

CONTRIBUTO ALLA CONSCENZA DELLA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE NELL'ALTA VALLE DEL CHIEN TI DI GELAGNA

Massimo Bernardini, Ignazio Mantica, Domenico Tomassoni (*)

SOMMARIO — Gli Autori affrontano lo studio idrologico di una parte dell'Alta Valle del fiume Chienti, ramo di Gelagna, affrontando l'aspetto geologico e quello idrografico e quello idrologico con numerose misure di portata e di temperatura. Viene instaurato un bilancio idrologico e quindi il lavoro è sintetizzato nella definizione del flusso delle acque sotterranee.

L'alto corso del Chienti di Gelagna, cioè la parte occidentale dei due rami che costituiscono detto corso è caratterizzato da frequenti sorgenti di acque sotterranee e superficiali (MURPONE, 1908) ma mai si conoscono la zona di alimentazione e le direzioni dei flussi.

Il presente lavoro si è inteso apportare un contributo alla conoscenza della circolazione delle acque sotterranee senza il ricorso alla esecuzione di sondaggi, alla osservazione di fenomeni ad indagine geoelettrica, ecc., ma solo con un accurato rilievo geologico e con l'insieme di portate e temperature delle acque superficiali.

1. Il corso d'acqua superficiale ha ora la sua origine nella piana di Colfiorito a circa 750 m. s.l.m. creando tramite la « botte dei Varano » (galleria artificiale fatta costruire dai duchi Veniano, feudatari della zona, nel XVII secolo)

lo) un antico bacino endoreico, ma la sua origine naturale è a valle della detta zona.

Il bacino naturale è quello di maggiore interesse allo scopo propositoci e pertanto si è limitato a detto bacino.

La figura 1 riporta i limiti del bacino studiato e la posizione delle sezioni dove sono state eseguite misure di portata sul corso d'acqua superficiale e di temperatura dell'acqua e dell'aria.

3. La figura 2 è uno strato logico geologico rilevata al 1:5000 dalla zona che si inquadra nella serie Umbro-Marchigiana.

Sono presenti le seguenti formazioni:

- C. Calcareo. Le Argille sono costituite di calcari di colore grigio-nerastro con noduli di calcare; in genere presentano una buona permeabilità per fratturazione, ma qualora contengano livelli marinosi si possono considerare impermeabili.
- C. Calcareo Rupestre. di colore bianco, compatto e ben stratificato, il passaggio alla formazione superiore delle Marne a Fucoidi

(*) Dr. Ing. Massimo Bernardini - Borsista; Prof. Ing. Ignazio Mantica - Professore stabilizzato di Costruzioni Meccaniche; Prof. Ing. Domenico Tomassoni - Professore associato di Geofisica Applicata. Tutti presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Ancona.

