

RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO DEI MONTI DI FOLIGNO

C. BONI (*), L. MASTRORILLO (*)

(*) Carlo Boni e Lucia Mastrorillo: Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Lavoro eseguito con il contributo del Progetto Nazionale 40 % M.P.I. "Valutazione delle risorse idriche sotterranee nazionali"

INDICE

INTRODUZIONE	..pag. 249
2. QUADRO GEOLOGICO STRUTTURALE	.pag. 249
3. RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO	.pag. 254
3.1 Idrogeologia strutturale ...	.pag. 254
3.2 Censimento e misura di portata delle emergenze	pag. 257
4. STRUTTURE IDROGEOLOGICHE	pag. 261
5. IDROGEOLOGIA QUANTITATIVA	...pag. 265
5.1 Stima dell'infiltrazione efficace	...pag. 265
5.2 Superficie piezometrica e schema della circolazione sotterranea	.pag. 265
6. CONCLUSIONI	.pag. 266
BIBLIOGRAFIA	.pag. 267

1. INTRODUZIONE

Nelle aree corrugate, dove gli acquiferi hanno geometrie irregolari e dove i pozzi sono generalmente molto rari è difficile condurre ricerche di idrogeologia quantitativa con i metodi che si basano sull'interpretazione di prove di emungimento. Questa nota, che riassume i risultati di una ricerca condotta in una tipica zona montuosa dell'Appennino centrale, ha lo scopo di descrivere un semplice metodo di ricerca che consente di definire con buona approssimazione non solo l'entità delle risorse idriche sotterranee rinnovabili, ma anche la geometria degli acquiferi riconosciuti, la natura e la posizione dei loro limiti, la loro area di alimentazione, l'entità della ricarica media, i livelli di base, la superficie piezometrica e i gradienti idraulici. Tutte queste informazioni sono indispensabili per l'allestimento di un attendibile modello matematico di simulazione idrogeologica.

Il metodo di ricerca si ispira ai criteri già utilizzati per la preparazione dello Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale [5], ma prevede un'indagine di terreno molto più accurata, condotta alla scala 1:25.000 e restituita alla scala 1:100.000.

La ricerca si basa sul rilevamento idrogeologico che si pone due obiettivi complementari:

- l'analisi dell'idrogeologia strutturale che porta alla identificazione delle strutture idrogeologiche;

l'identificazione e la misura di portata delle emergenze naturali o artificiali più significative.

La successiva elaborazione di questi dati, quanto meno nei casi più favorevoli, può portare a valutazioni quantitative di particolare interesse.

2. QUADRO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Le dorsali carbonatiche, che si estendono con andamento meridiano da Spoleto a Fossato di Vico, costituiscono il versante orientale dell'alto bacino del Clitunno e sono solcate dall'alto bacino del Menotre e del Topino, due importanti corsi d'acqua perenni che costituiscono una risorsa idrica essenziale per la regione Umbria.

Nell'area affiora la ben nota serie mesozoica umbro-marchigiana [1, 2, 3, 7 e 10] sia completa che ridotta. Lo stile tettonico dominante è quello tipicamente plicativo delle dorsali umbro-marchigiane.

Vengono brevemente descritte le ben note caratteristiche litostratigrafiche della serie mesozoica per evidenziare alcuni aspetti di specifico interesse idrogeologico che condizionano le modalità di circolazione delle acque sotterranee.

Il Calcare Massiccio del Giurassico inferiore è il termine più antico della serie affiorante e costituisce generalmente il nucleo delle dorsali. Si tratta di una formazione calcarea potente almeno 500 m, prevalentemente costituita da grandi bancate di diversi metri di spessore. l'ambiente di sedimentazione è riferibile alla piattaforma carbonatica subsidente che nel Giurassico inferiore si estendeva in gran parte del bacino della Tetide. I litotipi che costituiscono il Calcare Massiccio, descritti da PIALLI G. [10] sono molto vari. Dalle micriti tipicamente lagunari depostesi in un ambiente di bassa energia si passa a ooliti legate da cemento spatico depostesi in ambiente di alta energia.

Una fase tettonica distensiva del Lias medio ha prodotto l'annegamento della piattaforma e il suo smembramento in ampi solchi e strette dorsali. Nelle zone più depresse dove la profondità del fondale non consentiva la sopravvivenza di organismi bentonici si è impostato un ambiente di sedimentazione tipicamente pelagico caratterizzato dalla deposizione di micriti a planctonici, mentre sulle dorsali si sono deposte serie atipiche, lacunose o condensate.

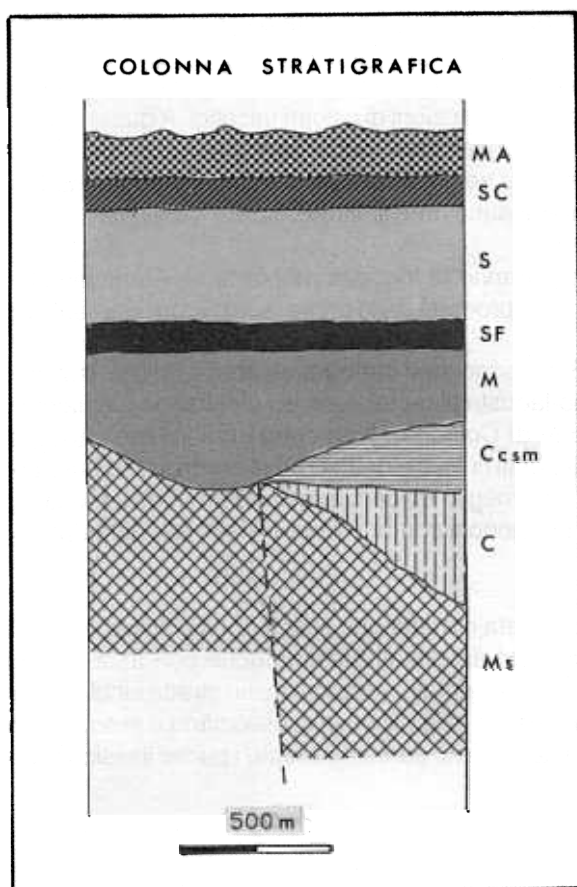
La formazione della Corniola del Giurassico medio è costituita da calcari micritici dominanti, selciferi con lenti detritiche ricche di organismi bentonici provenienti da non lontani ambienti di piattaforma carbonatica. La stratificazione delle micriti, molto regolare, ha spessore variabile fra 20 e 50 cm e appare evidenziata da sottili orizzonti di argilla. Lo spessore di questa formazione, depostasi in un fondale articolato in solchi e dorsali, è molto variabile da circa 400 m (M. Purano) fino a mancare totalmente in corrispondenza di M. Maggio.

