette due formule corrispondono i diagrammi lineari, di utilità essenzialmente pratica, riportati rispettivamente negli schemi a e b della Tavola XX.

Le portate corrispondenti alle depressioni critiche, di cui ai suddetti diagrammi, rappresentano dei massimi ai quali è necessario tenersi convenientemente al disotto, se si vuole evitare la irruzione di acqua salata nel pozzo. Esistono però delle ragioni di altra indole, che vincolano egualmente le portate singole emungibili dai pozzi, e queste si ispirano al criterio di ridurre quanto più possibile i deflussi della falda a mare, durante la stagione degli attingimenti, fondando soprattutto sulla più idonea distribuzione dei pozzi stessi zona per zona.

In altre parole si osserva che, laddove si riscontra un forte addensamento di pozzi, è necessario ridurre le portate singole, eventualmente a beneficio di nuovi pozzi da sistemare in zone caratterizzate da un minore addensamento, anche se disposte a quota superiore a 50 + 60. L'adozione di un tale criterio appare del tutto ovvia; allo scopo di ridurre il sollevamento della interfaccia di una certa zona ricca di pozzi e lasciare scorrere altrove la "falda profonda" del tutto indisturbata verso il mare, conviene estendere i pozzi ovunque e limitarne le portate singole. Al limite, la condizione ideale sarebbe distribuire più o meno uniformemente i pozzi ovunque la "falda profonda" presenti delle buone condizioni di impiego, limitando le portate dei singoli pozzi, pur raggiungendo in totale una portata cospicua, consentita naturalmente dalle disponibilità locali della falda stessa.

E' questo uno dei principali argomenti da inserire fra gli studi e le indagini da compiere in sede di progettazione degli impianti irrigui, sede nella quale occorre sviluppare i concetti esposti nella pre

$$\Delta t_c = \frac{1}{2}t - 0,01562 L'$$



(A) se il pozzo è attestato in formazioni impermeabili, con L' s'intende la profondità alla quale si spinge lo strato acquifero più profondo rinvenuto dal pozzo

sente relazione in vista delle esigenze di carattere irriguo ed economico delle varie zone interessate.

A tale scopo grande importanza riveste, in sede pratica, la in dividuazione, sia pure approssimata, dei cosiddetti "sottobacini" idrologici, vale a dire cioè per i distretti irrigui che di volta in volta interessano, i territori che contribuiscono al ravvenamento di quei settori di falda di cui si prevede la utilizzazione. Allo studio di tale argomento contribuiranno soprattutto il tracciamento accurato delle iso pieziche relative alla "falda profonda", il rilevamento esatto delle aree assorbenti in superficie e alimentanti detta falda, nonché tutti gli elementi geoidrologici acquisiti sui pozzi di ricerca, in particolare riferentisi alle osservazioni freatimetriche svolte nel periodo delle prime utilizzazioni e connessi all'andamento delle precipitazioni meteoriche.

Non va dimenticato, nello studio idrologico dei singoli sotto bacini, il carattere della permeabilità della formazione acquifera, in relazione specialmente alla presenza di eventuali sorgenti cospicue di natura carsica. La esistenza di queste ultime può, per esempio, subordi nare in qualche caso la possibilità di utilizzazione attraverso pozzi di una più o meno rilevante estensione della falda a monte della sorgen te stessa. Vogliamo cioè dire, più semplicemente, che esistono taluni sottobacini idrologici, le cui disponibilità di acque sotterranee sono prevalentemente convogliate, attraverso particolari fratture propriamente carsiche, verso una determinata sorgente e che quindi, stando la pratica difficoltà di attingere acqua da dette fratture nelle zone a monte della sorgente, deve ritenersi che detti bacini siano pressochè sterili, ai fini di una più o meno integrale utilizzazione delle effe tive disponibilità locali di acqua sotterranea attraverso pozzi. In so stanz è da riconoscere che i deflussi della "falda profonda" verso il mare, sotto forma di sorgenti, sono talora veramente cospicui, nè è da pensare che per mezzo di pozzi disposti nelle zone a monte sia possibi le sottrarre in misura notevole acqua alle manifestazioni sorgentizie litoranee. La scarsa influenza reciproca, verificatasi fra i pozzi con tiguini durante alcune prove di attingimento (vedi esperienze già descritte per i pozzi eseguiti nella zona dell'Idume), sta a dimostrare praticamente quanto sia illusorio fermare, lungo alcuni tratti di costa,

il deflusso della falda verso il mare, pompando da pozzi distanziati fra loro anche di solo alcune centinaia di metri.