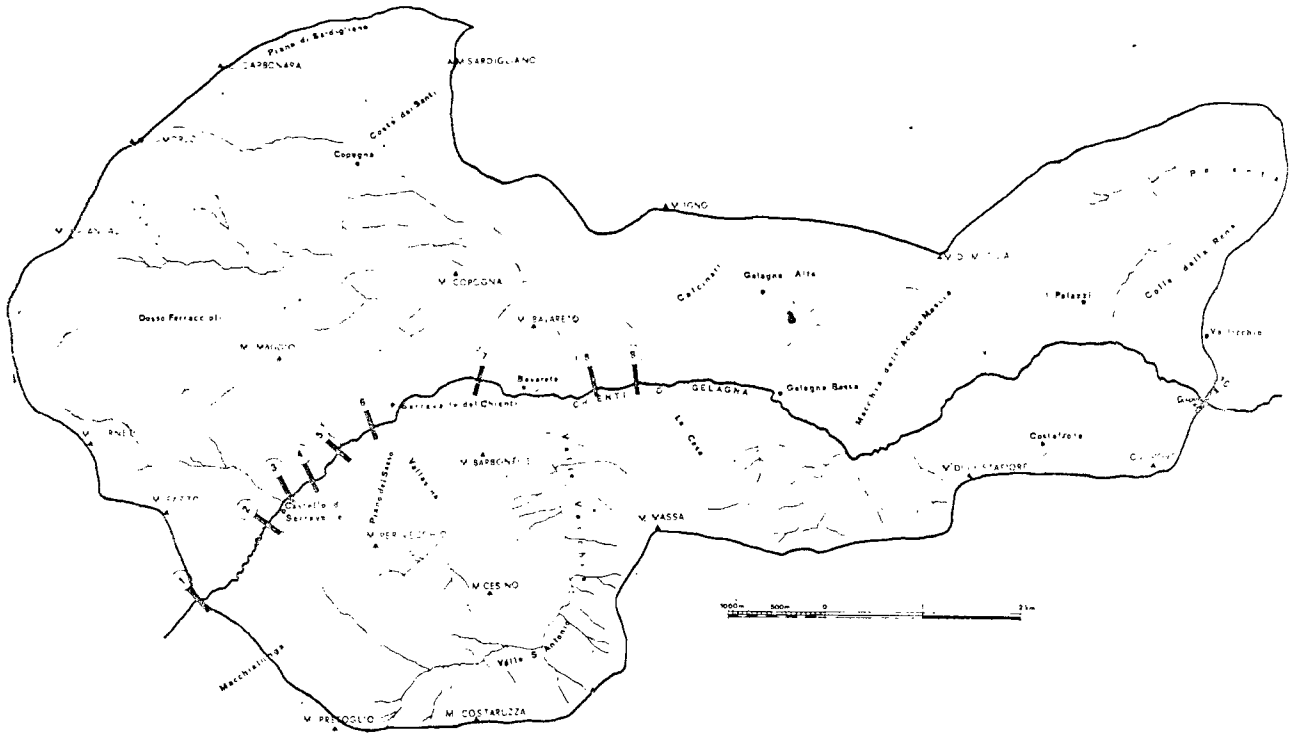


Fig. 1 Bacino idrologico.

avviene attraverso calcari grigio-azzurrognoli con strati di selce nera. Presentano una permeabilità per fessurazione dovuta a fratture ed a giunti di stratificazione allargati dall'azione chimica delle acque;

F Marne a Fucoidi: alternanza di marne e calcari marnosi varicolori, dal grigio al rosso ed al verdastro con rari livelli di selce. Verso l'alto predomina la frazione calcarea, verso il basso quella marnosa, per cui presentano una permeabilità per fessurazione nella parte alta mentre sono nettamente impermeabili verso il basso. Le Marne a Fucoidi sono perciò fra tutte le formazioni mesozoiche, salvo in caso di faglie, le uniche a costituire un buon livello impermeabile continuo;

S_r Scaglia Rosata: è formata da calcare marnoso nettamente stratificato a frattura scagliosa con intercalazioni di selce grigia o nera. Il colore è bianco grigiastro nella parte basale mentre in quella superiore diventa rossastro. Si passa da una buona permeabilità dovuta a fessure e canali nella parte bassa ad una permeabilità minore verso l'alto ma comunque sempre rilevante, essendo inserita tra le formazioni dei

Fucoidi (sottostanti) e della Scaglia Cinerea (soprastante) entrambe impermeabili può essere considerata una ottima roccia serbatoio;

S_{cin} Scaglia Cinerea: marne e calcari marnosi grigi o verdastri variegati di rosso a frattura scheggiata, passanti nella parte alta a marne grigio verdastre fagliettate mentre il passaggio con la sottostante Scaglia Rosata avviene gradualmente; è impermeabile;

M Schlier: marne calcaree scagliose, ben stratificate con intercanalizzazioni di calcare detritico grigio giallastro. In linea di massima è una formazione nettamente impermeabile;

A alluvioni fluviali: ghiaie poligeniche varie dimensioni e forma, con matrice sabbiosa ed in parte minore argillosa. Sono permeabili per porosità;

A detriti di falda: materiale che si accumula ai piedi dei versanti per effetto della disgregazione che gli agenti esogeni esercitano sui rilievi montani. Tali detriti si possono presentare in forma sia sciolta che cementata. Sono permeabili per porosità.