Dove la serie stratigrafica risulta completa, nel Giurassico medio superiore si è deposto un Complesso calcareo-silico-marnoso costituito da un'irregolare successione di litotipi, calcari micritici, calcareniti, diaspri, marne e argille varicolori, che si associano in varia proporzione e assumono di-

verso spessore. In questo periodo il bacino riceve consistenti apporti terrigeni e bioclastici che prevalgono sulla locale deposizione micritica, mentre sui fondali si sviluppano le condizioni favorevoli alla deposizione della selce, che diviene localmente dominante.

Gli Autori hanno suddiviso questi sedimenti eterogenei in diverse formazioni (Rosso Ammonitico, Scisti ad Aptici, Calcarei diasprigni, Calcarei granulari); per gli scopi di questa ricerca è parso più conveniente considerare un solo complesso che può raggiungere uno spessore massimo di circa 200 m, ma si presenta localmente ridotto o può mancare del tutto.

(Fig. 1)



La formazione della Maiolica del Cretacico inferiore, è un tipico calcare micritico con selce, ben stratificato, di potenza variabile tra 250 m e 500 m, molto diffuso in affioramento su gran parte delle dorsali studiate.

La formazione degli Scisti a Fucoidi del Cretacico medio, è costituita prevalentemente da marne e si estende uniformemente nella regione con spessore massimo di circa 100 m che si riduce localmente per fenomeni di laminazione causati dalla tettonica. Questa formazione di spessore relativamente modesto, assume un ruolo determinante perchè costituisce il limite periferico di numerose strutture idrogeologiche.

La formazione della Scaglia calcarea del Cretacico superiore è prevalentemente costituita da micriti bianche, rosate e rosse, con selce, ben stratificate, con passaggi marnosi in corrispondenza dei giunti di stratificazione. Lo spessore complessivo è risultato variabile tra 250 m e 500 m.

La formazione della Scaglia Cinerea, paleogenica, è costituita da marne dominanti con intercalazioni di calcari micritici. A questo livello della serie la sedimentazione calcarea tende ad esaurirsi, mentre diviene sempre più abbondante la sedimentazione terrigena prodotta da fenomeni orogenici che interessano aree limitrofe.

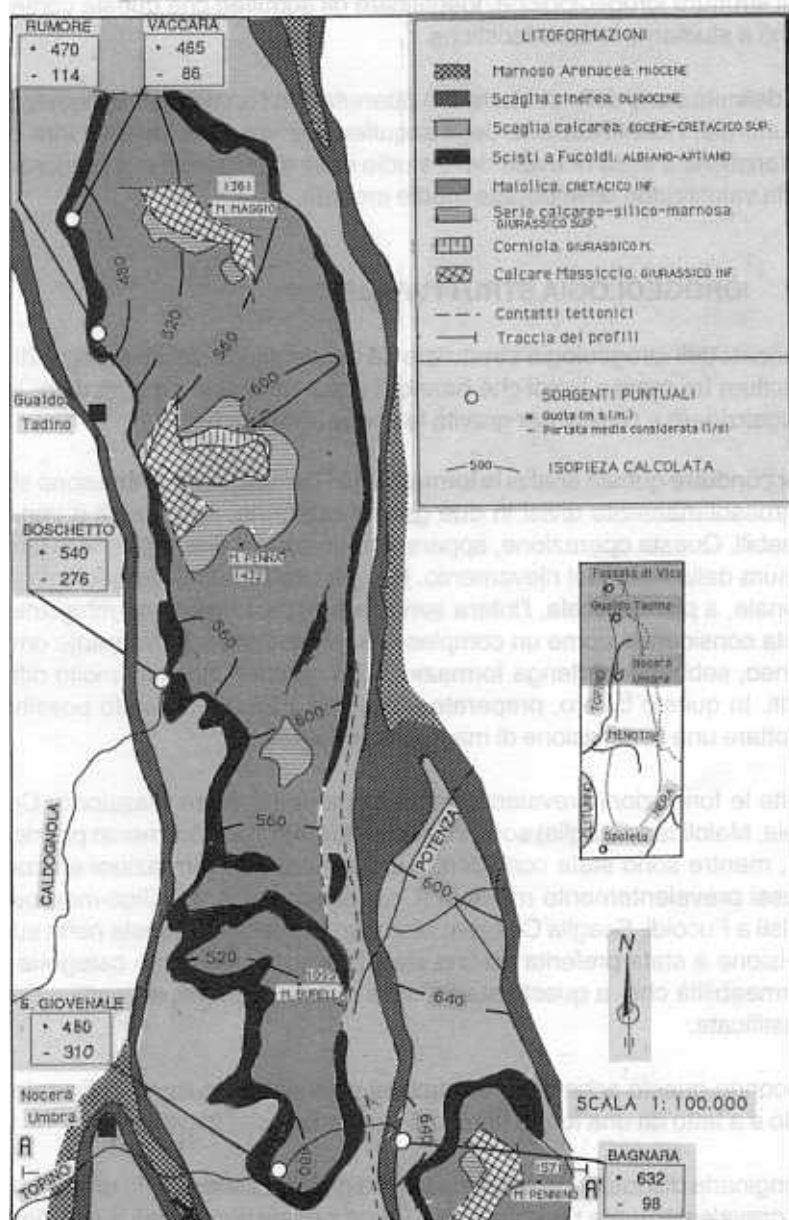
Chiude il ciclo marino la formazione Marnoso Arenacea che si depone nelle depressioni prodotte dalle prime fasi del corrugamento appenninico.

