

1253 EXPLU

B. MARTINIS e M. PIERI

non copiare
copertina

ALCUNE NOTIZIE SULLA FORMAZIONE
EVAPORITICA DEL TRIASSICO SUPERIORE
NELL'ITALIA CENTRALE E MERIDIONALE

Estratto dalle *Memorie della Società Geologica Italiana*
Vol. IV

APVE
EXPLO
1253

B. MARTINIS e M. PIERI

ALCUNE NOTIZIE SULLA FORMAZIONE
EVAPORITICA DEL TRIASSICO SUPERIORE
NELL'ITALIA CENTRALE E MERIDIONALE

Estratto dalle *Memorie della Società Geologica Italiana*

Vol. IV

BOLOGNA - AZZOGUIDI - SOC. TIP. EDITORIALE

1968

ALCUNE NOTIZIE
SULLA FORMAZIONE EVAPORITICA DEL TRIASSICO SUPERIORE
NELL'ITALIA CENTRALE E MERIDIONALE

dei soci B. MARTINIS e M. PIERI

Riassunto. — Vengono brevemente esposti i risultati stratigrafici dei sondaggi Burano 1, Fossombrone 1, Perugia 2, Antrodoco 1 e Foresta Umbra 1, eseguiti dall'AGIP Mineraria o dalla sua consociata Somicem tra il 1955 ed il 1961, allo scopo di esplorare i livelli non affioranti della serie sedimentaria dell'Italia centrale e meridionale. In tutti e cinque i pozzi sono stati attraversati sedimenti databili al Triassico superiore e caratterizzati dalla presenza di anidrite. Dopo un riepilogo delle conoscenze attuali sulla distribuzione delle facies evaporitiche triassiche nell'Italia peninsulare e nel litorale orientale adriatico-ionico, si propone l'istituzione della Formazione delle Anidriti di Burano.

Abstract. — The five stratigraphic wells of Burano 1, Fossombrone 1, Perugia 2, Antrodoco 1 and Foresta Umbra 1 were drilled by AGIP Mineraria and Somicem in Central-Southern Italy in 1955-1961. A thick Upper Triassic anhydritic and dolomitic formation is present in the lower part of the drilled sections. A short summary of the available informations on evaporitic Triassic formations in Peninsular Italy and in Dalmazia and Western Greece is given. The new rock-stratigraphic unit of Burano Anhydrite is described and defined.

PREMESSA

Scopo principale di questa nota è la pubblicazione di alcune notizie sulla stratigrafia di cinque pozzi eseguiti dall'AGIP Mineraria e dalla sua consociata Somicem nel 1955-1961 nell'Italia centrale e meridionale (1).

I sondaggi di Burano 1, Fossombrone 1, Perugia 2, Antrodoco 1 e Foresta Umbra 1 hanno la caratteristica comune di avere attraversato uno spessore rilevante di sedimenti, databili al Triassico superiore, contenenti anidrite in proporzione variabile ma sempre notevole. Purtroppo solo il sondaggio Perugia 2 ha raggiunto la base della formazione anidritica. Negli altri pozzi ne rimangono tuttora ignoti lo spessore reale ed il substrato.

(1) Desideriamo ringraziare la Società AGIP Mineraria, nella persona del Vice Direttore T. Rocco che ha concesso l'autorizzazione per la pubblicazione di questi dati. Ci è gradito ringraziare inoltre tutti i colleghi, ai quali si deve la documentazione di base di questa nota, ed in particolare R. MARROCU, recentemente scomparso, M. P. MANTOVANI, C. PIRINI, D. STORER, D. TEDESCHI. Ricordiamo infine L. TREVISAN che, come consulente dell'AGIP Mineraria, ha condotto gli studi sul Triassico dell'Italia centrale nella prima fase delle nostre ricerche.

La descrizione e l'illustrazione dei profili dei pozzi è stata eseguita principalmente sulla base dell'esame delle carote e dei cuttings prelevati durante la perforazione. Deve quindi essere intesa come schematica, anche se riteniamo sia sufficiente a tipizzare i caratteri principali della formazione. I fossili rinvenuti sono di norma scarsi e non permettono attribuzioni e correlazioni cronologiche molto precise.

Nonostante queste limitazioni, riteniamo che le notizie qui pubblicate costituiscano un contributo interessante per la conoscenza del substrato delle formazioni mesozoiche affioranti dalla Toscana alla Puglia.

Allo scopo di collegare questi nuovi dati con quanto già pubblicato in precedenza, abbiamo infine riepilogato brevemente lo stato delle conoscenze attuali sull'argomento, sia nell'Italia peninsulare che nel litorale orientale adriatico-jonico.

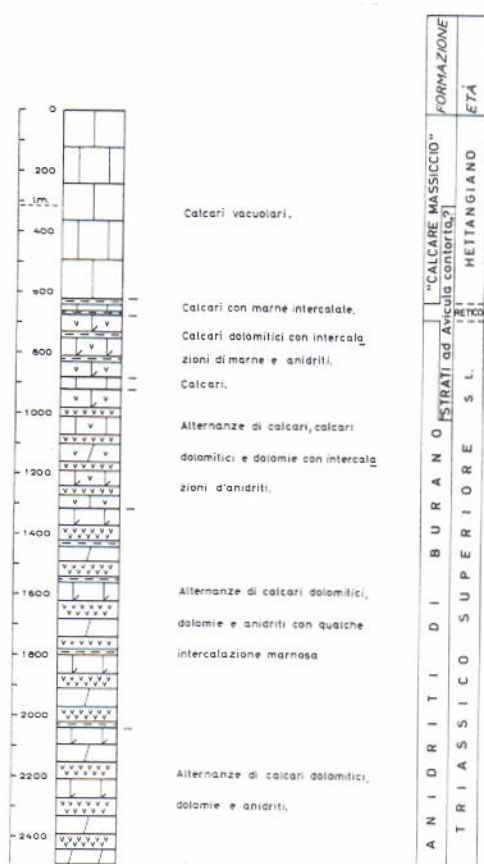


Fig. 1 - Colonna stratigrafica del pozzo Burano 1.

BURANO 1

Ubicazione.

Il pozzo è stato perforato nel 1955-56 sull'asse dell'anticlinale mesozoica di M. Catria - M. Nerone, sul greto del F. Burano, in località Ponte Grosso, un centinaio di m dal km 227,7 dalla Strada Statale Flaminia (F° 116, IV SE).

Le coordinate sono:

latitudine 43° 30' 03"

longitudine 0° 10' 57"

La quota s.l.m. è di 315 m.

Colonna litologica.

Il pozzo ha iniziato in « Calcarea massiccio » comunemente attribuito all'Het-tangiano ed attraversato fino alla profondità di m 620; in seguito sono stati incontrati i seguenti terreni:

- | | |
|--------------------|---|
| da m 620 a m 673 | Calcari grigi e nocciola con intercalate marne scistose e nerastre. |
| da m 673 a m 880 | Calcari dolomitici grigio-seuri e nocciola, talora marnosi con intercalazioni di marna nerastra e di anidrite microcristallina; si rinviene anche qualche intercalazione calcarea e dolomitica grigio-scura. L'anidrite è spesso diffusa nei calcari dolomitici in cristalli e noduli oppure si rinviene in ammassi microcristallini immersi in una matrice calcarea-marnosa. |
| da m 880 a m 920 | Calcari grigi e nocciola, vacuolari, con intercalazioni di calcari compatti. |
| da m 920 a m 1315 | Alternanze più o meno regolari di calcari, calcari dolomitici e talora dolomie, grigi e nocciola, con diffusi noduli e cristalli di anidrite, che riempie talora anche le fratture della roccia. Vi sono inoltre intercalazioni di anidrite microcristallina e di calcari marnosi. |
| da m 1315 a m 2040 | Alternanze di calcari dolomitici, dolomie ed anidrite con qualche intercalazione marnosa nerastra. I calcari dolomitici e le dolomie sono grigi e nocciola ed hanno anidrite diffusa, come nei livelli soprastanti; l'anidrite è microcristallina, talora nerastra. |

da m 2040 a m 2493,50 Alternanze simili alle precedenti senza intercalazioni marnose.