Da queste brevi considerazioni e da quanto si è avuto in precedenza a dire circa le cautele da adoperare nell'impiego dei pozzi, al fine di evitare un eccessivo e dannoso sollevamento del tetto di acqua marina sottostante alla "falda profonda", scaturisce la opportunità di impiegare, ovunque ce ne sia bisogno, anche le sorgenti là dove esse affiorano, trattandosi di deflussi che in ogni caso continuerebbero ad andare in buona parte a mare, perdendosi del tutto.

Questa osservazione cade tanto più a proposito se si tiene presente quanto dianzi si è detto in merito alla assoluta inopportunità di estrarre dai pozzi attingenti alla "falda profonda" della Puglia, acqua nella massima quantità consentita dalle caratteristiche idrologiche e geoidrologiche dei pozzi stessi. In sostanza si è suggerito sopra, molto opportunamente, di aumentare possibilmente il numero dei pozzi, specie in quelle zone che ne risultano prive, diminuendo nel contempo la entità degli attingimenti, specie in quelle zone ove maggiore risulta l'addensamento degli impianti di estrazione dalla falda. Ciò che, in altre parole, vuol dire procedere ad una migliore e più razionale distribuzione dei punti di attingimento della falda, senza superare - in particolare nei bacini idrologici di Brindisi, Taranto, Lecce - determinate portate complessive da definirsi concordemente come massime estraibili, almeno nei primi anni di utilizzazione dei pozzi.

A sviluppare in sede pratica tale tesi, traducendola caso per caso in piani organici per lo sfruttamento della falda in questione - attraverso i progetti di utilizzazione nelle varie zone - non sempre risultano però sufficienti, a nostro avviso, le considerazioni svolte nella presente relazione.

Dette considerazioni devono ritenersi infatti il risultato di un primo organico complesso di indagini, che pone il tecnico, chiamato a progettare le future irrigazioni della Puglia, di fronte ad un quadro di massima abbastanza attendibile di quelle che sono le disponibilità idriche della regione e, soprattutto, delle modalità da osservare nello sfruttamento di esse. Non poche sono però, come si è avuto più volte occasione di dire, le ulteriori indagini da compiere, allo

scopo di giungere gradualmente alla utilizzazione della massima parte possibile delle risorse idriche della regione, senza interferenza nociva da parte dell'acqua marina di fondo ed evitando il progressivo im poverimento delle risorse stesse.

A questo punto, data la particolare natura delle acque reperite ed in considerazione dell'impiego cui dovranno essere destinate, un problema di carattere più specificatamente chimico-agrario e indubbiamente dei più impegnativi fra quanti altri ne possono insorgere ~~esse~~ ~~pos~~ ~~sono~~ ~~essere~~ ~~possi~~ deve qui ricordarsi: ed è quello relativo alla valutazione della resistenza al salmastro delle comuni piante coltivate e conseguentemente al limite massimo di salinità delle acque da usare a scopo irriguo. Ma alla sua soluzione nessun contributo può scaturire dalle ricerche di cui si è qui riferito. Trattando di tale questione, in sede diversa ('), uno dei componenti della Commissione ne faceva osservare come l'utilizzazione irrigua delle acque salmastre risulti disciplinata, oltre che dai caratteri delle acque, da numerosi agenti dell'ambiente climatico e pedologico e da particolari fattori di ordine fisiologico; che le norme da applicare in questi speciali interventi fanno capo alla larga serie di discipline controllate dall'attività agronomica; che pertanto il problema è tale da trovare la sua soluzione soltanto nel campo agronomico. Aggiungeva, anzi, che anche in tale campo difficilmente si potrà contare su una soluzione di ordine generale; ma che, in ciascun caso concreto, si dovrà ricercare la soluzione particolare, sulla scorta di un'attenta valutazione dei numerosi fattori concorrenti, tutti determinati (")