Nelle Figg. 3 e 4 sono stati cartografati anche i più estesi affioramenti di depositi fluvio-lacustri plio-pleistocenici che hanno parzialmente colmato la depressione di Colfiorito. Non sono stati invece cartografati i sottili spessori di depositi fluviali e detritici pleistocenici distribuiti lungo le valli e sui versanti, per meglio evidenziare l'andamento dei limiti stratigrafici e tettonici che pongono a contatto masse litoidi con differenti caratteri idrogeologici.

Nell'area esaminata domina uno stile tettonico tipicamente plicativo che ha dato origine ad anticlinali asimmetriche con asse sub-meridiano e marcata vergenza orientale, accavallate su strette sinclinali sovente laminare. Al caratteristico stile plicativo si associano e si sovrappongono motivi rigidi che interessano particolarmente i nuclei liassici delle anticlinali.

Fig.

STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI M. MAGGIO-M. BURELLA



3. RILEVAMENTO IDROGEOLOGICO

Il rilevamento idrogeologico ha perseguito lo scopo di delimitare le principali strutture idrogeologiche, identificare gli acquiferi che queste contengono e studiarne le caratteristiche.

La delimitazione delle strutture si è ottenuta con l'analisi dell'idrogeologia strutturale; l'identificazione degli acquiferi e la valutazione delle loro caratteristiche è stata ricavata dallo studio delle emergenze e in particolare dalla valutazione delle portate medie erogate.

3.1 IDROGEOLOGIA STRUTTURALE

L'analisi dell'idrogeologia strutturale ha consentito di definire i rapporti di giacitura fra masse litoidi che hanno diversa attitudine ad assorbire, immagazzinare e cedere per gravità le acque meteoriche.

Per condurre questa analisi le formazioni e i complessi affioranti sono stati grossolanamente divisi in due grandi categorie: permeabili e impermeabili. Questa operazione, apparentemente semplice, dipende in larga misura dalla scala del rilevamento. Nei già citati studi di idrogeologia regionale, a piccola scala, l'intera serie carbonatica umbro-marchigiana è stata considerata come un complesso sedimentario relativamente omogeneo, sebbene contenga formazioni con caratteri litologici molto differenti. In questo lavoro, preparato alla scala 1:25.000, è stato possibile adottare una suddivisione di maggiore dettaglio.

Tutte le formazioni prevalentemente calcaree (Calcere Massiccio, Corniola, Maiolica e Scaglia) sono state considerate genericamente permeabili, mentre sono state considerate impermeabili le formazioni e i complessi prevalentemente marnosi (Complesso calcareo-silico-marnoso, Scisti a Fucoidi, Scaglia Cinerea, Marnoso Arenacea). Questa netta suddivisione è stata preferita ad una classificazione in diverse categorie di permeabilità che, a questo stadio della ricerca, è parsa soggettiva e ingiustificata.

Secondo questo schema le formazioni permeabili risultano delimitate a letto e a tetto da una formazione o da un complesso impermeabile.

L'originaria disposizione delle masse litoidi è stata alterata da una tettonica prevalentemente plicativa che ha dato origine a sinclinali e anticlinali.

L'erosione ha smantellato il nucleo e le ali delle anticlinali dove affiorano oggi ampiamente le formazioni carbonatiche.

L'analisi dell'idrogeologia strutturale, che si è ovviamente basata sulla cartografia e sulla letteratura geologica disponibile, si è prefissa due principali obiettivi:

- accurata cartografia delle formazioni impermeabili, verificando la continuità degli affioramenti o la loro laminazione o frammentazione per fenomeni tettonici;
- preparazione di alcuni profili geologici opportunamente orientati

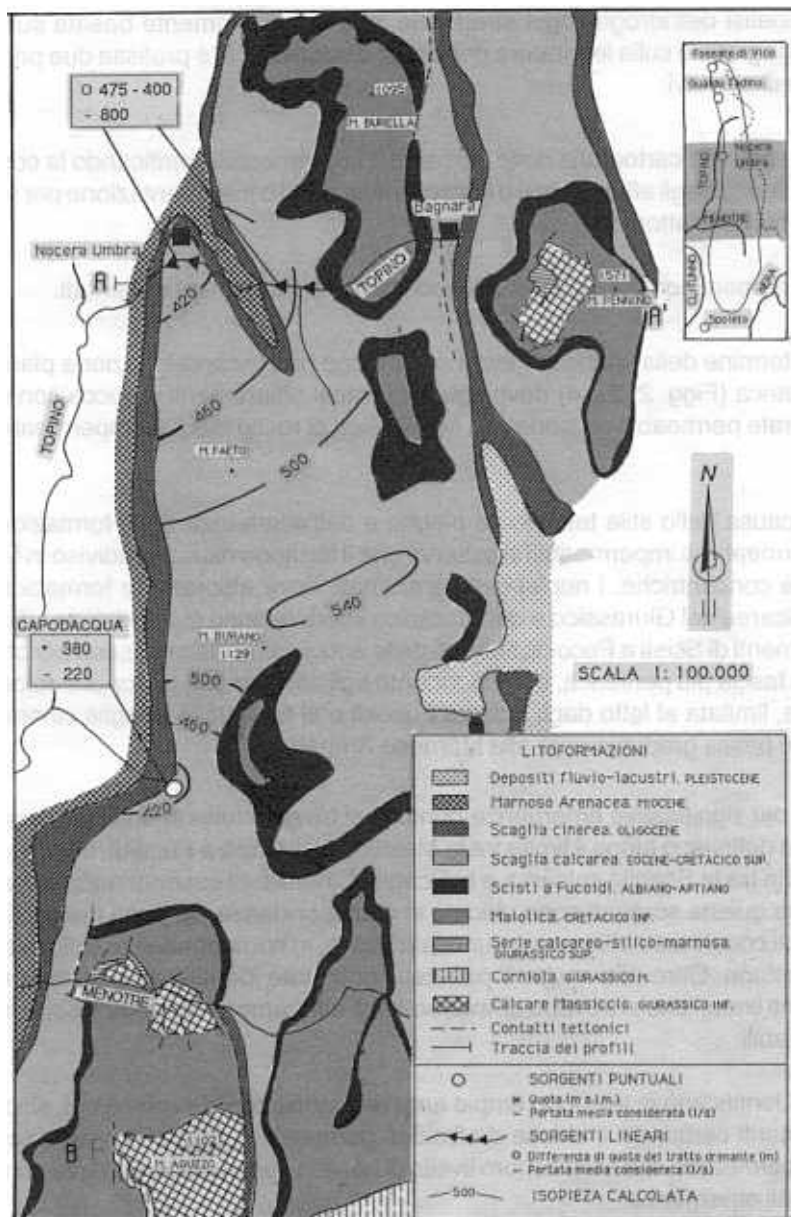
Al termine della verifica di terreno si ottiene una rappresentazione planimetrica (Figg. 2, 3 e 4) dove figurano estesi affioramenti di rocce considerate permeabili circondati da sottili fasce di rocce ritenute impermeabili.