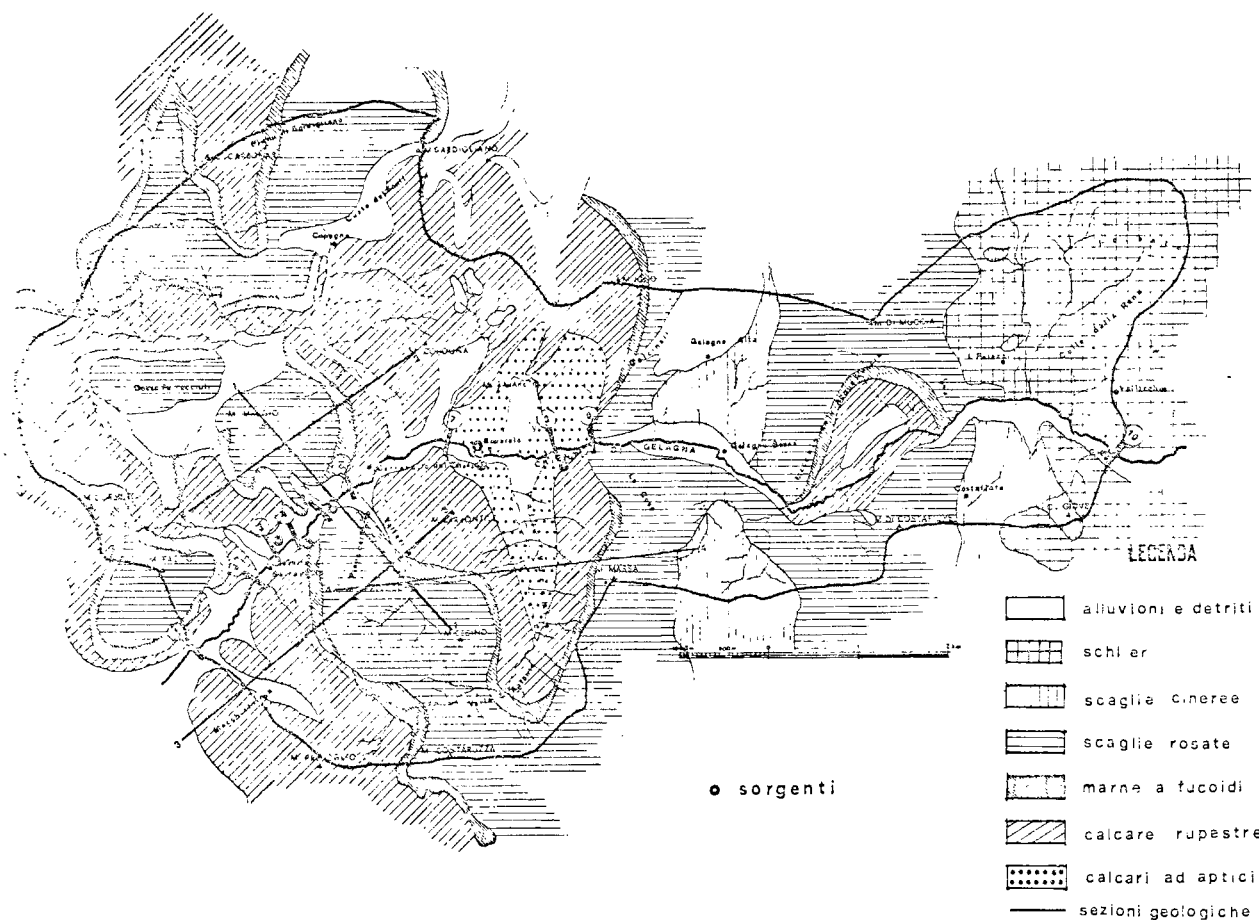


Fig. 2 Carta geologica.

4. La tettonica è caratterizzata da numerose faglie e da pieghe, tra le più importanti è una sinclinale che interessa la zona che va dal Monte Maggio al Monte Perivecchio e che lungo il suo sviluppo tocca l'abitato di Serravalle, caratterizzata da un nucleo di Scaglia Rosata ed orientata secondo un asse Nord-Ovest, Sud-Est.

Più a valle in corrispondenza di Bavareto, è una anticlinale molto erosa al centro, un nucleo di Calcari ad Aptici con asse Nord Sud e che nel suo fianco orientale passa quasi a piega-faglia con strati rovesciati ad iniziare dalla località Ponte di Gelagna.

Le figure 3a, 3b, 3c, 3d sono le sezioni geologiche relative alle tracce cui alla figura 2.

5. Al fine di quantizzare, sia pur mediamente l'entità degli scambi tra le acque superficiali e sotterranee è stato redatto un bilancio idrologico per il bacino relativo alla sezione idrometrografica del Servizio Idrografico Italiano di Ponte Giove, poco più a valle della zona in esame. Le osservazioni e gli elementi caratterizzanti la detta sezione sono rispettivamente quelli di tabella I e II.

La legge Afflussi-Deflussi è stata supposta

lineare (QUIGNONES, 1974; MANTICA, 1975) ed è stata valutata con metodo stocastico (COU-

Tabella I — Chienti a Ponte Giove.

Anno	A	D	Anno	A	D
1953	992,2	445,1	1962	1353,6	522,7
1954	1192,1	395,7	1963	1648,9	721,3
1955	1545,6	460,8	1964	1481,8	478,5
1956	1202,3	493,2	1965	1457,5	594,6
1957	1154,7	374,1	1966	1352,4	490,2
1958	1303,1	390,0	1967	1135,9	322,2
1959	1415,9	370,6	1968	1467,5	509,4
1960	1608,0	712,9	1969	1461,4	506,9
1961	1387,6	530,5	1970	1028,5	439,3

Tabella II

Area bacino	Parte permeabile	Altitudine 'max	Altitudine media	Distanza foce
km ² 110	99%	m 1434	m 887	km 73