Tornando invece a trattare degli aspetti idrologici ed idrogeologici della "falda profonda" della Puglia di volta in volta sono state poste in risalto nel corso di questa relazione, gli argomenti che ancora restano da studiare o da precisare ulteriormente, nell'interesse pre

(') - Bottini O e Lisanti L. - "Considerazioni e ricerche sull'irrigazione con acque salmastre lungo il litorale barese". Annuale Sperimentale Agr. - IX 401 - Roma 1955.

cipuo delle utilizzazioni. Si tratta, in sostanza, di ricerche imprescindibili, da compiere parallelamente alle prime utilizzazioni ed al controllo rigoroso di queste.(')

Non va dimenticato a questo punto che i numerosi problemi, il cui esame qualitativo qui preliminarmente condotto ha portato ad impostare, richiedono indagini teorico-sperimentali dalle quali non si può prescindere se si vuole giungere a conclusioni concrete. I problemi in questione sono stati infatti finora ignorati dall'Idraulica pratica, onde se si vuole trarre realmente profitto dal risultato ottenuto dalle numerose perforazioni eseguite, non si può prescindere dall'affrontare il relativo capitolo della Idraulica, soprattutto attraverso indagini sperimentali da condurre in un laboratorio attrezzato allo scopo.

Ciò premesso, fra le prossime ricerche da compiere, va fatta luce su uno dei punti riguardanti le modalità di emungimento da un pozzo. Tale punto è rappresentato dal quesito se, a parità di portata giornaliera, convenga emungere per 24 ore su 24 o per un numero minore di ore. In verità, allo stato delle conoscenze attuali, sembra potersi

(') - Dato il suo specifico carattere idrologico e geologico, la presente relazione non si è soffermata abbastanza su uno degli aspetti più fondamentali dell'impiego della "falda profonda" della Puglia, e cioè quello inerente ai limiti di impiego delle acque salmastre a scopi irrigui. In verità si è detto sopra, molto sommariamente, che la salinità di 3 gr/lt deve considerarsi un limite da non superare, ma con ciò non si è entrati in merito all'importante argomento, a carattere chimico-agrario, della effettiva idoneità delle acque salmastre in relazione alla qualità dei terreni e ai tipi di colture, problemi questi di interesse notevole, dato il carattere assai particolare delle acque sotterranee pugliesi.

E' noto, d'altro canto, che sul litorale barese si adoperano talvolta, con una certa limitazione dei tipi di colture, acque contenenti, nei periodi di più intensa estrazione della falda, anche 5-6 gr/lt di sali. Sono naturalmente questi dei casi eccezionali, che stanno a dimostrare appunto come la situazione possa variare da caso a caso e quanta importanza debba, di conseguenza, attribuirsi all'argomento in questione. In effetti le indagini a carattere idrogeologico già condotte e quelle che ancora si condurranno in futuro devono necessariamente far riferimento a limiti di salinità che scaturiscono, caso per caso, da apposite ricerche agronomiche, senza le quali le deduzioni tecniche sui metodi di impiego dei pozzi potrebbero in non pochi casi non trovare rispondenza alcuna nelle effettive esigenze agronomiche dei terreni da irrigare.

optare per la prima soluzione. Ciò non soltanto ai fini di una più completa utilizzazione della "falda profonda", defluente senza soste verso il mare, ma altresì al fine di ridurre la portata oraria e, di conseguenza, la depressione di regime durante l'esercizio del pozzo, con gli ormai noti vantaggi nei riguardi della influenza sulla falda da parte dell'acqua marina di fondo.

Oggi, in definitiva, sembra di poter concludere che, più di ogni cosa, conta ai fini delle quantità d'acqua estratta dai pozzi il mantenere entro i limiti più bassi possibili i valori delle depressioni e delle portate di regime: così, da un lato è opportuno tener alto, nei limiti della convenienza economica, il numero dei pozzi e bassa la portata singola, dall'altro è opportuno ridurre al minimo la portata oraria, aumentando le ore di pompaggio nel giorno.