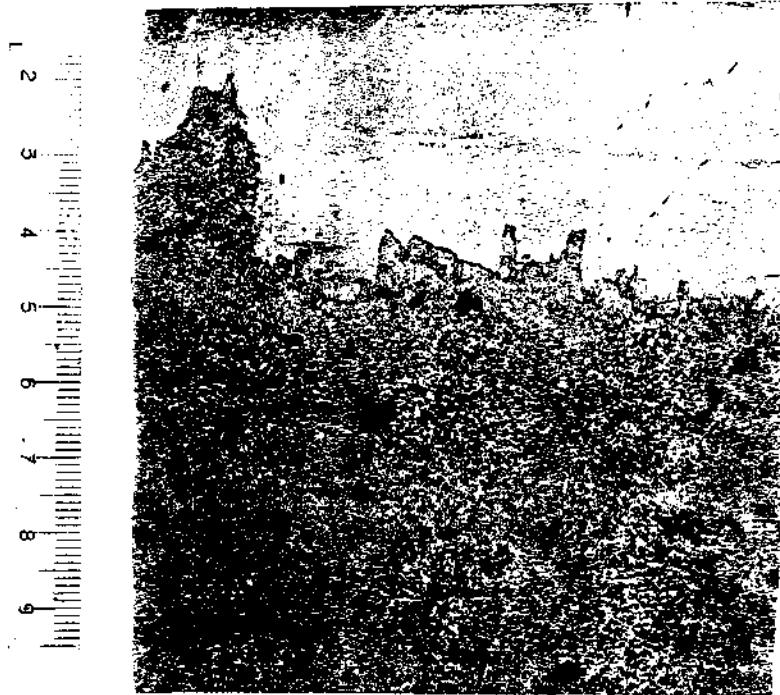


Fig. 2 - Pozzo Burano 1, sezione della carota di 877,40-880,90 m: calcare grigio-chiaro leggermente dolomitizzato e calcare grigio vacuolare con inclusi piccoli noduli di anidrite e gesso. Il passaggio tra i due litotipi è sottolineato da una sutura stilolitica ricementata da sostanza argillosa nerastra.



Fig. 3 - Pozzo Burano 1, sezione della carota di 1220,60-1229,60 m: calcare grigio nocciola con inclusi noduli e cristalli di gesso e venature di anidrite.

Paleontologia.

I fossili rinvenuti, sia nei cuttings che nelle carote di fondo, non sono abbondanti; al di sotto dei 1723 m i sedimenti si possono considerare sterili.

Resti di Gasteropodi, in genere di piccole dimensioni, e di probabili Echinidi sono presenti da 710 a 1071 m; frammenti di Spugne a 1061-1071 m; im-

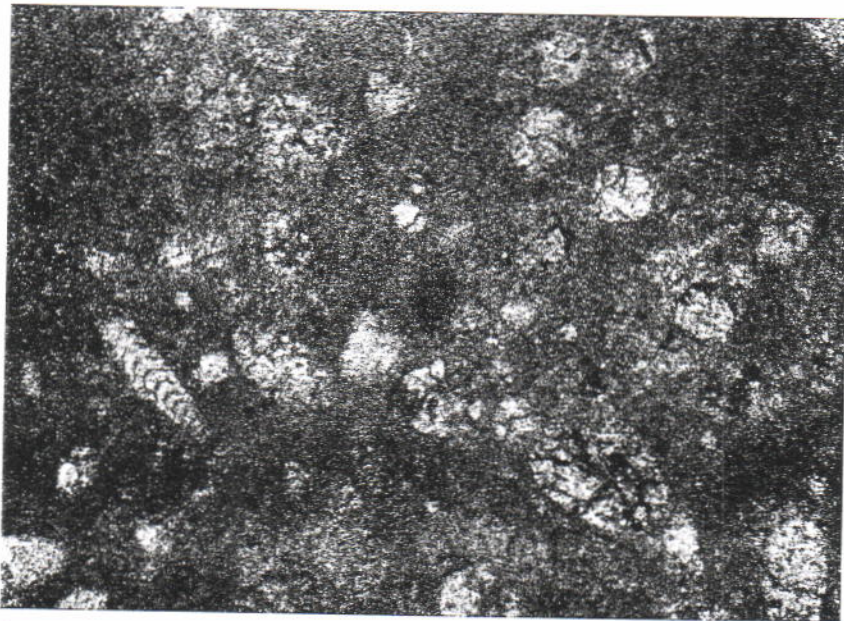


Fig. 4 - Pozzo Burano 1, microfacies della carota di 579-762 m: calcare dolomitico a grana fine con *Frammicularia* cf. *woodwardi* Howchin (x 45).



Fig. 5 - Pozzo Burano 1, carota di 1630-1635,50 m: marne nerastre con esemplari di *Bactryllium canaliculatum* Herr (x 49).

pronte di valve di *Estheria* a 1135,40-1193,60 m dove si associano anche *Thaumatoporellae*; esemplari di *Bactryllium*, attribuiti a *B. striolatum* Herr e *B. canaliculatum* Herr a 1630-1635,50 m. I Foraminiferi, molto scarsi, sono rappresentati soprattutto da piccole *Ophthalmidiidae* diffuse da 710 m a 1193,60 m; sono riconoscibili inoltre esemplari di piccole *Frondiculariae*, di tipo primitivo, di cui alcune riferibili a *F. cf. woodwardi* Howchin. Queste ultime sono presenti nelle carote di fondo prelevate a 759,80-762,30 m, tra 1135,40 e 1193,60 m ed a 1202,60-1211,60 m.

Età.

Tra il « Calcare massiccio » e la formazione evaporitica si rinviene un pacco di strati, potente una cinquantina di metri, che per posizione stratigrafica e caratteri litologici può essere correlato con gli « strati ad *Avicula contorta* » presenti negli affioramenti toscani ed attribuiti al Retico.

Per la formazione evaporitica, che definiamo Formazione delle Anidriti di Burano (1), gli elementi più importanti ai fini cronostatigrafici sono rappre-