A causa dello stile tettonico a pieghe e dell'alternanza delle formazioni permeabili e impermeabili si osserva che il territorio risulta suddiviso in fasce concentriche. I nuclei delle anticlinali, dove affiorano le formazioni calcaree del Giurassico e del Cretacico inferiore sono circondati da affioramenti di Scisti a Furoidi; sulle ali delle anticlinali si distingue una seconda fascia più periferica, corrispondente agli affioramenti di Scaglia calcarea, limitata al letto dagli Scisti a Furoidi e al tetto dalla Scaglia cinerea che passa gradualmente alla Marnoso Arenacea.

Le più significative emergenze puntuali si trovano tutte in una posizione ben definita: o lungo il limite tra la Maiolica e gli Scisti a Furoidi, o lungo il limite tra la Scaglia calcarea e la Scaglia Cinerea. Si osserva ancora che tutte queste sorgenti sono ubicate in corrispondenza dei punti nei quali i limiti considerati affiorano a quota più bassa, in corrispondenza di linee di erosione. Oltre alle sorgenti puntuali sono state identificate alcune sorgenti lineari che si trovano all'interno degli affioramenti dei complessi permeabili.

Si identificano in tal modo ampie aree di ricarica corrispondenti agli affioramenti carbonatici, chiuse da limiti di permeabilità costituiti dalle fasce impermeabili, che hanno il loro livello di base in corrispondenza delle principali emergenze.

STRUTTURA IDROGEOLOGICA DI M.FAETO-M.BURANO



Per identificare le strutture idrogeologiche e i loro limiti si è partiti da semplici considerazioni:

ogni emergenza deve avere un'area di ricarica capace di alimentarla;

ogni area di ricarica deve alimentare un'emergenza;

aree di ricarica costituite da litotipi simili e che si trovano in condizioni climatiche confrontabili, hanno analoghi valori di infiltrazione efficace.

Correlando le aree di ricarica con i loro più probabili punti di emergenza si possono identificare alcune strutture presumibilmente chiuse. La validità di questa ipotesi di lavoro è stata verificata mettendo in relazione la portata media erogata dalla struttura con l'estensione e la litologia dell'area di alimentazione.

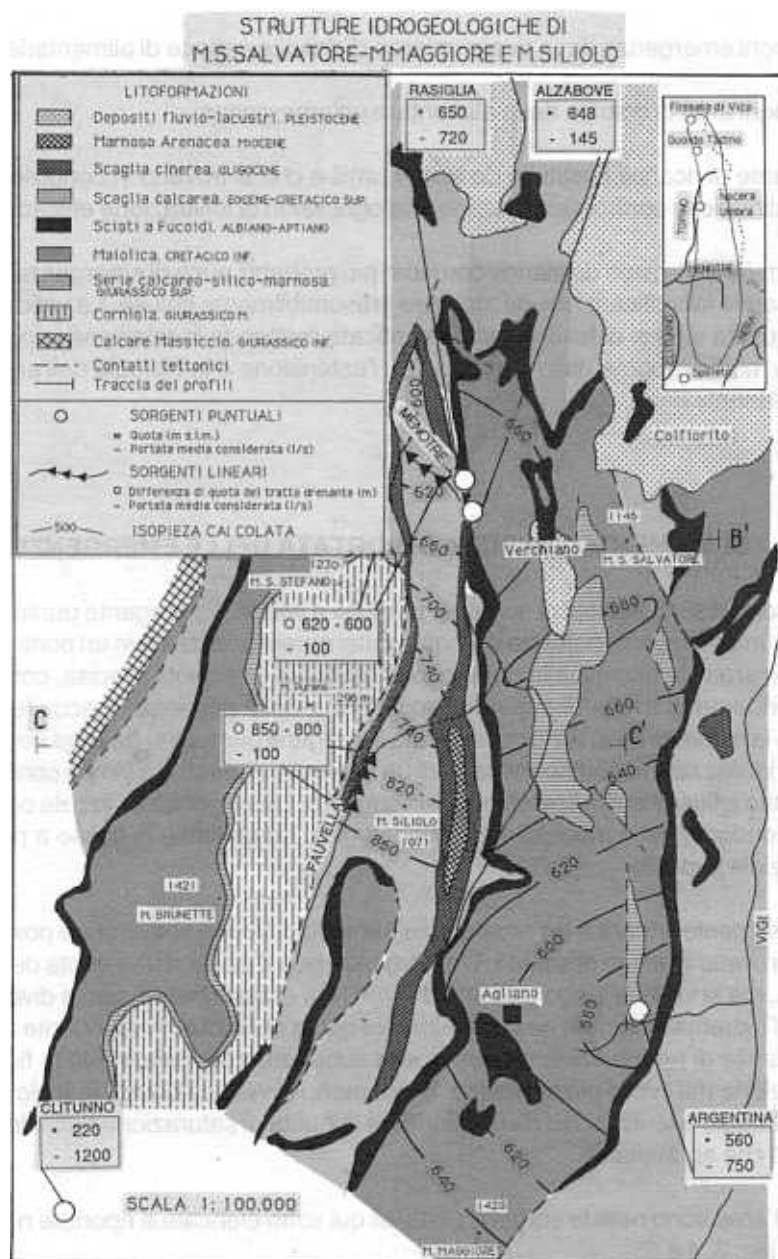
3.2 CENSIMENTO E MISURA DI PORTATA DELLE EMERGENZE