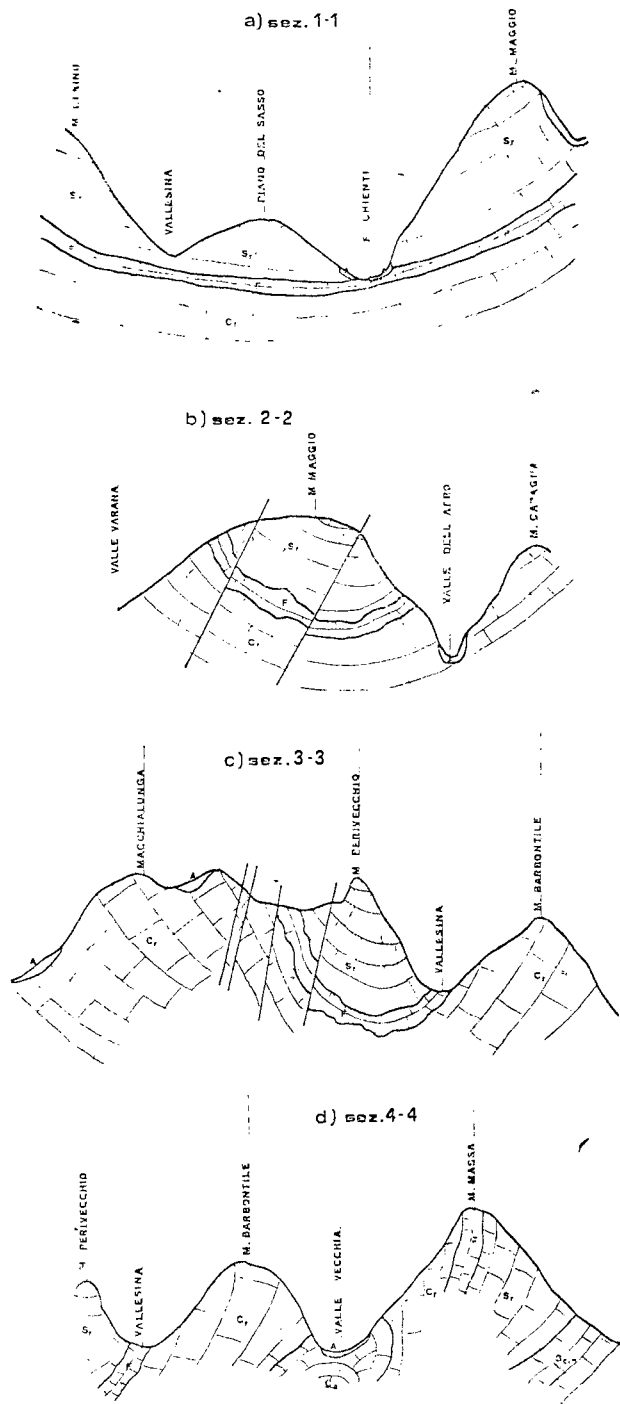


Fig. 3.

TAGNE, 1948, 1949, 1950; INDRI, 1950; POGGI, 1949).

Il coefficiente di correlazione tra afflussi e deflussi è il risultato piuttosto alto ($f = 0,68$) da far ritenere buona l'approssimazione praticata.

La figura 4 sintetizza graficamente il bilancio idrologico impostato secondo la:

$$A = D + E + F \quad (1)$$

(TONINI e PICOZZI, 1970; MANTICA, 1975) con ovvio significato dei simboli.

L'evapotraspirazione è stata valutata con la ben nota formula di TURC (1954) e con riferimento alla temperatura media del bacino estrapolando i dati della stazione termometrica di Camerino ad una stazione fittizia posta a quota pari a quella media del bacino.

Mediamente il deflusso superficiale cede a quello sotterraneo, in un anno, circa 250 mm. Il dato è significativo di un abbondante contatto tra i due tipi di flusso ma per nulla esauriente sulle località dei contatti, mentre la presenza di manifestazioni sorgentizie segnala scambi anche in senso opposto a quello prevalente.

Per meglio indagare si sono eseguite lungo il tratto in esame periodicamente misure di portata e di temperatura.

Le tabelle III e IV e le figure 5 e 6 riportano e grafizzano rispettivamente le misure di portata e di temperatura eseguite nelle varie date e sezioni.

6. Circolazione delle acque sotterraene.

Le caratteristiche idrogeologiche dianzi descritte confermano l'esistenza di una relativamente importante circolazione idrica sotterranea alimentata da notevoli infiltrazioni di acqua superficiale.

Il grafico di figura 5 permette di suddividere l'asta fluviale in:

- a) tronchi con perdita di portata;
- b) tronchi con forti incrementi di portata.

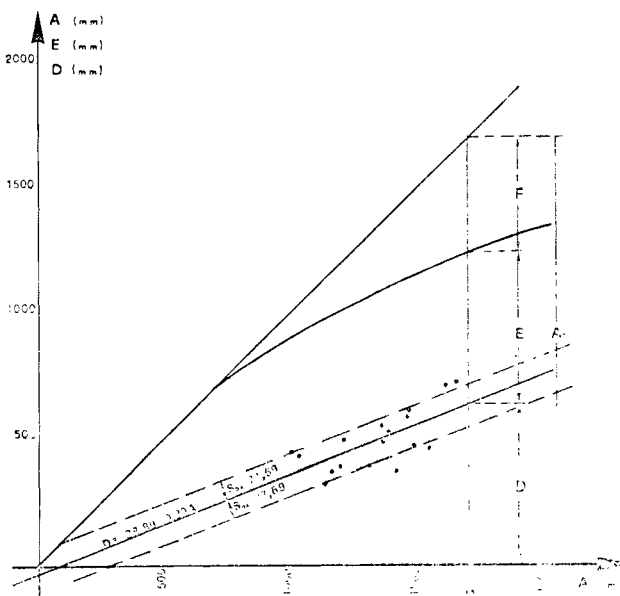


Fig. 4 Schema dell'impostazione grafica del bilancio idrologico annuo.