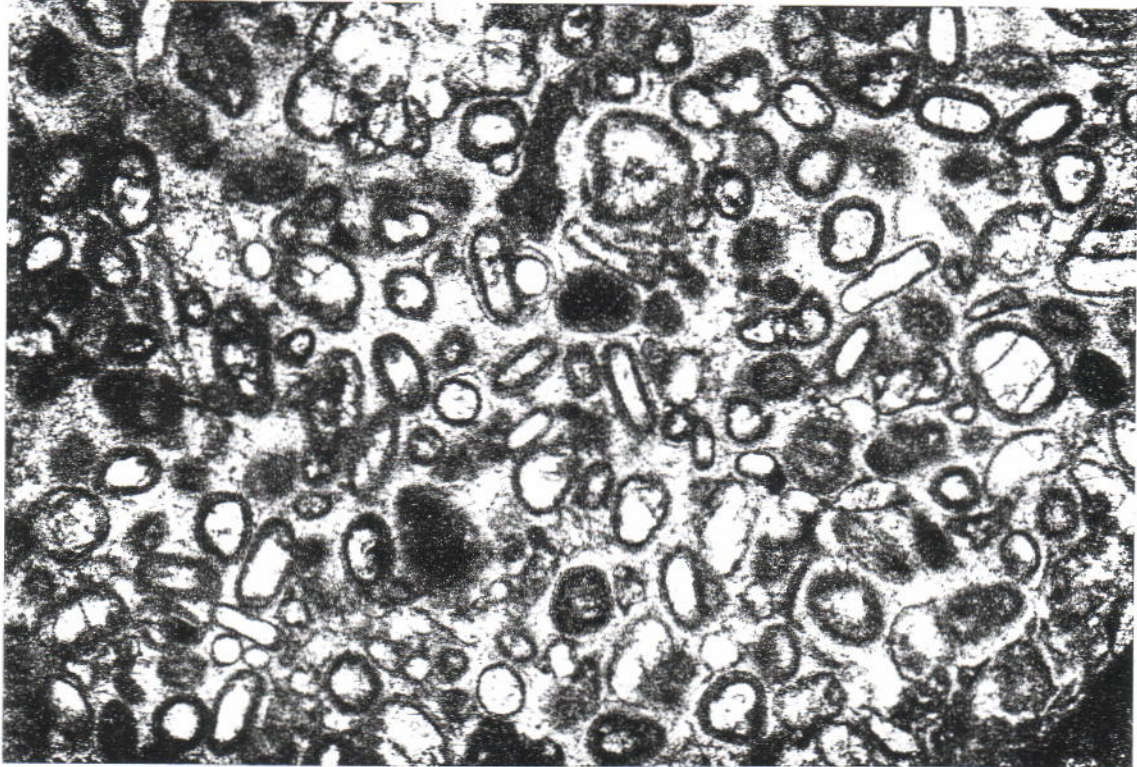


Fig. 6 - Pozzo Burano I, microfacies della carota di 1279,40-1285 m: calcari con elementi ovoidali, subcircolari od a bastoncino che fanno pensare a resti organici completamente diagenizzati (x 29).

(1) La proposta per l'istituzione formale di questa formazione viene fatta al termine della presente nota.

sentati dai Bactrilli, dalla *Frondicularia* cf. *woodwardi* Howchin e dall'*Estheria*.

Il genere *Bactryllium* è considerato caratteristico del Triassico, ed in particolare del Raibliano medio e del Retico inferiore (DESIO, 1944). Per quanto riguarda le due specie rinvenute nella formazione di Burano, il *Bactryllium canaliculatum* Herr viene da alcuni autori limitato al Raibliano, assieme a *B. schmidti* Herr e *B. merianii* Herr; esso però è stato segnalato anche in terreni retici. Esclusivo di questi ultimi sembra sia invece il *Bactryllium striolatum* Herr, rinvenuto con frequenza nel Retico inferiore di molte località della Lombardia, in particolare della Val Brembana (POLLINI, 1955), e dei dintorni di La Spezia (CAPELLINI, 1867).

La *Frondicularia woodwardi* Howchin è una forma di piccole dimensioni, di tipo primitivo, segnalata dall'Anisico allo Hettangiano inferiore in Francia e nel Triassico medio-superiore di varie località italiane dove è però particolarmente diffusa in terreni del Triassico superiore (PIRINI, 1962).

La *Estheria* infine, un crostaceo di piccolissime dimensioni, è rinvenuto in sedimenti di facies lagunare dal Permo-carbonifero al Triassico. Concludendo, in base ai resti fossili, si può riferire la formazione evaporitica ad un generico Triassico superiore; soltanto la presenza del *Bactryllium striolatum* Herr fa ritenere che, almeno una parte dei livelli in esame, sia databile al Retico.

Merita aggiungere che nella serie attraversata a Burano si rinvencono, a profondità variabile da 710 m a 1285 m, alcuni livelli con microfacies caratteristiche. Si tratta di calcari contenenti numerosi elementi che in sezione appaiono a bastoncino, subcircolari, od ovoidali (fig. 6) e che fanno pensare ad elementi organici completamente diagenizzati. Queste stesse microfacies sono state rinvenute nell'Italia centrale in sedimenti attribuiti al Triassico superiore, ed in particolare nei terreni affioranti al M. Malbe (Perugia) ed a Ponte Arverino, presso Narni (PIRINI, 1963); esse pertanto possono assumere un particolare significato correlativo.

Potenza.

Le Anidriti di Burano sono state attraversate complessivamente per 1820,50 metri; la potenza reale della formazione è tuttavia inferiore, poichè il pozzo ha incontrato pendenze di strato sempre più elevate con la profondità. Mentre infatti le pendenze sono di 3°-14° alla sommità della formazione, esse sorpassano i 20° sul migliaio di metri di profondità e raggiungono i 70°-75° oltre i 1355 m. Tenendo quindi conto di questi valori, la potenza totale attraversata della formazione è dell'ordine di 1050 m.

FOSSOMBRONE 1

Ubicazione.

Il pozzo è stato perforato nel 1956 sul culmine dell'anticlinale dei Monti della Cesana, a sud della strada Fossombrone-Urbino, lungo la mulattiera che porta a Campo dell'Olmo, circa 600 m prima di questa località (F° 119, II SO).

Le coordinate sono:

longitudine 43° 42' 13"

latitudine 0° 18' 16"

La quota s.l.m. è di 624 m.

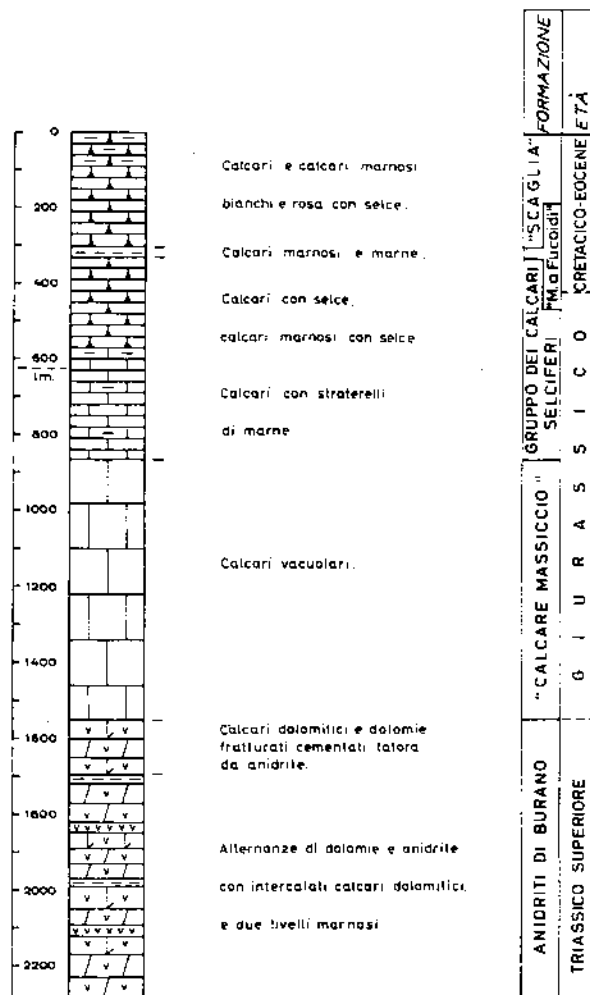


Fig. 7 - Colonna stratigrafica del pozzo Fossombrone 1.

Colonna litologica.

Il pozzo, iniziato in «scaglia», ha attraversato la ben nota serie marchigiana fino al «Calcere massiccio». Il passaggio tra quest'ultimo e la formazione evaporitica non è stato accertato con esattezza poichè la perforazione è stata effettuata a perdita di circolazione e quindi senza risalita dei cuttings in superficie. Le prime tracce di anidrite si rinvennero nella carota prelevata a 1570,10-1572 m; soltanto da questa profondità pertanto siamo certi di aver intaccato le Anidriti di Burano.

In base però alle caratteristiche elettriche dei terreni, desunte mediante il carotaggio elettrico, possiamo portare il limite tra le due formazioni a 1550 m. A partire da questa profondità, pertanto, la litologia è la seguente:

da m 1550 a m 1693 Calcari dolomitici e dolomie grigie e grigio-nocciola compatti, a grana fine, talora vacuolari, spesso fratturati. Le fratture sono cementate da anidrite.

da m 1693 a m 2280,20 Alternanze più o meno regolari di dolomie ed anidriti con due intercalazioni marnose a 1693-1995 m e 1974-1977 m. Le dolomie sono grigie e nocciola, talora leggermente marnose, a grana in genere fine, con diffusi cristalli e noduli di anidrite la quale cementa anche le fratture del calcare. Le anidriti sono compatte, microcristalline, grigio-chiare e nerastre; esse costituiscono anche ammassi irregolari immersi in una matrice calcareo-marnosa. Talora esse presentano variegature scure dovute a sostanza organica diffusa od all'inclusione di microcristalli di dolomite. Nella parte superiore sono intercalati anche calcari dolomitici grigio-nocciola.

