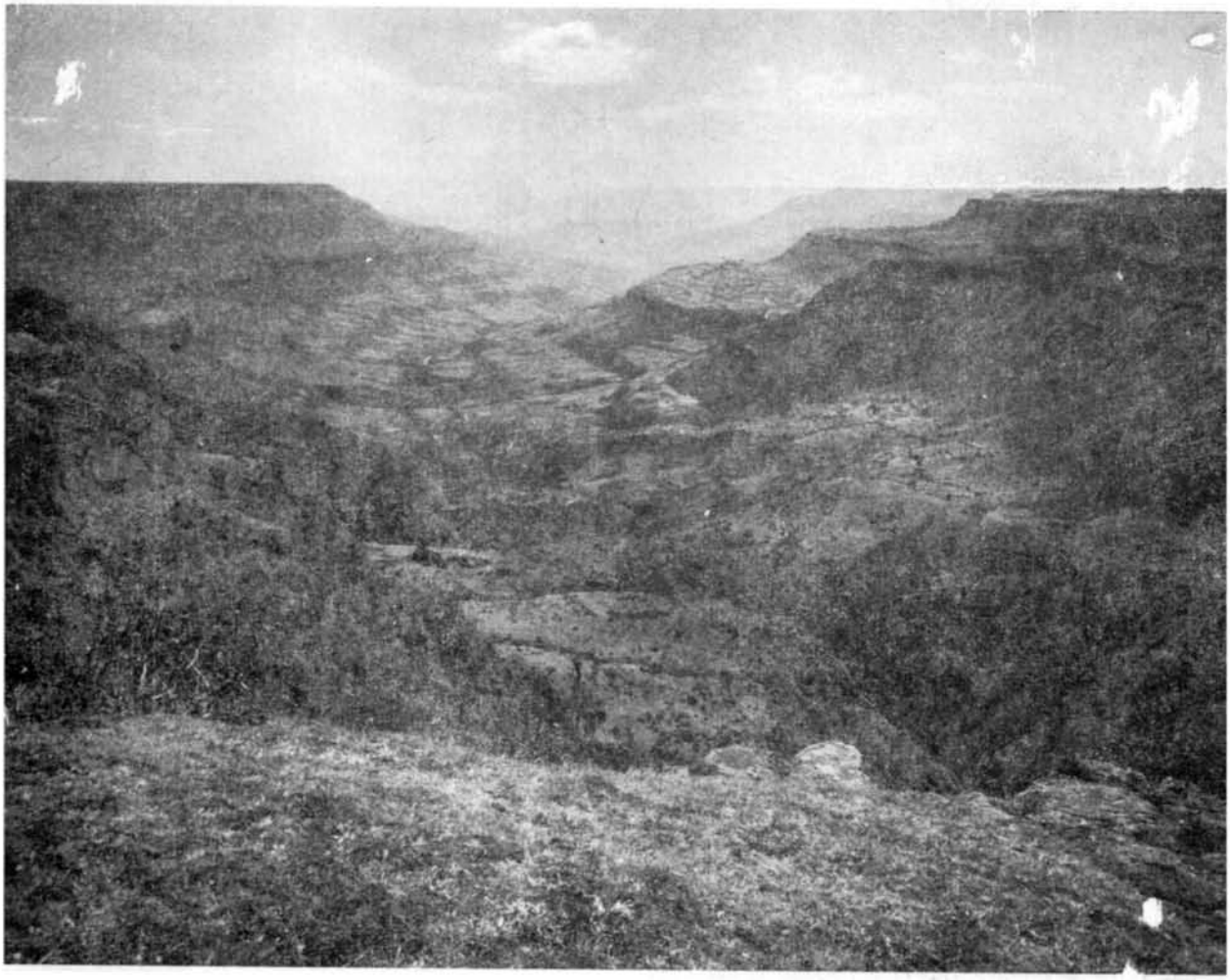
NOTIZIARIO
SEZIONALE

CLUB ALPINO ITALIANO
Sezione di NAPOLI
Fondata nel 1871



NAPOLI, gennaio - giugno 1982 ANNO XXXVI - N. 1

PROVE DI COLORAZIONE NEL MASSICCIO CARSICO DEL M. TERMINIO - M. TUORO (AVELLINO)

RIASSUNTO

Dopo un breve cenno alla metodologia utilizzata, vengono resi noti i risultati delle prove con traccianti artificiali eseguite nel M. Terminio (Campania). La fluoresceina, immessa nell'inghiottitoio della Bocca del Dragone (Volturara Irpina), è stata intercettata in corrispondenza delle sorgenti di Cassano Irpino.