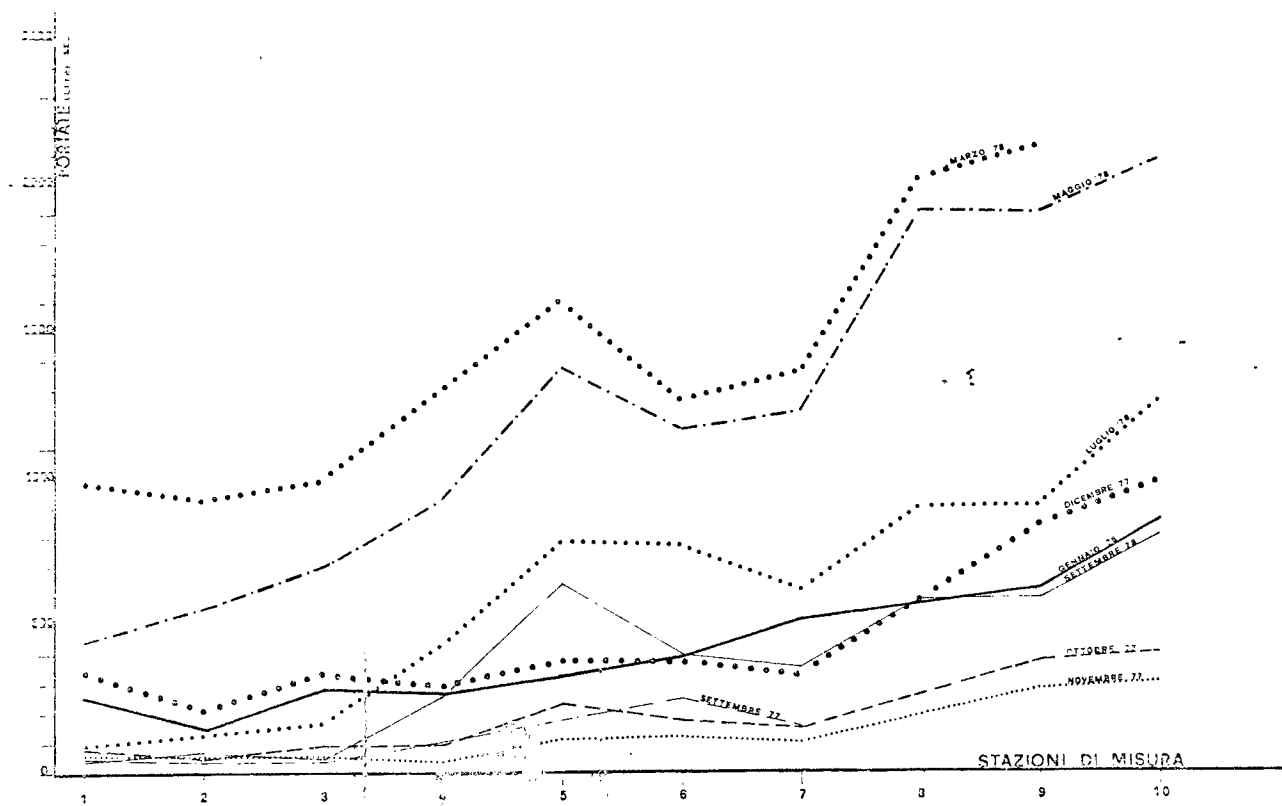


Fig. 5 Andamento della portata nel tempo in corrispondenza delle sezioni dislocate lungo il corso del fiume.