Paleontologia.

Mancano praticamente i resti fossili nelle Anidriti di Burano; soltanto nella carota prelevata a 1598,10-1600,60 m sono stati rinvenuti alcuni esemplari di *Frondicularia* non determinabili in modo specifico. Per le piccole dimensioni che hanno, essi si avvicinano a quelli segnalati nel pozzo di Burano.

Età.

Non vi sono elementi sufficienti per definire l'età della formazione evaporitica; soltanto per la sua posizione stratigrafica e le analogie con i terreni attraversati al pozzo Burano 1 possiamo riferirla al Triassico superiore.

Potenza.

Le Anidriti di Burano sono state sicuramente attraversate per 730 m; tenendo conto che le pendenze di strato accertate nelle carote aumentano gradualmente a partire da 25° per arrivare a 60° a fondo pozzo, questo spessore può essere ridotto a circa 550-580 m.

PERUGIA 2

Ubicazione.

Il pozzo è stato perforato nel 1960 a pochi metri dal pozzo Perugia 1, arrestato alla profondità di 737,50 m entro la formazione evaporitica per sopraggiunte difficoltà tecniche. L'ubicazione viene a trovarsi in corrispondenza degli affioramenti ritenuti più antichi dell'ampia struttura mesozoica di M. Malbe, presso il Cimitero di S. Maria di Cenerente (F° 122, II NE).

Le coordinate sono:

latitudine 43° 08' 45"

longitudine 0° 05' 55,5"

La quota s.l.m. è di 344,40 m.

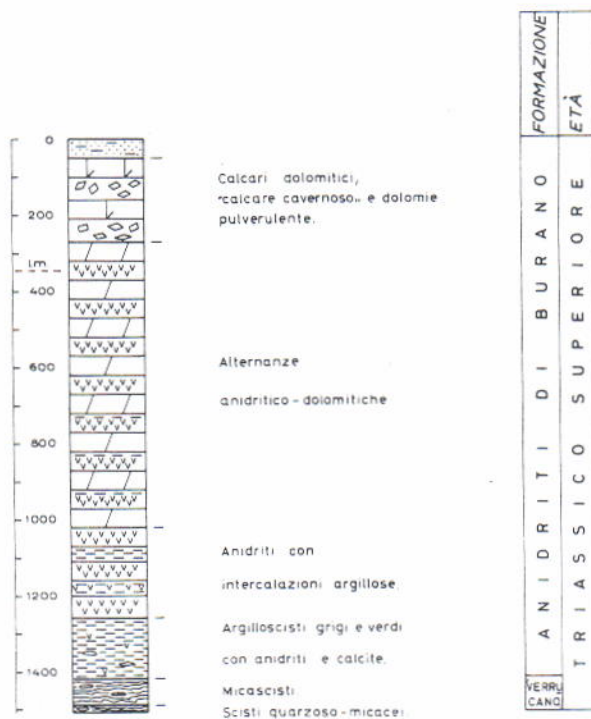


Fig. 8 - Colonna stratigrafica del pozzo Perugia 2.

Colonna litologica.

Dopo 45 m di detrito arenaceo-argilloso, sono stati attraversati:

- da m 45 a m 270 Calcari dolomitici grigio-scuri e grigio-chiari, compatti, intercalati a calcari cavernosi ed a dolomie pulverulente (« cenerone ») con tracce di gesso.
- da m 270 a m 1015 Alternanze di anidriti e dolomie. Le anidriti sono biancastre e di aspetto saccaroide o grigie, con materiale argilloso diffuso; talora si nota la presenza di zolfo. Le dolomie sono cristalline, grigiastre e grigio-scure, frequentemente brecciate e ricementate da anidrite.
- da m 1015 a m 1259 Anidriti cristalline biancastre con intercalazioni di argilla verdastra fogliettata, talora con fratture ricementate da anidrite.
- da m 1259 a m 1419 Argilloscisti grigiastri e verde-chiari costituiti da minutissime lamelle isoorientate di sericite e di clorite, da quarzo in lenticelle microscopiche, e talora in grossi noduli e da granuletti di ossidi di ferro. Presenti sono pure l'anidrite e la calcite, in cristalli, associate intimamente con clorite e quarzo a costituire intercalazioni di colore biancastro e rosato.
- da m 1419 a m 1487 Micascisti costituiti da muscovite, spesso in lamelle pieghettate, granuli di quarzo, clorite e calcite. I cristalli di questi ultimi danno luogo talora, in associazione, a grossi inclusi.
- da m 1487 a m 1504,50 Scisti quarzoso-micacei, duri e compatti, costituiti da lenticelle isoorientate di quarzo e da microscopiche lamelle di sericite. Sono presenti numerose venette di calcite e quarzo e talora grossi noduli di quarzo rosa-chiaro con associata qualche lamella di sericite.

Paleontologia.

Soltanto nella carota di fondo prelevata a 871-873 m è stato osservato qualche resto fossile in parte obliterato dalla dolomitizzazione e non determinabile.

Età.

Non è possibile alcun riferimento cronologico in base agli elementi ottenuti dal pozzo. La formazione evaporitica continua in affioramento, al nucleo della struttura di M. Malbe, dove essa è esposta con gli stessi litotipi per circa 250 m.



Fig. 9 - Pozzo Perugia 2, sezione della carota di 1200-1204 m: anidrite biancastra cristallina con intercalazioni di argilloscisti verdastri.

Alla sommità della formazione i fossili sono più frequenti e accanto a qualche Ostracode, a frammenti di Molluschi ed a piccoli Foraminiferi arenacei, si rinvengono *Frondiculariae* che ricordano quelle già viste nei terreni attraversati dai sondaggi precedenti. Le Anidriti di Burano sono seguite, sempre in affioramento ed al M. Malbe, da livelli calcarei e marnosi attribuiti al Retico per la presenza

di *Avicula contorta* Portland e *Bactryllium*. Seguendo questo riferimento, l'età della formazione può essere soltanto genericamente attribuita ad un Triassico superiore.

Non vi è alcun elemento diretto per datare gli argillocisti, su cui giacciono le Anidriti di Burano, e che possono essere riferiti al « Verrucano » triassico (Carnico).

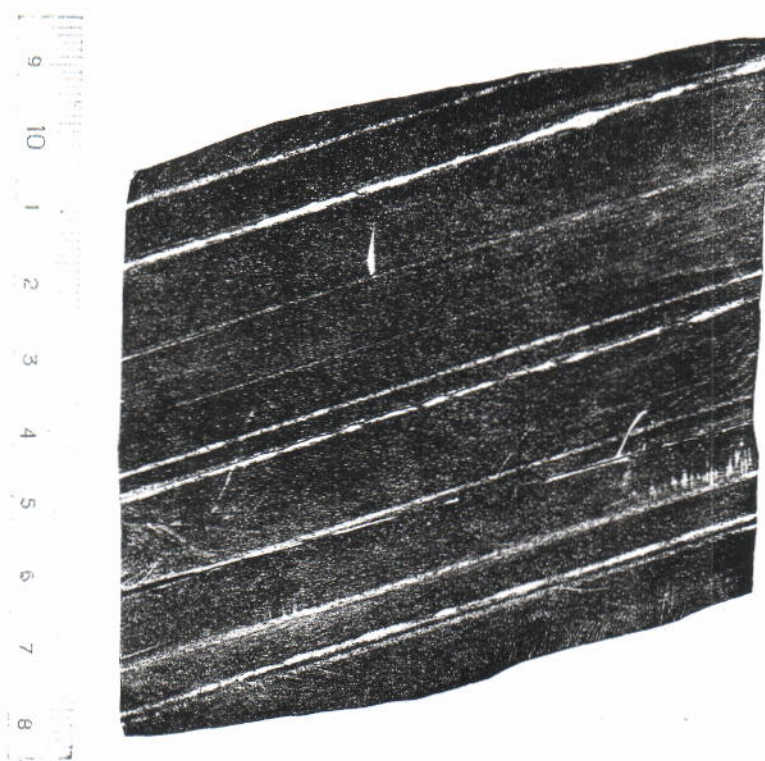


Fig. 10 - Pozzo Perugia 2, sezione della carota di 1314-1318 m: argillocisti grigiastri con sottili intercalazioni biancastre o verdastre costituite da un'intima associazione di cristalli di calcite, clorite, anidrite e gesso.