Si sono distinti due tipi di sorgenti: puntuali e lineari. La sorgente puntuale è un'emergenza naturale di acque sotterranee localizzata in un punto o in un'area circoscritta alla quale si può attribuire una quota precisa, corrispondente al livello di base dell'acquifero o della porzione di acquifero che la alimenta. Nell'area considerata le sorgenti puntuali si trovano sempre localizzate in corrispondenza di un limite di permeabilità (limite considerato a flusso nullo) che chiude un acquifero. Le sorgenti localizzate corrispondono, nella modellistica idrogeologica, ad un limite di flusso a potenziale imposto.

La sorgente lineare è un'emergenza naturale di acque sotterranee posta in un tratto di alveo drenante. L'emergenza non è posta a una quota definita, ma si verifica lungo un tratto d'alveo i cui estremi hanno quote diverse: l'estremità inferiore ha generalmente quota definita corrispondente ad un limite di permeabilità mentre quella superiore può variare con la fluttuazione del livello piezometrico. Il fenomeno si verifica dove il reticolo di drenaggio è tanto inciso da raggiungere la quota di saturazione della dorsale che attraversa.

Nell'area sono note le sorgenti puntuali qui sotto elencate e riportate nelle Figg. 3, 4 e 5.

(Fig. 4)



Tab. 1 - PORTATA DELLE EMERGENZE LOCALIZZATE

Nome della sorgente	Quota m s.l.m.	Portata max.l/s	Portata media l/s	Portata min.l/s
Vaccara	464	100	86	70
Rumore	471	126	114	100
Boschetto	540	339	276	206
San Giovenale	480	335	315	295
Capodacqua	380		220	
Rasiglia	650	837	720	633
Alzabove	648		145	
Argentina (*)	562	600	464	326
Fonti Clitunno (*)	224		1200	
Bagnara	632	110	98	85

(*) *Sorgente Argentina: dati riferiti all'emergenza più elevata, a valle della quale sono stati misurati consistenti apporti in alveo per una portata media totale di 750 l/s. Fonti Clitunno: dato riferito all'emergenza più elevata, a valle della quale sono stati misurati consistenti apporti in alveo per una portata media totale, misurata a quota 210 m nel 1988, di 1630 l/s.*

Non vengono considerate le sorgenti minori alimentate da modesti acquiferi sospesi che erogano portate medie inferiori ad una cinquantina di l/s e quelle poste in prossimità degli alvei drenanti, la portata delle quali è stata riferita alle sorgenti lineari.

Le portate medie che figurano in Tab. 1 sono state dedotte dalle schede compilate per conto della Regione Umbria che tengono conto dei dati storici e di misure periodiche eseguite in una campagna del secondo semestre del 1988 [11]. Sull'attendibilità di queste valutazioni si possono avanzare delle riserve per due principali motivi:

le misure storiche sono state eseguite occasionalmente senza alcuna regolarità;

la portata delle sorgenti captate non viene misurata ma, nella maggior parte dei casi, dichiarata dal Concessionario senza possibilità di verifica.

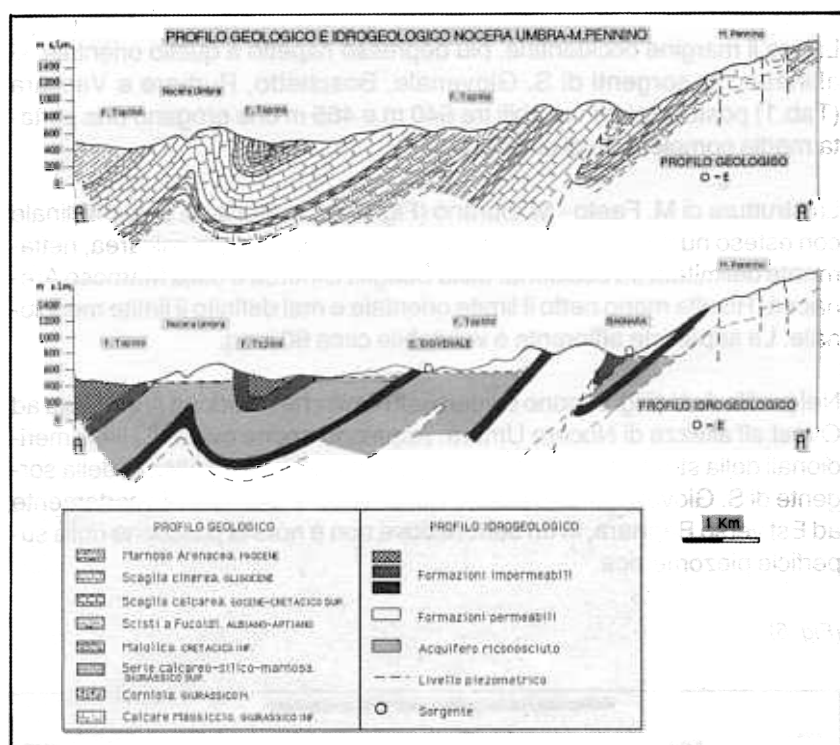
Nonostante queste incertezze si ritiene che, nella maggior parte dei casi, la portata considerata sia quanto meno attendibile per gli scopi di questo lavoro.