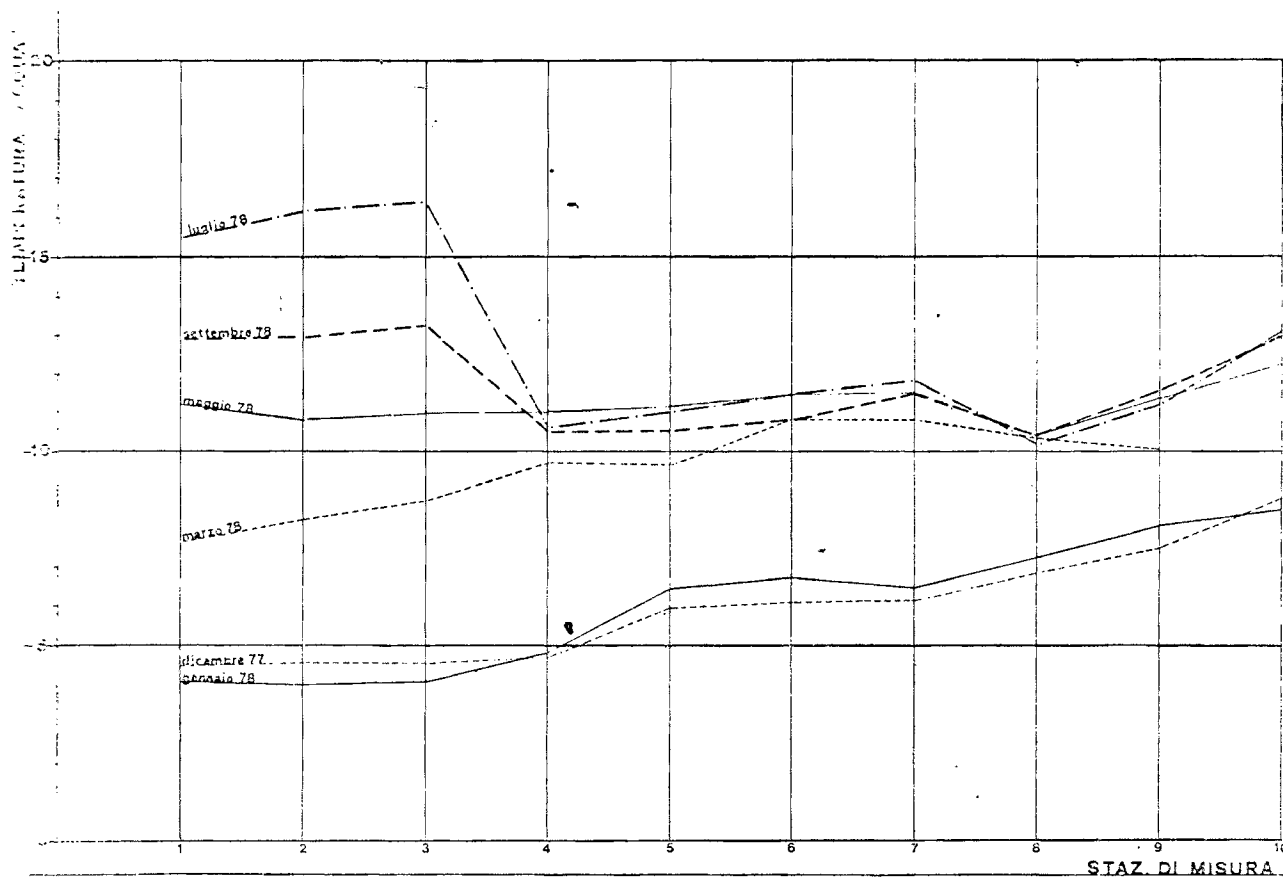


Fig. 6 Andamento delle temperature dell'acqua in corrispondenza delle stazioni di misura.

Tabella III — Portate misurate (litri/secondo)

Sezione	DATA DELLA MISURA								
	VALORI IN LITRI AL SECONDO								
	1-9-1977	3-10-1977	4-11-1977	14-12-1977	12-1-1978	3-3-1978	24-5-1978	19-7-1978	9-9-1978
1	46	80	49	327	250	982	440	85	42
2	35	55	65	202	146	925	553	140	72
3	36	85	54	334	277	997	697	170	46
4	—	91	34	271	266	1297	920	435	254
5	—	229	110	374	319	1618	1377	786	638
6	254	170	115	373	385	1264	1158	769	390
7	150	148	95	325	516	1360	1218	616	349
8	—	—	—	—	—	2091	1900	900	579
9	—	372	278	838	617	2109	1899	900	583
10	—	391	317	977	846	**	2069	1252	698

— Sezioni aggiunte successivamente.

** Portate non misurate a causa di livello idrico eccessivo.

Al primo tipo appartiene il tronco tra le sezioni 5 e 6, al secondo i tronchi tra le sezioni 3-5 e 7-8.

Il motivo per cui si verificano perdite di portata tra le sezioni 5 e 6 è nella natura geologica del fondo alveo, costituito da alluvioni e detriti, con spiccata permeabilità per porosità responsabile di sottrazione di acque superficiali a favore di deflussi sub-alvei.

Gli aumenti di portata che si verificano a valle della stazione 3 ed in corrispondenza delle stazioni 5 e 7, non possono trovare una giustificazione solo negli afflussi dovuti alle sorgenti

dislocate nella zona. Infatti ad eccezione di quella di Castello, classica emergenza di tipo irregolare, che alterna periodi di completa siccità ad altri con afflussi notevoli, le altre sorgenti registrano portate così esigue da non incidere che marginalmente sul bilancio.

Si deduce perciò che in prossimità di queste zone esistono delle forme sorgentizie sub-alvee dovute allo sbarramento costituito dalle formazioni impermeabili delle Marne a Fuccidi. Infatti il primo forte aumento di portata, che si registra in corrispondenza della stazione n. 5, è riconducibile alla sinclinale di Monte Maggio,

Tabella IV — Valori delle temperature dell'acqua nelle varie sezioni

Sezione	Data					
	14-2-1977	12-1-1978	3-3-1978	24-5-1978	19-7-1978	9-9-1978
1	4,5	4,1	7,7	11,2	15,5	12,9
2	4,6	4,0	8,3	10,8	16,2	13,0
3	4,6	4,1	8,9	11,0	16,4	13,3
4	4,6	4,8	9,8	11,0	10,6	10,5
5	6,0	6,6	9,7	11,1	11,0	10,6
6	6,2	6,6	10,8	11,4	11,4	10,8
7	6,1	6,5	10,8	11,5	11,8	11,5
8	—	—	10,3	10,4	10,2	10,4
9	7,5	8,1	10,0	11,3	11,2	11,6
10	8,5	8,8	—	12,2	13,2	13,0

La formazione dei Fucoidi fungendo da base impermeabile, fa sì che le acque filtrino attraverso la frattura della Scaglia Rosata verso valle e fino ad alimentare il corso d'acqua superficiale.

Un altro innalzamento di portata si registra a Savareto alla stazione 7 e trova spiegazione nella anticlinale della Valle Vecchia molto tettonizzata, il cui nucleo è costituito dalla formazione dei Calcari ad Aptici. Tali rocce, nel complesso permeabili, possono essere intercalate da strati marnosi e pertanto diventano ottimi acquedotti per falde contenute negli stessi Aptici e/o nel soprastante Rupestre.