ABSTRACT

Following a short reference to the method used, the results of the artificial traces tests carried out in Mount Terminio (Campania) are made know. The fluorescent agents run into the swallow hole of Bocca del Dragone (Volturara Irpina) were intercepted at the Cassano Irpino springs.

1. *Premessa*

All'interno del massiccio carbonatico del M. Terminio-M. Tuoro si apre la vasta conca endoreica del Dragone le cui acque di ruscellamento superficiale sono assorbite da un unico inghiottitoio (Bocca del Dragone) posto lungo il margine meridionale della zona di pianura (fig. 1).

Al fine di approfondire le conoscenze sulla circolazione delle acque sotterranee del suddetto massiccio sono state eseguite, unitamente ad altre indagini geognostiche (vedi bibliografia), prove di colorazione (1) aventi lo scopo di individuare i recapiti preferenziali delle acque (ad alto tasso di inquinamento) che si immettono nell'inghiottitoio.

Nel corso della presente memoria, dopo un breve cenno alla metodologia utilizzata, vengono resi noti i risultati delle prove le quali si inquadrano nei programmi di studio che la Cassa per il Mezzogiorno (Rip. Progetti Idrici - Div. 4ª) sta portando avanti nei Monti Picentini ed in particolare nel M. Terminio.

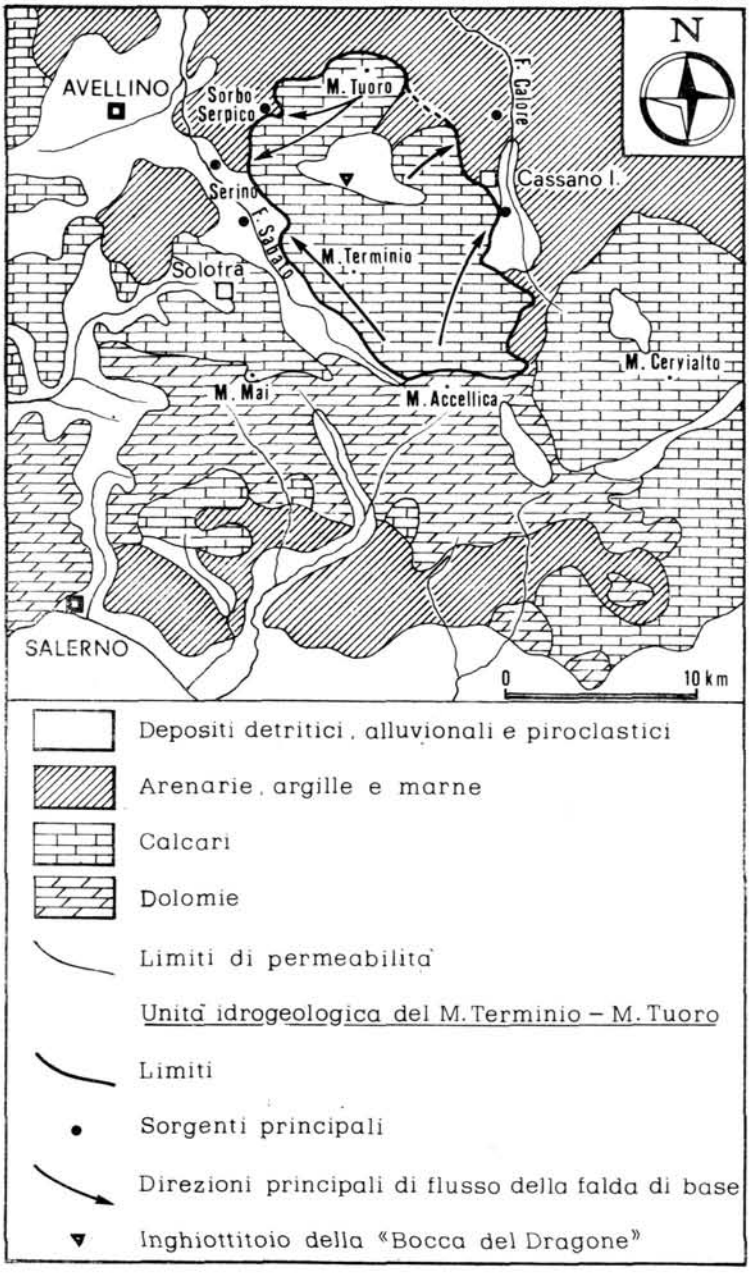
2. *Cenni di Geologia ed Idrogeologia*

Il massiccio carbonatico del Terminio - Tuoro (fig. 1), ultima propaggine

(1) Le prove sono state eseguite dalla Soc. Arlab di Roma.

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it

FIG. 1 – SCHEMA IDROGEOLOGICO DEL M. TERMINIO–M. TUORO



Nord-orientale dei monti Picentini, è compreso tra le alte valli del F. Sabato e del F. Calore.

La litologia è data, dal basso verso l'alto, da dolomie, calcari e calcari dolomitici, e da una potente serie cal-

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it

carea terminale fortemente carsificata (Piattaforma carbonatica Campano-lucana).

L'età è compresa fra il Trias sup. ed il Cretacico sup. Lo spessore complessivo della serie è di oltre 3000 m.

A Nord-Ovest ed a Nord-Est il massiccio è a contatto tettonico con depositi argilloso-marnoso arenacei (Unità Sicilidi ed Unità Irpine) che operano un tamponamento pressocché completo sulla sua circolazione idrica di base. A Sud-Ovest, la faglia del F. Sabato opera un'altra efficace azione di sbarramento. A Sud, infine, il tamponamento sulla circolazione idrica di base è esercitato dalle dolomie farinose del M. Accellica e, probabilmente, dalla serie calcareo-silico-marnosa (Unità Lagonegresi) tettonicamente sottoposta alle stesse dolomie.