Potenza.

Il pozzo Perugia 2 ha attraversato le Anidriti di Burano per 1374 m raggiungendo la formazione sottostante. Questo valore si riduce però a circa 1150 m per le pendenze di strato osservate, sempre superiori a 20°.

Nel complesso, tenendo conto anche dei livelli affioranti, la formazione evaporitica raggiunge nella zona di M. Malbe una potenza totale dell'ordine di 1400 m.

ANTRODOCO 1

Ubicazione.

Il pozzo è stato perforato nel 1959 in corrispondenza della zona di culmine di una anticlinale fagliata, a nucleo triassico, circa 600 m a nord dell'abitato di Antrodoco (F° 139, III NE).

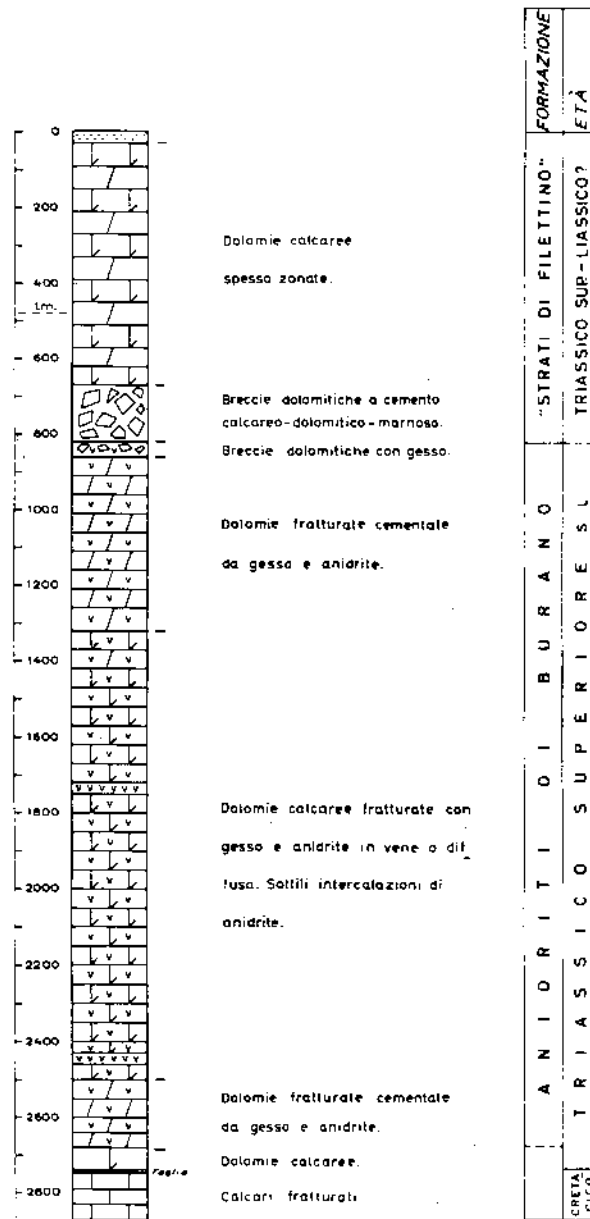


Fig. 11 - Colonna stratigrafica del pozzo Antrodoco 1.

Le coordinate sono:

longitudine 42° 25' 23"

latitudine 0° 37' 34"

La quota s.l.m. è di 480 m.

Colonna litologica.

Dopo 27 m di alluvioni ghiaiose quaternarie, il sondaggio ha attraversato i seguenti terreni:

- | | |
|--------------------|--|
| da m 27 a m 671 | Dolomie calcaree grigio-chiare, scure o nocciola, a grana finissima, sotto i 47 m spesso minutamente fratturate o ricche di piccoli vacuoli. Intercalate vi sono dolomie sottilmente zonate, grigio-biancastre e nocciola scuro, e talora livelli più o meno marnosi. |
| da m 671 a m 821 | Breccie ad elementi angolosi di piccole e grandi dimensioni, costituiti da dolomie grigio-chiare e nocciola e dolomie calcaree brunastre. Gli elementi, talora minutamente fratturati o vacuolari, sono uniti da un cemento calcareo-dolomitico-marnoso di colore grigio-scuro. |
| da m 821 a m 860 | Breccie simili alle precedenti con fratture talora ricementate da gesso. |
| da m 860 a m 1324 | Dolomie brunastre e grigio-nocciola, molto compatte, a grana fine, talora con fratture riempite di gesso, anidrite ad argilla scura. Sotto i 1200 m la fratturazione è particolarmente intensa e dà alla roccia l'aspetto di una brecciola. |
| da m 1324 a m 2500 | Dolomie calcaree grigio-scure o nerastre a grana in prevalenza grossa, con diffusi cristalli di gesso ed anidrite e fratture ricementate da anidrite. Talora sono presenti sottili venature argillose e bituminose. Da 1736 m a 1739 m l'anidrite si presenta anche in sottili intercalazioni che da 2452 m a 2454 m contengono anche gesso. |
| da m 2500 a m 2683 | Dolomie grigio-chiare e nocciola a grana fine, interessate da numerose fratture riempite da gesso ed anidrite. |

da m 2683 a m 2742

Dolomie calcaree nocciola a grana fine, fittamente fratturate e con fratture riempite da calcite; talora si notano suture stilolitiche con spalmature di materiale bituminoso.

da m 2742 a m 2875

Calcari, talora leggermente dolomitici, grigio-biancastri e nocciola, con molte fratture ricementate da calcite e da materiale argilloso nerastro. Si nota inoltre qualche sottile intercalazione di calcari scuri con selce marrone e di breccie grigio-scure, ad elementi calcarei bianchi.



Fig. 12 - Pozzo Antrodoco 1, sezione della carota di 821-824 m: breccia dolomitica ad elementi a spigoli vivi, di colore nocciola chiaro, con cemento calcareo-dolomitico-marnoso.

Paleontologia.

Fino alla profondità di 671 m i resti fossili sono scarsi; accanto a frammenti di Molluschi si uniscono, verso la base, Crinoidi, Ostracodi e *Dasycladaceae*. Nel complesso però le microfacies sono abbastanza caratteristiche; esse si ritrovano anche nei sedimenti attraversati da 2702 m a 2742 m.

Nei livelli intermedi, che costituiscono in gran parte la formazione evaporitica e precisamente da 671 a 2683 m, i fossili sono molto più scarsi e si limitano a resti diagenizzati di Molluschi, Ostracodi e, raramente, *Dasycladaceae*.

Da 2742 m, e fino a fondo pozzo, i resti organici diventano più frequenti. Fino a 2835 m di profondità sono riconoscibili, tra l'altro, Radiolari, Tintinidi (riferibili a *Stenosemellopsis hispanica* [Colom] e *Calpionella alpina* Lorenz), ed *Orbitolina conoidea* Gras; più sotto sono presenti rari esemplari di *Globotruncanae* e resti di *Rudistae*.