Nella zona sono note anche alcune sorgenti lineari segnalate lungo il corso del Menotre, del Topino e del Clitunno [5, 9]. La portata delle sorgenti lineari è stata valutata mettendo a confronto le misure eseguite a quote diverse lungo il corso d'acqua, sottratti eventuali apporti laterali dovuti ad affluenti o sorgenti puntuali. Si possono ritenere significativi incrementi o perdite di portata, tra due sezioni, superiori al 10 % confermati da una serie di almeno tre misure eseguite preferibilmente in periodo estivo e in anni diversi. Sulle dorsali carbonatiche, dove il ruscellamento è limitato ed effimero, in bacini estesi qualche decina o centinaia di Km², gli errori di valutazione causati dal ruscellamento di superficie sono trascurabili se si ha l'accortezza di eseguire le misure qualche giorno dopo l'ultima pioggia significativa. Nel caso del Topino e del Menotre, nei mesi estivi l'intera portata è alimentata da sorgenti puntuali e lineari. La portata delle sorgenti lineari è stata valutata dal confronto di dati storici [9], dati recentemente acquisiti [5, 7] e due campagne di misure eseguite dalla Regione Umbria nel secondo semestre 1988 sul Topino, Menotre e Clitunno e nell'intero 1990 sul Topino e sul Menotre [11]. Le sorgenti lineari riconosciute sono riportate, con apposito simbolo, nelle Figg. 3 e 4 con i valori della portata media ritenuta più attendibile. La valutazione delle portate medie è sempre difficoltosa per la scarsità di dati.

Per il Topino gli incrementi medi misurati nel 1988 sono confrontabili con i valori indicati da PERRONE E. [9] e con quelli riportati nello Schema Idrogeologico dell'Italia Centrale [5]; le portate misurate nel 1990 e nel 1975-76 [7] sono invece pari a circa la metà dei precedenti e corrispondono a una fase di magra avanzata. Nel biennio 1989-90 le precipitazioni sono state nettamente inferiori alle medie ed è mancato del tutto l'innevamento.

Situazione analoga si è riscontrata nel Menotre dove, nel 1990, si sono misurate portate ridotte alla metà rispetto alle medie valutate negli studi precedenti.

(Fig. 5)



4. STRUTTURE IDROGEOLOGICHE

Da Nord verso Sud sono state identificate le seguenti strutture idrogeologiche:

La struttura M. Maggio - M. Burella (Fig. 2) è costituita da una anticlinale, con al nucleo un modesto affioramento di Calcare Massiccio bordato da una serie medio giurassica ridotta e da un esteso affioramento di Maiolica. La chiusura periferica è data dagli Scisti a Fucoidi che circondano la struttura con continuità nel settore occidentale. Meno evidente appare la chiusura nel settore orientale compresso e localmente laminato. La superficie è di circa 60 kmq.

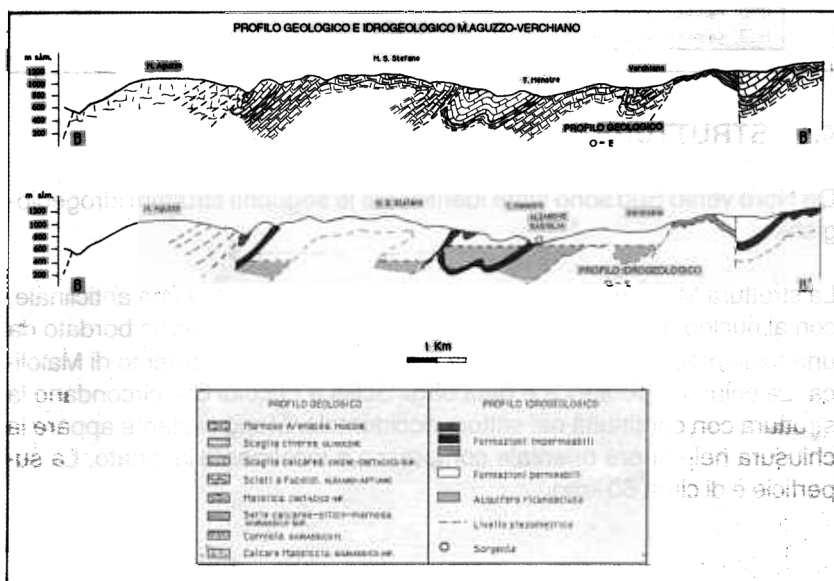
Nel profilo A-A' (Fig. 5) sono evidenziati i limiti della struttura presso il suo apice meridionale, all'altezza della sorgente S. Giovenale.

Lungo il margine occidentale, più depresso rispetto a quello orientale, si allineano le sorgenti di S. Giovenale, Boschetto, Rumore e Vaccara (Tab.1) poste a quote variabili tra 540 m e 465 m che erogano una portata media complessiva di circa 800 l/s.

La struttura di M. Faeto - M. Burano (Fig. 3) è costituita da una anticlinale con esteso nucleo prevalentemente costituito da Scaglia calcarea, nettamente delimitata ad occidente dalla Scaglia Cinerea e dalla Marnoso Arenacea. Risulta meno netto il limite orientale e mal definito il limite meridionale. La superficie affiorante è valutabile circa 60 kmq.

Nel profilo A-A' (Fig. 5) sono evidenziati i limiti che chiudono la struttura ad Ovest all'altezza di Nocera Umbra. Appaiono anche evidenti i limiti meridionali della struttura di M. Maggio M. Burella, chiusa all'altezza della sorgente di S. Giovenale. La struttura qui considerata si estende certamente ad Est verso Bagnara, in un settore dove non è nota la posizione della superficie piezometrica.

(Fig. 6)



L'unica emergenza localizzata è la sorgente di Capodacqua posta a quota 380 con portata media di 220 l/s. l'emergenza più importante è la sorgente lineare del Topino divisa in due settori, uno tra quota 470 e 450, l'altro tra quota 420 e 400, che erogano complessivamente circa 800 l/s.