Tali considerazioni valgono però nell'ipotesi che le condizioni di regime idrodinamico, nei riflessi del "cono di intrusione" di acqua marina nella falda acquifera, si stabiliscano dopo un periodo di emungimento limitato ad alcune ore al massimo. Pertanto, in sede di ulteriori indagini, è necessario rivedere tali criteri con apposite esperienze, alla luce di dati più sicuri sull'effettivo sollevamento di detto cono nei primi tempi dell'emungimento.

Importanti oltre che interessanti risulterebbero altresì alcune esperienze specifiche, tendenti a stabilire, sotto forma di diagrammi e per formazioni calcaree interessate da un sistema più o meno regolare e uniforme di fessure, le massime depressioni ("depressioni critiche") e le massime portate ("portate critiche"), che consentano, in condizioni di regime, "coni di intrusione" salini stabili, in funzione della penetrazione del pozzo e dello spessore della "falda profonda" soprastante all'acqua di mare. Su tale argomento è stata infatti, nelle pagine precedenti, fatta la ipotesi semplificativa che il cono possa irrompere nella falda allorchè raggiunge un sollevamento medio pari a $\frac{1}{2}$ della distanza fra il fondo del pozzo e l'interfaccia relativa alla falda indisturbata, ipotesi che va in verità confermata sulla base di esperienze dirette.

L'effetto del pompaggio simultaneo e prolungato dai pozzi di una stessa zona potrà essere poi studiato attraverso il controllo che

necessariamente verrà svolto, particolarmente nei primi anni, della utilizzazione, su un certo numero di "pozzi spia" (stazioni di misura) appositamente installati e opportunamente distribuiti nella regione, onde controllare, per mezzo di idrometrografi, le continue escursioni dei livelli statici della falda. Tali pozzi dovranno altresì raggiungere la acqua marina di fondo, allo scopo di controllare, nello stesso tempo, per mezzo di salinometri elettrici, le escursioni dei livelli della "interfaccia" nei vari punti della regione.

Attraverso i pozzi spia, disposti sia in vicinanza della costa che lontano da essa, sarà possibile altresì esaminare i possibili effetti dovuti alle "maree di falda" e alle oscillazioni del levello del mare stesso.

E' opportuno qui segnalare che i controlli attraverso i "pogzi spia" non rappresentano soltanto una misura contingente, da predisporre cioè in occasione delle ulteriori indagini da svolgere durante le prime utilizzazioni della falda. Gli attingimenti alla falda profonda pugliese dovranno essere invece, in ogni tempo, condizionati a detti controlli, posti a loro volta in correlazione con tutti i possibili afflussi idrici dell'esterno alla falda.

Sempre in sede di ulteriori ricerche da compiere, onde rivedere talune assunzioni fatte nel corso della presente relazione, sarà opportuno procedere ad appositi accertamenti riguardanti il contributo che possono dare agli afflussi alla falda le cosiddette "precipitazioni occulte" (particolarmente la rugiada), sopra trascurate del tutto ai fini del ravvenamento della "falda profonda". Particolare menzione merita peraltro la determinazione sperimentale dei coefficienti di assorbimento e del volume dei vuoti dei principali affioramenti litolo-gici permeabili della regione, ai fini naturalmente di una maggiore attendibilità nel calcolo dei ravvenamenti della falda e delle sue effettive disponibilità.