La falda, così delimitata, trova recapito ai bordi del massiccio dove, a varie quote, esistono sorgenti di trabocco (tab. I):

TAB. I: PRINCIPALI SORGENTI E GRUPPI SORGIVI DEL M. TERMINIO-M. TUORO

N°	Sorgenti e gruppi sorgivi	quota m s.l.m.	portata media mc/s	Utilizzazione principale
1	Gruppo Cassano Irpino	470	3,1	Potabile (Acq. Pugliese ed Alto Calore)
2	Gruppo Serino	310÷370	2,1	Potabile (Acq. di Napoli)
3	Gruppo Sorbo-Serpico	470	0,2	Potabile (Acq. Alto Calore)
4	Beardo	450	0,4	idroelettrico (ENEL)

All'interno del Terminio-Tuoro la superficie piezometrica si mantiene a quota alta (circa 650 m s.l.m., nei pressi dell'inghiottitoio) e perde gran parte del proprio carico lungo le faglie di bordo del massiccio. Pertanto, le acque che si immettono nella Bocca del Dragone incontrano la falda a pochi metri di profondità (circa 20 m) (CELICO-RUSSO, 1981) e vengono subito diluite in essa.

3. *Problematica sviluppata*

L'obiettivo principale dello studio è stato quello di valutare se le acque che si immettono nell'inghiottitoio della Bocca del Dragone potessero giungere alle sorgenti con un carico inquinante residuo, nonostante l'esistenza di una forte diluizione in falda.

Per tale motivo sono state programmate delle prove con traccianti artificiali aventi lo scopo di individuarne i punti di recapito e di definire i tempi di transito delle acque defluenti in eventuali dreni preferenziali posti all'interno dell'acquifero saturo. Senza dette prove la presenza di questi ultimi poteva essere solo ipotizzata in base all'analisi del regime idrologico delle sorgenti di Cassano Irpino; quest'ultimo, infatti, è caratterizzato da veloci incrementi di portata che, specie al-

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it

l'inizio di ogni anno idrologico, si manifestano già nei primi giorni successivi agli eventi piovosi.

4. *Scelta dei traccianti artificiali*

Com'è noto, le sostanze che possono essere utilizzate come traccianti artificiali nelle ricerche idrogeologiche devono avere la proprietà di attraversare il sottosuolo senza interagire con esso, senza essere fissate e senza alterarsi in modo marcato; inoltre devono poter essere riconosciute facilmente anche se giungono a recapito in piccola concentrazione; infine non devono permanere per periodi molto lunghi nell'acquifero in quanto si deve poter ripetere, se necessario, le prove.