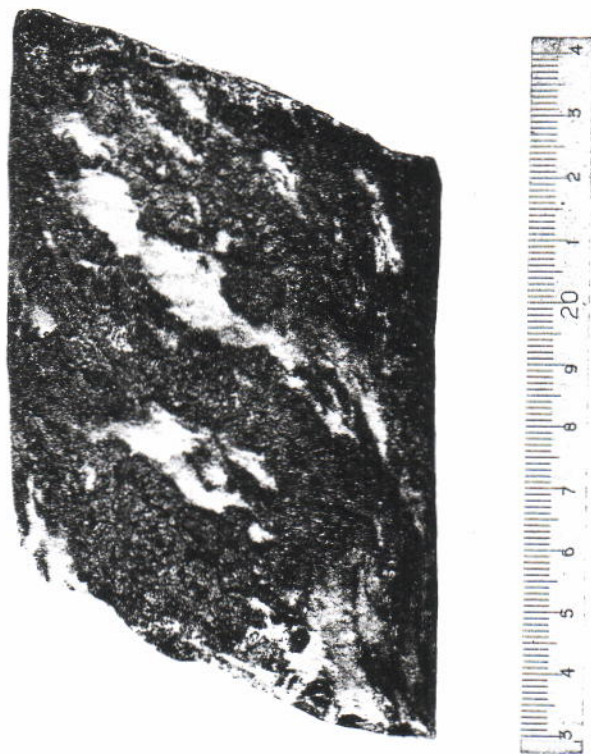


Fig. 13 - Pozzo Antrodoco I, carota di 2452-2454 m: dolomia grigio-scura minutamente frantumata con livelli e venature di gesso ed anidrite.

Età.

I livelli attraversati fino a 671 m presentano microfacies molto simili a quelle note nell'alta Valle dell'Aniene, a Filetino, verso la base della serie affiorante attribuita al Triassico-superiore-Liassico (?). Abbiamo visto che le stesse microfacies si ritrovano nel pozzo di Antrodoco anche a profondità maggiori, e precisamente da 2702 m a 2742 m.

Il valore cronologico di queste microfacies non è ben accertato e quindi il loro ritrovamento in due diversi livelli non è prova sufficiente di una reale ripetizione in questo tratto di serie attraversata dal pozzo, anche perchè manca ogni elemento cronologico nella formazione evaporitica che si sviluppa tra i due livelli a microfacies caratteristiche.

Le faune rinvenute invece a profondità superiori a 2742 m indicano la

presenza di termini dapprima del Cretacico inferiore, caratterizzati da *Tintinidi* ed *Orbitolina conoidea* Gras quindi del Cretacico superiore documentato da *Globotruncanae* e da resti di *Rudistae*.

Questi ritrovamenti indicano chiaramente un brusco contatto con formazioni molto più giovani e rovesciate da imputarsi a fatti tettonici di difficile interpretazione.

Potenza.

La formazione evaporitica è stata attraversata con certezza da 821 m a 2683 m, per una potenza cioè di 1862 m, che si riduce a circa 1700 m a causa delle pendenze di strato rilevate nelle carote. Queste pendenze, dapprima tra-

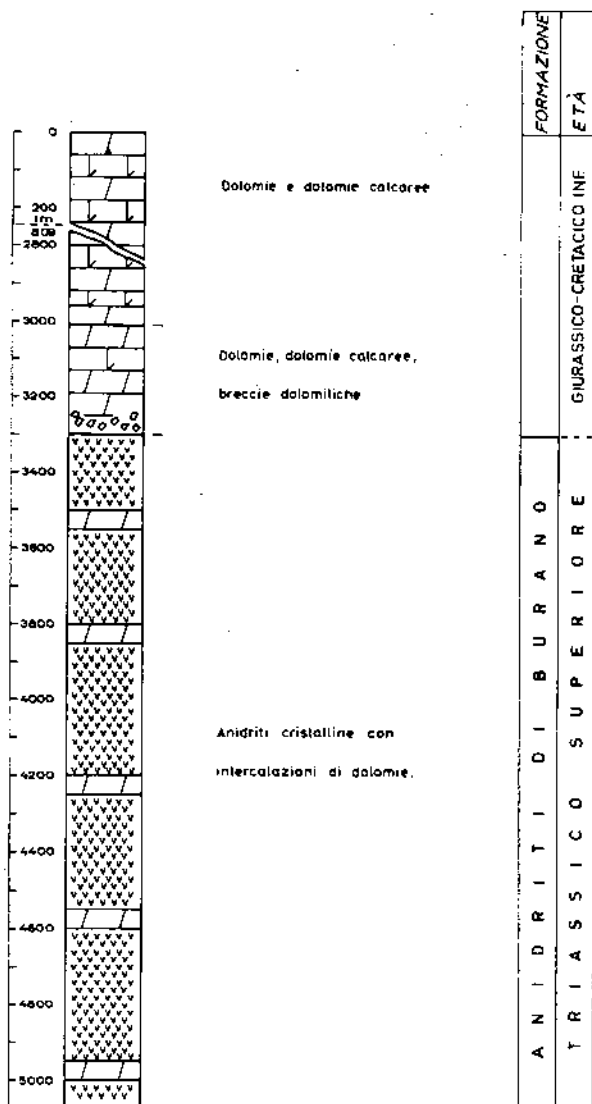


Fig. 14 - Colonna stratigrafica del pozzo Foresta Umbra 1.

scurabili, raggiungono ad oltre 2000 m di profondità valori anche superiori a 35°. È difficile dire però quanto questo spessore corrisponda ad un valore reale, poichè i fenomeni tettonici accertati hanno certamente alterato la potenza delle Anidriti di Burano.

FORESTA UMBRA 1

Ubicazione.

Il pozzo è stato perforato nel 1960-1961 sulla sommità del Gargano, in corrispondenza di una anomalia gravimetrica positiva, ed in particolare sul culmine dell'Horst di M. Iacotenente, circa 100 m a sud-ovest di Masseria Orecchino e 9 Km a NNO di M. S. Angelo (F° 157, III NO).

Le coordinate sono:

longitudine 41° 47' 37"

latitudine 3° 35' 17"

La quota s.l.m. è di 809 m.

Colonna litologica.

Il pozzo, ubicato su dolomie calcaree attribuite al Cretacico inferiore, ha attraversato la seguente serie:

- | | |
|-----------------------|---|
| da m 0 a m 3015 | Alternanze di dolomie calcaree e di dolomie. Le prime sono nocciola, a grana variabile, in genere cristalline, con diffusi noduli di selce fino a 140 m di profondità. Le dolomie sono grige e nocciola, in prevalenza cristalline, a grana variabile. La roccia è frequentemente fratturata e vacuolare. |
| da m 3015 a m 3291 | Dolomie e dolomie calcaree vacuolari e brecciate con passaggi a breccie dolomitiche, con elementi a diametro variabile da 1 mm a qualche cm. |
| da m 3291 a m 5071,50 | Anidriti cristalline, compatte, grigie e nocciola, spesso biancastre con talora variegature dovute alla presenza di fango dolomitico-argilloso. Sono più o meno frequenti intercalazioni di dolomie nocciola e grigio-scure. Da 4440 m a 4690 m circa sono presenti tracce di salgemma. |

Paleontologia.

Non sono stati rinvenuti resti fossili.

Età.

Il tetto della formazione dolomitico-calcareo e dolomitica può essere riferito, in base alla situazione della serie affiorante, al Cretacico inferiore. Considerando il notevole spessore attraversato, si ritiene probabile che nella formazione sia compreso anche tutto il Giurassico (1), mentre la formazione evaporitica sottostante, per analogie con il vicino affioramento della Punta delle Pietre Nere e per considerazioni regionali, viene attribuita al Triassico superiore s.l.