Una base impermeabile è anche il Rosso Ammonitico, che pur non affiorando direttamente si trova al disotto dei Calcari.

Non si sono prese in considerazione gli aumenti di portata tra le sezioni 1 e 2 dovute più che altro ad inesattezze di misura e di calcolo, in quanto la particolare conformazione dell'alveo fa sì che la corrente in periodi di magra si muova molto lentamente distribuendosi in una sezione molto larga alternando punti con piccole altezze d'acqua con altri quasi completamente in secca.

Accertata l'esistenza di una circolazione sotterranea dell'acqua e determinate le zone di contatto col corso d'acqua superficiale si possono

avanzare ipotesi circa lo schema di circolazione.

BACINO N. 1: è costituito dal Calcare Rupestre ed ha come collocazione quella della anticlinale del Monte Prefoglio. In questa zona non si ha nessuna precisa base impermeabile, quindi non si può stabilire a priori una eventuale circolazione preferenziale delle acque sotterranee.

In questo bacino esiste però una struttura secondaria individuata nella sinclinale del Monte Faeto, costituita da Scaglia Rosata a cui fanno da base impermeabile e da limite idrogeologico le Marne a Fucoidi.

Tale bacino verrà indicato come bacino n. 2.

BACINO N. 3: è quello della sinclinale di Monte Maggio in cui la formazione delle Marne a Fucoidi fa da base alla Scaglia Rosata.

BACINO N. 4: si identifica nella anticlinale, erosa al centro, della Valle Vecchia ed ha come base impermeabile la formazione dei Calcari ad Aptici con intercalazione di livelli argillosi o la formazione del Rosso Ammonitico. La circolazione idrica profonda deve avvenire prevalentemente in corrispondenza di faglie e fratture disposte perpendicolarmente al fiume.

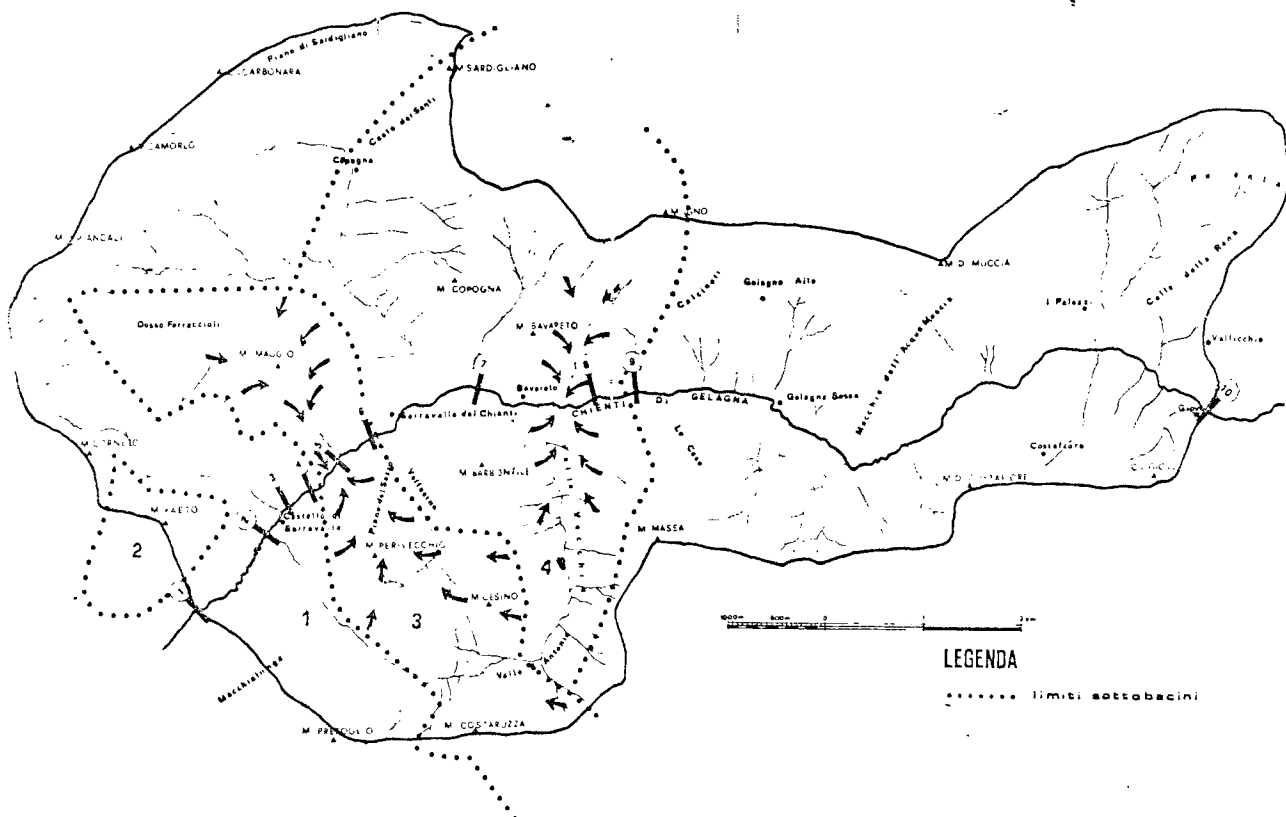


Fig. 7 Schema di circolazione delle acque sotterranee.