La struttura di M. Siliolo (Fig. 4) è una stretta sinclinale con nucleo di Scaglia, di circa 15 kmq, chiusa dagli Scisti a Fucoidi sul lato orientale e dalla Scaglia Cinerea sul lato occidentale. La struttura resta probabilmente aperta sul lato meridionale, dove in parte contribuisce all'alimentazione delle sorgenti del Clitunno.

I profili B-B' e C-C' (Figg. 6 e 7) evidenziano il più probabile andamento dei limiti della struttura, sia all'altezza della sorgente Rasiglia sia in un settore più meridionale.

Nella dorsale non sono note sorgenti puntuali ma si trovano due sorgenti lineari, una in corrispondenza del fosso Fauvella che risulta alimentato tra quota 850 m e 800 m e l'altra lungo il Menotre tra quota 620 m e 600 m circa, per un incremento medio complessivo valutato di 200 l/s.

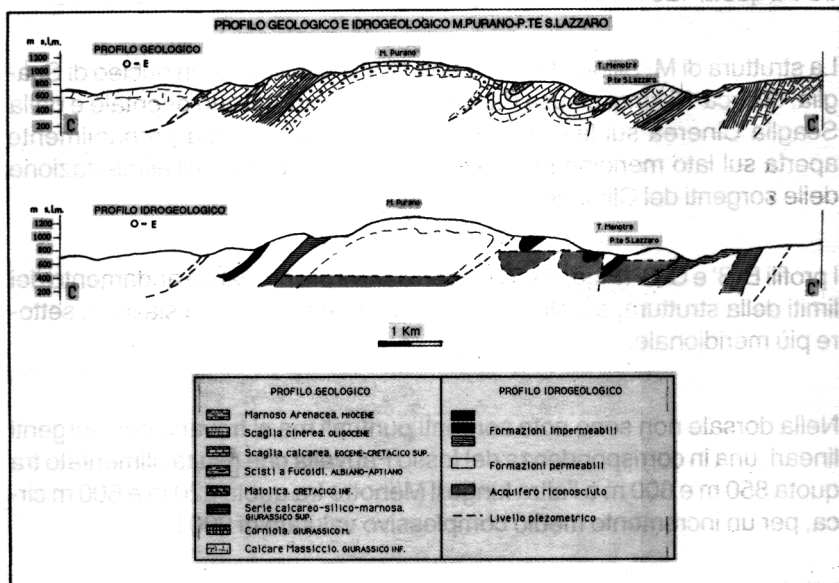
La struttura di M. S. Salvatore - M. Maggiore (Fig. 4) è una anticlinale a nucleo di Maiolica con locali culminazioni assiali che portano in affioramento il Complesso calcareo-silico-marnoso. Gli Scisti a Fucoidi chiudono nettamente la struttura ad occidente, mentre ad oriente la chiusura è discontinua.

Il profilo B-B' (Fig. 6) attraversa la struttura all'altezza delle sorgenti Alzabove e Rasiglia e mette in evidenza come i limiti occidentali siano molto indefiniti presso il settore meridionale della depressione di Colfiorito.

Nel profilo C-C' (Fig. 7) si osserva una culminazione assiale che porta in affioramento il complesso impermeabile del Giurassico superiore. Questa situazione determina probabilmente la suddivisione dell'acquifero in due settori, quello settentrionale che ha per livello di base le sorgenti di Alzabove e Rasiglia a quota 650 m circa e quello meridionale che drena verso la sorgente Argentina posta a quota 560 m circa (Fig. 4).

La portata complessiva risulta di 1600 l/s, ma è probabilmente imprecisa la portata della sorgente Argentina.

(Fig. 7)



Oltre quelle prese in considerazione sono state individuate altre strutture che sono ancora in corso di studio per meglio identificare i loro limiti e le portate erogate. La struttura di M. Pennino alimenta la sorgente di Bagnara e le sorgenti lineari dell'alto corso del fiume Potenza a quote superiori a 600 m. Nel settore meridionale la struttura di M. S. Stefano - M. Brunette alimenta le sorgenti del Clitunno; la struttura di M. Aguzzo alimenta una notevole sorgente lineare ben identificata lungo lo alto corso del Clitunno. Le strutture meridionali hanno un livello di base posto a quota 200 m circa e sono quindi saturate ad una quota molto più bassa rispetto alle strutture precedentemente considerate che hanno livelli di base molto più elevati. Per questa ragione il corso del Menotre non è più alimentato, ma probabilmente subisce delle perdite, a valle di quota 600 dove lascia la sinclinale satura di M. Siliolo per solcare le dorsali di M. S. Stefano e Monte Aguzzo.

5. IDROGEOLOGIA QUANTITATIVA

5.1 STIMA DELL'INFILTRAZIONE EFFICACE

In base al principio che la portata erogata da una struttura idrogeologica chiusa equivale alla portata che mediamente si infiltra nella sua area di alimentazione è possibile valutare la infiltrazione efficace. Dividendo il volume mediamente erogato in un anno per la superficie di alimentazione si è ricavato un valore d'infiltrazione efficace media annua, nelle strutture considerate.

M. Maggio - M. Burella	420 mm/anno
M. Faeto - M. Burano	520 mm/anno
M. Siliolo	420 mm/anno
M. S. Salvatore - M. Maggiore	1000 mm/anno

L'infiltrazione efficace media nelle dorsali calcaree umbro-marchigiane è stata valutata 550 mm/anno, pari a circa il 50 % degli afflussi meteorici medi [5].

I valori calcolati per le prime tre strutture sono, in prima approssimazione accettabili, considerando tutte le possibili imprecisioni nella valutazione delle portate e nella delimitazione delle aree di alimentazione.

Per la struttura di M. S. Salvatore - M. Maggiore il valore ottenuto è inaccettabile perchè eccessivo. Nemmeno una più attenta valutazione delle portate della sorgente Argentina potrebbe fornire dati attendibili. È quindi molto probabile che la struttura si estenda per una cinquantina di kmq verso Nord-Est, nella depressione tettonico-carsica di Colfiorito (Fig. 4). Ne risulterebbe un'infiltrazione efficace confrontabile con i valori noti.