Va rilevata infine la opportunità di compiere talune impor-tanti indagini, attraverso l'applicazione di mezzi geofisici, in relazione ai seguenti argomenti:

- a) rilevamento delle isobate del tetto dei calcari fessurati acquife-ri, sottostanti ad affioramenti di rocce impermeabili, laddove det

te isobate non risultano sufficientemente note attraverso le perforazioni a tutt'oggi eseguite, in zone ove si presume che tale argomento rivesta un particolare interesse ai fini della utilizzazione della falda in questione;

- b) registrazione del livello del mare in più stazioni mareografiche, lungo i litorali adriatico e jonico, e conseguente determinazione dello scostamento stagionale e annuale medio della quota zero dell'I.G.M. dal vero livello medio marino;
- c) applicazione dei sondaggi elettrici al rilevamento della "interfaccia";
- d) eventuale applicazione dell'analisi periodale ai fini della individuazione di bacini e sottobacini idrologici (vedi relazione del prof. Morelli allegata alla presente);
- e) individuazione, specie in corrispondenza della Piana Messapica, di quelle zone ove eventualmente si interrompe la continuità di sedimenti di argille grigio-azzurre pleistoceniche, comprese fra i terreni sabbio-ciottolosi e arenacei pleistocenici di superficie (terreni generalmente acquiferi) e i calcari cretaci di fondo. Tale argomento assume particolare importanza ai fini dell'eventuale ravvenamento della "falda profonda", da parte di falde freatiche superficiali, come quella piuttosto estesa rilevata nella Piana Messapica.

Dall'esposizione sopra svolta risulta in definitiva l'indispensabilità di ulteriori determinate indagini, se si vuole utilizzare, convenientemente ed evitando sgradite sorprese nel futuro ('), le risorse acquifere di cui si è qui trattato. Alla base di ogni indagine sta natu

(') - Gli esempi che possono trarsi dalla bibliografia estera relativamente a questo argomento son numerosissimi, nè ci pare questa la sede per elencarli. Dalle coste della Germania settentrionale e dell'Olanda, ove il fenomeno fu studiato per la prima volta nel 1900, alle coste della Florida, da quelle dell'Attica a quelle dell'Algeria, nelle Haway ed in tante altre grosse isole fornite di falda profonda, ovunque il fenomeno, non preso in conto durante l'utilizzazione idrica, ha assunto forme estremamente pericolose ai fini della qualità delle acque estratte attraverso pozzi, fino a costringere in moltissimi casi al completo abbandono di questi ultimi.

ralmente il censimento aggiornato di tutti i pozzi e i relativi impianti di utilizzazione oggi esistenti nella regione.

Il numero di detti pozzi nella Terra d'Otranto e nell'arco jonico di Taranto-Gallipoli è aumentato negli ultimi due anni al punto da far nascere, come dianzi si è detto, serie perplessità ai fini delle effettive disponibilità della falda in dette zone, onde da un lato urge un nuovo censimento di tutti i pozzi privati e dei relativi impianti di sollevamento, dall'altro occorre porre seriamente freno all'iniziativa individuale in genere, in quanto nella Penisola Salentina propriamente detta le portate emungibili dai pozzi a tutt'oggi eseguiti raggiungono valori molto cospicui, dai quali è opportuno tenersi convenientemente lontani, fino a che i controlli effettuati nei primi anni di utilizzazione non abbiano convinto del contrario.

In effetti occorre, per la "falda profonda" della Puglia, un assoluto disciplinamento e ridimensionamento del complesso delle utilizzazioni già predisposte e di quelle molto più cospicue che si vanno via via predisponendo, vuoi da parte dell'Ente Irrigazione, vuoi da parte del privato. Compiute le indagini necessarie e fissate le direttive di utilizzazione, occorrerà assicurare poi il rigido rispetto di dette direttive, avvalendosi delle facoltà consentite alla P.A. dall'art.105 del T.U. 13/12/1933 n.1775. A tal fine sembra perciò opportuno che un unico ufficio, a carattere regionale, provveda agli studi e alle direttive, per fornire poi ai singoli uffici del G.C. gli elementi per la attuazione pratica in base al predetto art.105.

Soltanto sulla base di scrupolosi controlli e di assoluta tutela potranno infatti utilizzarsi, nella miglior misura e con qualità accettabili, le complesse risorse costituite dalla "falda profonda" della Terra di Bari e del Salento. La inconsulta utilizzazione di esse darebbe luogo, senza dubbio, in futuro a sorprese quanto mai sgradite e al fallimento più completo delle accurate ed utili ricerche, fino a oggi svolte con passione, intelligenza e con un non indifferente onere finanziario da parte dello Stato.