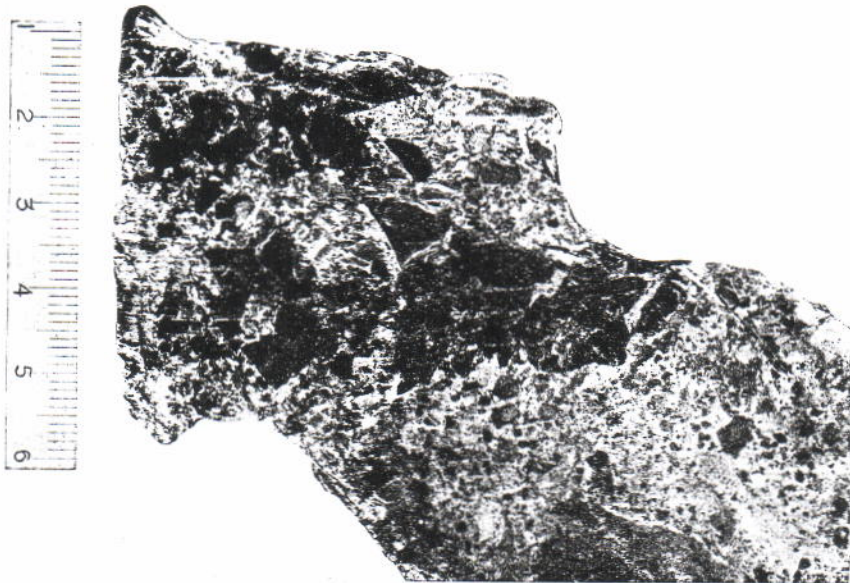


Fig. 15 - Pozzo Foresta Umbra 1, sezione della carota di 3260,50-3261,50 m: breccia dolomitica con elementi a spigoli vivi, grigio-scuri.

Potenza.

La formazione evaporitica è stata attraversata per 1780,50 m; le pendenze di strato accertate sulle carote, che variano da 10° fino a 35° a fondo pozzo, riducono questa potenza a circa 1700 m.

(1) Posteriormente alla stesura di questa nota, una revisione del materiale del pozzo Foresta Umbra 1, ha permesso di riconoscere nelle dolomie provenienti dalla profondità di 2572,50 - 2573,50 m esemplari di *Triasina*, *Aulotortus* e piccole *Froniculariae* assieme a resti attribuibili con incertezza a *Involutina*, *Archeodiscus* e *Angulodiscus*.

Questa associazione microfaunistica e le microfacies che la accompagnano sono caratteristiche, nelle Prealpi Bergamasche e in Umbria, del Retico.

AFFIORAMENTI DELLA FORMAZIONE ANIDRITICA

Appennino settentrionale, Toscana, Umbria.

Nella Lunigiana, nella Toscana e nell'Umbria sono noti numerosi affioramenti di una formazione particolare, costituita da « calcari dolomitici grigi brecciformi e cavernosi », detta « calcare cavernoso ».

Dopo gli studi di BRÜCKNER (1941) e di BURCKHARDT (1947), è oggi

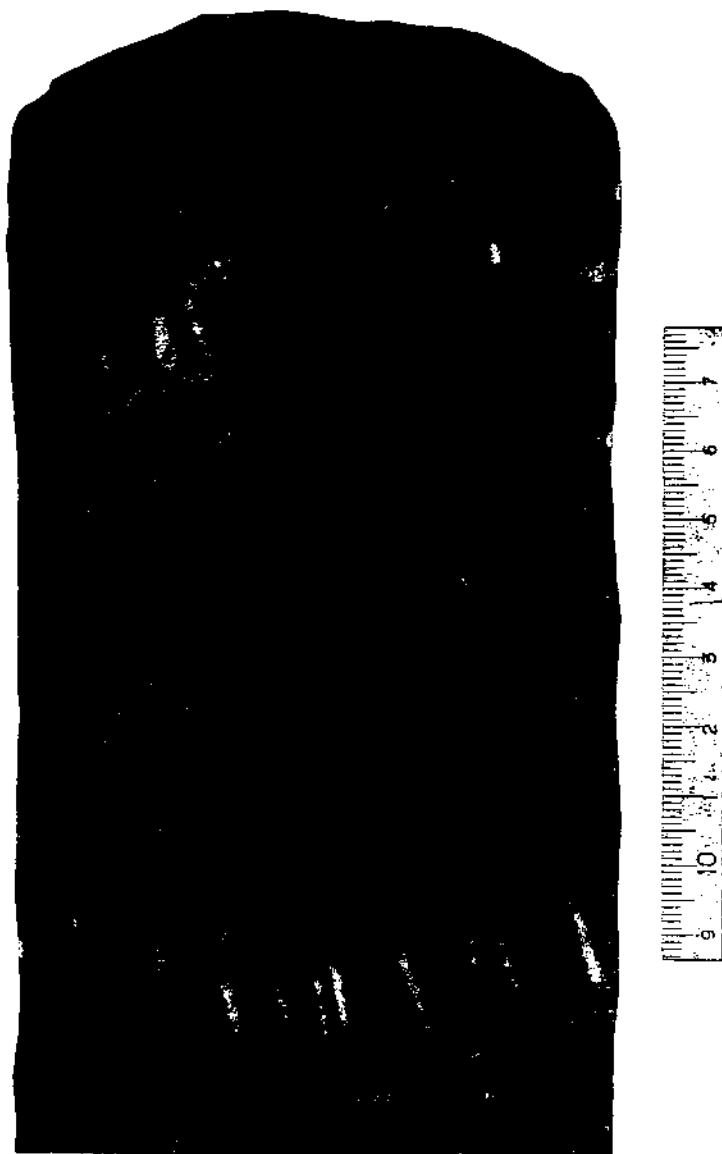


Fig. 16 - Pozzo Foresta Umbra 1, sezione della carota di 5016-5017,50 m: sottili alternanze di anidrite biancastra e di dolomia nocciola a grana fine. Alcuni straterelli sono costituiti da un'intima associazione di microcristalli di dolomite e anidrite.

comunemente ammessa la derivazione del « calcare cavernoso » dalla alterazione (per fratturazione e azione delle acque circolanti) di una alternanza originaria di strati dolomitici e calcareo-dolomitici ed anidritici; VIGHI (1959) ritiene inoltre che in questo meccanismo di trasformazione si passi attraverso una prima fase di brecciatura tettonica, che può avvenire per sollecitazioni anche non molto intense.

Possiamo quindi ritenere che la presenza di affioramenti del « cavernoso » sia un indice della originaria esistenza di una formazione evaporitica analoga a quella che si può osservare nei sondaggi, nelle gallerie e, più raramente, in affioramento dove per una qualsiasi ragione non sia intervenuta l'azione delle acque circolanti.

Situazioni di questo tipo sono descritte al Passo del Cerreto (AZZAROLI, 1951), nella galleria della miniera di Boccheggiano (TREVISAN, 1955) (1), nei sondaggi di Belagajo (BURCKHARDT, 1947) e di Capalbio (VIGHI, 1959), a Castelnuovo (MERLA, 1952), al Monte Malbe (GHELARDONI, 1962; DESSAU, 1962).

Dove l'esposizione è più chiara, come ad esempio a Boccheggiano, è possibile osservare il passaggio, con continuità di sedimentazione, dalla serie evaporitica alla sottostante formazione del « Verrucano ». Questo passaggio avviene attraverso una zona di alternanze di livelli anidritici con livelli dolomitici e livelli di scisti cloritici o di filladi. La « formazione di Tocchi » (SIGNORINI, 1947; TREVISAN, 1955) è oggi interpretata come il prodotto finale dell'alterazione di questa zona di passaggio e i suoi affioramenti hanno quindi anche essi il valore di testimoni della originaria presenza di livelli anidritici.

Al di sopra del « cavernoso » sono di solito presenti gli « strati ad *Avicula contorta* » (calcarei scuri e neri, calcare dolomitici, marnosi, scisti marnosi e argillosi grigio-giallastri).

Non ci risulta che esistano nella bibliografia dati diretti, paleontologici, sulla età della formazione evaporitica toscano-umbra. Essendo però compresa tra gli « strati ad *Avicula contorta* », sicuramente retici e il « Verrucano tipico », attribuito al Carnico, essa è ritenuta generalmente norico-retica.

Gargano.

Al lago di Lesina i gessi (fanero e criptocristallini, con sottili interstratificazioni argillose e frequenti piccoli cristalli di dolomite di origine chimica; in

(1) È interessante notare come a Boccheggiano sia stata osservata, nell'anidrite, una piccola lente di salgemma; questo rinvenimento, unito alla presenza di sorgenti salate a Montecatini, nelle Apuane e in Lunigiana, ha permesso a TREVISAN di supporre la presenza di un Trias superiore salifero in alcune aree dell'Appennino.

strati contorti e con inclusi piccoli frammenti di calcari scuri marnosi e di rocce vulcaniche), costituiscono un piccolo affioramento oggi isolato dalle dune della spiaggia attuale, ma sicuramente associato ad un altro piccolissimo affioramento (la Punta delle Pietre Nere) di calcari (più o meno marnosi e talora dolomitizzati, nerastri e scistosi) di sicura età carnica e di rocce ignee (lamprofiri differenziati).