Gli acquicludi interni alla struttura sono rappresentati o da orizzonti marnosi degli Aptici o dal Rosso Ammonitico; mentre lo sbarramento verso valle è dato dai Fucoidi.

Nella figura 6 è stato riportato lo schema di circolazione sotterranea delle acque descritto precedentemente.

Suffragano tali considerazioni la misura della temperatura dell'acqua effettuata contemporaneamente alle misure di portata nelle sezioni suddette. Tali valori subiscono una prima variazione in prossimità della stazione n. 4, tendendo ad un valore prossimo ai 10°C; ciò è dovuto alla presenza di un afflusso sotterraneo; infatti a monte della suddetta stazione di misura affluiscono al fiume le acque della sorgente di Castello con una temperatura costante intorno ai 10°C.

Si deduce da ciò che in quelle sezioni dove l'acqua subisce delle escursioni di temperatura tali da uniformare la stessa attorno ai 10°C

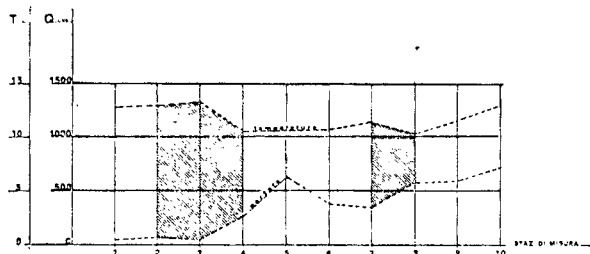


Fig. 8 Confronto temperature-portate.

ed in presenza di aumenti di portata, pur non essendoci nelle vicinanze forme sorgentizie, si è in presenza di afflussi sub-alvei.

Ciò non va che a confermare la precedente tesi, come si può vedere chiaramente dalle figure 7 e 8, la temperatura dell'acqua nelle vicinanze delle stazioni 5 e 7 tende a stabilizzarsi intorno al valore di 10°C ed in corrispondenza di tale valore si registrano gli aumenti di portata su esaminati.

BIBLIOGRAFIA

- BOLDRINI M. — *Statistica e metodi statistici*. Giuffrè, Milano 1942.
- CASTANY G. — *Traité pratique de l'eau souterraines*. Dunod, Paris, 1963.
- COUTAGNE A. — *Etude générale des débits et des facteurs qui les conditionnent. Première partie - Corrélations pluvio-fluviales annuelles*. « La Houille Blanche », Mai-Juin, 1948.
- COUTAGNE A. — *Etude générale des débits et des facteurs qui les conditionnent. Deuxième partie - Les variations des débits en période non influencée par les précipitations - Le débit d'infiltration*. « La Houille Blanche », settembre-ottobre 1948.
- COUTAGNE A. — *Etude générale des débits et des facteurs qui les conditionnent. Troisième partie - Corrélations et prévisions nivo-fluviales*. « La Houille Blanche », mars-avril 1949.
- COUTAGNE A. — *Etude générale des débits et des facteurs qui les conditionnent. Quatrième partie - Corrélation thermo-fluviales actuelles. Le pouvoir fondant de l'atmosphère - Le débit glaciaire*. « La Houille Blanche », 1950.
- INDRI E. — *Correlazione tra precipitazioni e deflussi nei bacini del Piave*. « L'acqua », 1955.
- INDRI E. — *Correlazione tra precipitazioni e deflussi nei bacini del Cellina e Tagliamento*. « L'acqua », 1957.
- LUPIA PALMIERI E., COPPOLA B. — *Regime idrologico - Idrogeologia dell'alto bacino del Liri (Appennino Centrale) - Geologica Romana*. Vol. VIII, 1969.
- MANTICA I. — *Primi risultati di un'indagine circa la correlazione tra afflussi e deflussi nei bacini abruzzesi con corso d'acqua - con foce sul litorale adriatico: Notizie economia Teramana*. N. 9-10, 1975.
- PERRONE E. — *Carta idrografica d'Italia « Chienti »*. Ministero Agr. Ind. Comm., 1908.
- POGGI B. — *Sul regime idrologico dei bacini impermeabili*. « L'acqua », 1949.
- QUIGNONES R. — *Correlazione tra afflussi e deflussi dei principali bacini siciliani*. « L'ingegnere », 1974.
- REMENEIRAS G. — *L'hydrologie de l'ingegnereurs*. Eyrolles, Paris, 1976.
- TONINI D., PICCOZZI U. — *Sui bilanci idrologici di alcuni corsi d'acqua italiani. Memorie e Studi idrografici*. Ministero LL.PP., 1970.
- TURC L. — *Le bilan d'eau des sols. Relation entre le precipitation, l'évaporation et l'écoulement*. « La Houille Blanche », 1954.
- VIPARELLI C. — *Idrologia applicata all'ingegneria*. I.E.M. Casoria, Napoli, 1964.
- Annali Idrologici del Servizio Idrografico del Ministero LL.PP. Roma.