Possono essere utilizzate sostanze solide (fior di farina, lievito di birra, batteri, ecc.) le quali vengono di norma riconosciute con osservazioni ottiche (ad occhio nudo o al microscopio). Spesso vengono impiegati traccianti chimici solubili come i cloruri ($NaCl$, NH_4Cl, $LiCl$, ecc.), il bicromato di sodio, ecc. i quali possono essere riconosciuti con analisi o reazioni chimiche molto semplici oppure attraverso misure di conduttività elettrica. Sono pure utilizzati i radioisotopi artificiali (cloro 36, stronzio 90, bromo 82, ecc.), i radioisotopi naturali (tritio e carbonio 14) e gli isotopi naturali stabili (ossigeno 18 e deuterio) la cui presenza viene evidenziata attraverso misure di radioattività, attraverso lo spettografo di massa, ecc. infine, vengono usate delle sostanze coloranti come, per esempio, la fluoresceina ($C_{20}H_{10}O_5$).

L'uso di dette sostanze non può essere casuale ma, al contrario, la loro scelta è legata a numerosi fattori quali la problematica da sviluppare, le caratteristiche dell'acquifero, le modalità di circolazione delle acque sotterranee ed altre considerazioni, che non sono da sottovalutare, come quelle di natura economica e di semplicità delle operazioni da eseguire.

Nel caso in esame si è preferito utilizzare la fluoresceina.

In polvere essa è di colore arancio, mentre in soluzione concentrata è di colore verde fluorescente; in soluzioni a bassa concentrazione diventa di colore giallo chiaro.

Detto colorante è visibile ad occhio nudo fino a concentrazioni di 0,1 mg/l. Per concentrazioni inferiori il riconoscimento è possibile attraverso analisi più o meno sofisticate (con uso eventuale di spettrofotofluorimetri) oppure, fino a 0,001 mg/l, con l'uso del carbone attivo.

Quest'ultima metodologia, che consiste nel fissare la fluoresceina attraverso dispositivi denominati fluocaptori, è stata utilizzata per la prima volta da DUNN (1957) ed è stata successivamente sviluppata da LALLEMAND e PALOC (1965) (2).

---

(2) Il carbone attivo è un corpo poroso, in granuli di 3÷5 mm, ottenuto per carbonizzazione di materie cellulosiche previa impregnazione di alcuni agenti chimici (H_2SO_4, $NaOH$, ecc.). Esso ha un grande potere assorbente che consente di fissare le molecole di fluoresceina; quest'ultima viene poi recuperata, al 45% circa, tramite una soluzione alcolica al 10% di potassio idrossido. La soluzione risulta incolore se nel carbone attivo non è presente fluoresceina; invece la colorazione (giallo paglino) diviene visibile, entro due ore circa, se questa è stata fissata.

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it

5. *Le prove eseguite*

Le prove di colorazione sono iniziate il 25 luglio 1979 alle ore 17.45 quando, essendosi prosciugato il « lago » del Dragone (3), all'inghiottitoio pervenivano circa 2 l/s di liquame di fogna.

E' stato disciolto 1 Kg di fluoresceina in 20 litri di acqua e la soluzione così ottenuta è stata immessa direttamente nell'inghiottitoio.

L'immissione di un solo Kg (P) di fluoresceina è stata dettata dalla necessità di non rischiare di far giungere acqua colorata alle sorgenti perché queste vengono utilizzate da acquedotti importanti quali quello Pugliese, quello di Napoli e quello dell'Alto Calore.

Pertanto, considerando che sarebbe stato impossibile valutare il grado di diluizione che il colorante avrebbe subito in falda, è stato calcolato soltanto il volume d'acqua (V) necessario per dare la concentrazione massima (C) di 0.1 mg/l (non visibile ad occhio nudo):

$$V = \frac{P}{C} = \frac{1 \cdot 10^6 \text{ mg}}{0.1 \text{ mg/l}} = 10 \cdot 10^6 \text{ l}$$

Poiché le riserve esistenti nell'acquifero sono di gran lunga superiori a detto volume, è risultato innanzitutto evidente che la fluoresceina sarebbe stata recuperata alle sorgenti solo se fossero esistiti condotti preferenziali.