5.2 SUPERFICIE PIEZOMETRICA E SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE SOTTERRANEA

Con i dati disponibili si è tentato di definire il più probabile andamento della superficie piezometrica degli acquiferi considerati. Per le strutture che alimentano più di un'emergenza si è proceduto nel modo seguente. Ogni sorgente periferica si trova ad una quota definita che corrisponde al livello di base della porzione di acquifero che l'alimenta. Poichè è nota sia la

portata media della sorgente sia l'infiltrazione efficace media, è possibile calcolare quale porzione di acquifero alimenta presumibilmente una determinata sorgente. Si identificano in tal modo dei limiti di potenziale che suddividono l'acquifero in settori con diverse direttrici di flusso. Nelle strutture drenate da sorgenti lineari si individuano le quote della superficie piezometrica in corrispondenza di tratti d'alveo drenanti. Analogamente la superficie piezometrica dovrà sempre essere a quote inferiori a quelle di un alveo non alimentato, o di un limite periferico dove non si trovano sorgenti. Su questa base si delinea la più probabile superficie piezometrica che sia coerente con i dati idrologici e morfologici disponibili. Il risultato dell'operazione è indicato nelle Figg. 2, 3 e 4 e nei profili delle Figg. 5, 6 e 7 dove si osserva che, nelle strutture idrogeologiche identificate, i livelli piezometrici sono posti a quote diverse.

I gradienti idraulici sono generalmente compresi tra 10 e 20 per mille; nella dorsale di M. Siliolo il gradiente idraulico è del 30 per mille dovuto probabilmente ad una riduzione della permeabilità causata dagli stress subiti dalla stretta sinclinale schiacciata tra le dorsali di M. S. Stefano e M. S. Salvatore.

6. CONCLUSIONI

In questa nota si è cercato di descrivere un metodo di ricerca idrogeologica che ha lo scopo di rilevare e di valutare, con la migliore approssimazione possibile, dati quantitativi in aree montuose.

La ricerca si articola in due fasi distinte. La prima fase, mirata all'acquisizione di dati, porta all'individuazione di strutture idrogeologiche chiuse e alla valutazione delle portate medie da queste erogate. Il risultato di questa fase è la espressione delle migliori conoscenze acquisite nel momento della ricerca. Su questa base si imposta una seconda fase di elaborazione dei dati acquisiti che porta alla valutazione quantitativa dell'infiltrazione efficace, delle risorse idriche sotterranee rinnovabili, del più probabile andamento della superficie piezometrica e dei gradienti idraulici, nei diversi settori del territorio esaminato.

BIBLIOGRAFIA

[1] ACCORDI B., ANGELUCCI A., DAMIANI A.V., DEIANA G., FRANCIONI F., GIROTTI O., LA MONICA G., MANGANELLI V., MENICHINI D., MORETTI A., PALMERINI V. e PERELLA G. (1962) - Carta Geologica d'Italia. Foglio 131-Foligno. Scala 1:100.000. Servizio Geologico d'Italia. Poligrafico dello Stato, Napoli.

[2] ACCORDI B. e MORETTI A. (1967) - Note illustrative della Carta Geologica di Italia. Foglio 131-Foligno. Servizio Geologico d'Italia, Roma.

[3] BARONE S., DAMIANI A.V., DEIANA G., MORETTI A., PERNO U., PIALLI G. e SANTAGATI G. (1966) - Carta Geologica d'Italia. Foglio 123-Assisi. Scala 1:100.000. Servizio Geologico d'Italia. Poligrafico dello Stato, Napoli.

[4] BONI C. e BONO P. (1982) - Prima valutazione quantitativa dell'infiltrazione efficace sui sistemi carsici della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e nei sistemi di facies pelagica umbro-marchigiano-sabina (Italia centrale). *Geologia applicata e Idrogeologia*, v. 17, parte seconda, pp. 427-436, Bari.

[5] BONI C., BONO P. e CAPELLI G. (1986) - Schema idrogeologico dell'Italia centrale. *Memorie della Società Geologica Italiana*, v. 35, parte seconda, pp. 991-1012, Roma.

[6] CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., CHIOCCHINI F., DRAMIS G., JACOBACCI A., MARTELLI G., MICARELLI A. e POTETTI M. (1979) - Carta Geologica d'Italia. Foglio 301-Fabiano. Scala 1:50.000. Servizio Geologico d'Italia, Roma.

[7] CONVERSINI P., NOTO P. e SABATINI P. (1976) - Dati caratteristici dei corpi idrici presenti nel bacino del Fiume Topino a Nord di Foligno. *Documenti Studi Ricerche*. Provincia di Perugia. Perugia.

[8] LIPPI BONCAMPPI C. (1953) - Le risorgenti alimentate dal bacino carsico di Colfiorito. *I Congr. Intern. de Spéléologie*, pp. 229-235, Parigi.

[9] PERRONE E. (1908) - Carta idrografica d'Italia: Tevere. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, Roma.

[10] PIALLI G. (1970) - Geologia delle formazioni giuresi dei monti ad Est di Foligno (Appennino umbro). *Geologica Romana*, v. 9, pp. 1-30, Roma.

[11] REGIONE UMBRIA (1989-90) - Piano ottimale di utilizzazione delle risorse idriche della Regione. Studio dei massicci carbonatici. Lavoro inedito, Perugia.

[12] ZOPPI G. (1892) - Carta idrografica d' Italia: Nera e Velino. Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, Roma.

DIDASCALIE DELLE FIGURE

Fig. 1 - COLONNA STRATIGRAFICA

MA: formazione della Marnoso Arenacea. SC: formazione della Scaglia Cinerea. S: formazione della Scaglia calcarea. SF: formazione degli Scisti a Furoidi. M: formazione della Maiolica. Ccsm: complesso calcareo-silico-marnoso. C: formazione della Corniola. Ms: formazione del Calcare Massiccio.