Ai fini della colorazione delle acque, considerando l'ipotesi meno favorevole e cioè che il colorante sarebbe stato convogliato tutto verso Cassano Irpino (Q $\simeq$ 3000 l/s), è stato calcolato il tempo minimo (t) necessario alle sorgenti per smaltire il predetto volume d'acqua:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{10 \cdot 10^6 \text{ l}}{3000 \text{ l/s}} \simeq 55 \text{ min.}$$

Alla luce delle conoscenze sulla circolazione idrica sotterranea (CELICO, 1978 e 1979) e sulle modalità di distribuzione della fluoresceina nel tempo (LALLEMAND - PALOC, 1965), tale eventualità (già cautelativa) aveva comunque poche probabilità di verificarsi; si sarebbero dovuti avere, invece, una maggiore diluizione e tempi di transito, alle sorgenti, complessivamente superiori.

I fluocaptori, costituiti essenzialmente da una rete a maglia stretta contenente il carbone attivo, sono stati immersi in acqua in corrispondenza delle sorgenti di Serino (sorgente Acquaro-Pelosi), di Cassano Irpino (nel canale di derivazione dell'Acquedotto Alto Calore) e di Sorbo Serpico (nel lavatoio comunale) (4).

I controlli alle sorgenti hanno avuto inizio alle ore 21.00 del 25-7-79 e sono stati eseguiti per circa un mese, sostituendo i fluocaptori ogni settimana. Inoltre, durante i primi sette giorni, sono state eseguite (con l'ausilio dello spettrofotofluorimetro) analisi di campioni d'acqua prelevati ad intervalli di 4 ore circa; i prelievi sono

(3) La piana del Dragone si allaga durante i periodi piovosi perché l'inghiottitoio non riesce a smaltire velocemente le acque in falda (CELICO-RUSSO, 1981).

(4) Gli autori ringraziano dirigenti e tecnici dell'AMAN e del Consorzio per l'Acquedotto dell'Alto Calore grazie alla cui sensibilità è stato possibile condurre e portare a termine le indagini.

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it

stati eseguiti in bottiglie di plastica scura, a perfetta tenuta, per evitare che l'eventuale fuoresceina presente nei campioni potesse subire alterazioni.

Al termine delle operazioni, il 21 agosto 1975, sono risultati eseguiti, per ogni sorgente, n. 5 controlli tramite i fluocaptori e n. 31 analisi chimiche (5).

6. *Risultati delle prove*

Tutti i campioni sottoposti ad analisi spettrometrica hanno dato esito negativo.

Ciò è da imputare, in alcuni casi, al mancato arrivo del colorante e, in altri, quasi certamente alla bassa concentrazione di fluoresceina esistente nei campioni. D'altro canto ciò era stato previsto perché, come si è già detto, non si è voluto rischiare di far giungere acqua colorata alle sorgenti.

Non è comunque da escludere che il prelievo dei campioni sia stato eseguito a cavallo del periodo di tempo interessato dall'arrivo della fluoresceina.

Il carbone attivo, prelevato e asciugato al buio, è stato posto in provette e, quindi, completamente immerso in una soluzione alcolica di KOH.

I campioni, controllati per oltre quattro ore, sono rimasti quasi tutti incolori; solo la soluzione del campione prelevato a Cassano Irpino dopo la prima settimana (1-8-79) è divenuta di colore giallo-paglierino dopo due ore circa.

La comparsa della fluoresceina alle sorgenti di Cassano Irpino, entro i primi otto giorni dall'immissione nella Bocca del Dragone, ha confermato che queste rappresentano un recapito preferenziale delle acque dell'inghiottitoio, in accordo con le evidenze idrogeologiche (vedi bibliografia).

In particolare è emerso che anche all'interno dell'acquifero saturo del M. Terminio, nel quale il colorante si è immesso dopo alcuni metri di percorso in verticale, esistono dreni preferenziali atti a portare velocemente le acque a recapito.

La discordanza esistente tra il risultato delle analisi spettrometriche e quello dei fluocaptori, nel caso delle sorgenti di Cassano Irpino, è chiaramente da imputare al fatto che questi ultimi sono stati per circa una settimana in acqua ed hanno potuto arricchirsi in fluoresceina per tutto il tempo in cui il colorante è passato dalla sorgente.

7. *Conclusioni*

I risultati delle prove di colorazione eseguite dall'inghiottitoio della Bocca del Dragone hanno confermato quanto già evidenziato dagli studi precedentemente eseguiti sulla circolazione idrica sotterranea del M. Terminio-M. Tuoro.

Infatti risulta confermata l'esistenza di un deflusso delle acque verso Cassano Irpino, nonché la presenza di condotti preferenziali. Inoltre restano indirettamente confermate le difficoltà di deflusso esistenti dal Terminio s.s.

(5) Le analisi chimiche sono state eseguite presso il Laboratorio di Igiene e Profilassi di Caserta diretto dal Prof. Morgantini.

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it

verso Sorbo Serpico, probabilmente per effetto dello sbarramento esercitato dalle discontinuità tettoniche che hanno dato origine alla Piana del Dragone. Risulta pure confermato il rallentamento del deflusso esistente, per le acque che alimentano le sorgenti di Serino, probabilmente a causa dell'innalzamento delle dolomie sotto il M. Terminio e per la presenza dei depositi alluvionali nella Piana. Non è comunque da escludere che il mancato recupero del colorante in quest'ultima sorgente sia da imputare anche all'assorbimento di fluoresceina da parte delle argille della stessa Piana.

Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile dedurre altro sulla circolazione idrica sotterranea del massiccio carsico. Prove ripetute nel tempo, l'affinamento della metodologia sulla scorta di questa prima esperienza e maggiori quantità di colorante potrebbero dare risposte più esaurienti.

Ai fini dell'inquinamento delle acque si può affermare che le sorgenti di Cassano Irpino sono vulnerabili. Il fatto che fino ad oggi non si siano manifestati chiari segni di inquinamento è evidentemente dovuto alla forte diluizione a cui sono soggette le acque che si immettono nella Bocca del Dragone.

BIBLIOGRAFIA

CASTANY G. (1968): *Prospection et exploitation des eaux souterraines.* Dunod, Paris.

CELICO P. (1978): *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale.* Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 14, Napoli.

CELICO P. (1979): *Considerazioni sull'idrogeologia di alcune zone dell'Italia centro-meridionale alla luce dei risultati di recenti indagini geognostiche.* Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 15, Napoli.

CELICO P., RUSSO D. (1981): *Studi idrogeologici sulla Piana del Dragone (Avellino).* Boll. Soc. Natur. in Napoli (in corso di stampa).

CIVITA M. (1967): *Alcune osservazioni preliminari sulla tettonica del Massiccio del Terminio-Tuoro (Irpinia).* Boll. Soc. Nat., 75, Napoli.

CIVITA M. (1969): *Idrogeologia del massiccio del Terminio-Tuoro (Campania).* Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 11 - Napoli.

D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE P. (1972): *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania).* Atti Acc. Naz. Lincei, 813 - Roma.

INCORONATO A., NARDI G., ORTOLANI F. (1978): *Assetto strutturale del margine nord-orientale dei Monti Picentini (Campania) e implicazioni idrogeologiche.* Atti « Semin. Int. Proc. Paleoc. e Neoc. e loro Imp. Econ. nell'Italia Merid. » - Napoli.

DUNN J.R. (1957): *Nouveau procédé de détection de la fluorescéine* (traduction). Boll. Spelunca, 1, 26 - Paris.

LALLEMAND A., PALOC H. (1965): *L'intérét de la méthode au charbon actif dans les traçages à la fluorescéine en hydrogéologie. Quelques exemples.* Réunion A.I.H. - Hanovre.

NICOTERA P. (1959): *Rilevamento e indagini geologiche per la captazione delle sorgenti di Sorbo Serpico (Avellino).* Mem. e Note Ist. Geol. Appl., 7 - Napoli.

PESCATORE T., ORTOLANI F. (1973): *Schema tettonico dell'Appennino campano-lucano.* Boll. Soc. Geol. It., 92 - Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA: *Carta geologica d'Italia alla scala 1/100.000 e relative note illustrative.* Fogli nn. 185, 186 - Roma.

Celico P., Mangano F., Monaco L.

Digitalized by Federazione Speleologica Campana
www.fscampania.it