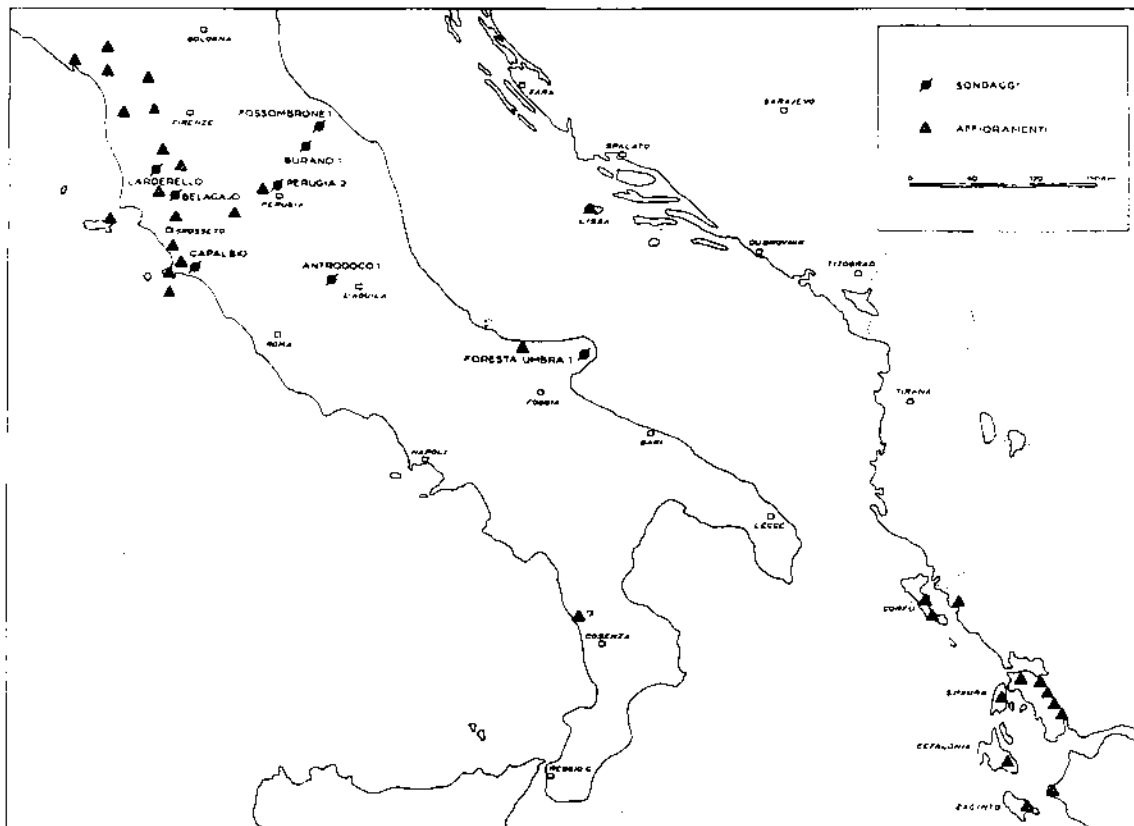


Fig. 17 - Distribuzione della formazione evaporitica del Triassico superiore.

Secondo l'interpretazione più attendibile, i gessi si trovano nella situazione attuale per un fenomeno di tipo diapirico e nel loro movimento hanno trascinato i lembi di calcari triassici ed i lamprofiri associati a questi ultimi (1).

Calabria.

Nella carta geologica d'Italia (F° 228-229), sono segnalati, negli immediati pressi di Cetraro e di Acquappesa, affioramenti di gessi riferiti tentativa-

(1) Le informazioni riportate sono desunte da COTECCHIA e CANITANO (1955) e da ricerche inedite condotte dai Geologi dell'AGIP Mineraria negli anni 1955-1962.

mente al Triassico superiore (CORTESE, 1895); più recentemente IPPOLITO (1949) conferma la presenza di calcari alternati con gesso contenente zolfo (talvolta i calcari sono dolomitici ed in alcuni punti diventano carniole tipiche). LUCINI (1959) infine, basandosi sulla loro associazione con scisti di vario tipo, con calcari cristallini e con rocce ignee basiche, li ritiene facenti parte del gruppo delle rocce epimetamorfiche sottostanti alla Dolomia principale (« Triassico metamorfico »), e li attribuisce, con riserva, al Triassico superiore o medio.

Litorale orientale Adriatico-Jonico.

All'isola di Lissa (Vis) i gessi (cristallini o fibrosi, nerastri o bianco rosati) sono associati ad argille verdastre e marne scistose nerastre, a calcari terrosi vacuolari giallastri e a calcari detritici nocciola in piccoli strati. Le faune rinvenute hanno permesso l'attribuzione al Triassico superiore di tutto il complesso sedimentario (CARELLA, 1961).

L'affioramento triassico si trova al nucleo di una anticlinale ed i rapporti con le formazioni cretache circostanti suggeriscono una intrusione diapirica dei gessi, di età precedente e quella delle intrusioni ignee basaltico-andesitiche post-cretache che si osservano nella stessa zona.

Lungo il litorale ionico-greco e nelle isole ioniche (BORNOVAS, 1960) sono noti diversi affioramenti di gessi che sono con tutta probabilità da attribuire al Triassico (Carnico o pre-Carnico). Carattere comune a tutti gli affioramenti è la situazione tettonica anomala, a contatto con terreni langhiani o con terreni pliocenici lacustri.

Le masse gessose sono di regola associate a calcari cavernosi. Secondo BORNOVAS si tratta di un fenomeno di diapirismo (in due fasi, una pre-Miocene medio, una post-Pliocene) che ha provocato la risalita delle anidriti (trasformate successivamente in gessi) lungo faglie principali di grande rigetto. Sempre secondo lo stesso Autore, non si può escludere che i gessi siano addirittura permiani (come i gessi che affiorano all'Isola di Creta).

CONSIDERAZIONI GENERALI

Se si confrontano tra loro le colonne schematiche dei diversi sondaggi descritti risulta a prima vista evidente una certa eterogeneità di costituzione litologica nella formazione anidritica incontrata nei pozzi. Talora infatti l'anidrite costituisce una percentuale preponderante del profilo attraversato (Foresta Umbra 1), altre volte è presente come intercalazioni ripetute e regolari (Perugia 2, Burano 1) in altri casi, infine, l'anidrite è soprattutto diffusa in cristalli in una matrice calcarea o dolomitica o riempie le fratture della roccia (Antrodoco 1, Fossombrone 1).

Per dare il giusto valore a queste differenze, è necessario, a nostro parere, partire dalla premessa che l'aspetto e la costituzione attuale della formazione è il risultato dell'azione più o meno spinta delle acque circolanti (favorita o meno da una fratturazione precedente di natura tettonica) sui sedimenti originariamente depositi; esempio estremo di questa trasformazione è il « calcare cavernoso », nel quale l'anidrite è addirittura completamente scomparsa.

Ci sembra quindi che un'analisi dettagliata delle diversità litologiche dei profili dei diversi pozzi, non sia molto indicativa per una ricostruzione della costituzione originaria della formazione; l'utilità di un confronto dettagliato è anche limitata dalla campionatura discontinua dei sondaggi e dalla loro distanza.

È più interessante invece considerare le affinità tra i diversi profili. I litotipi più frequentemente incontrati sono i seguenti:

1) Anidriti o, più raramente, gessi, sia in masse cristalline senza apparente stratificazione, sia ben stratificate con variegature dovute a percentuali minime di materiale dolomitico-argilloso.

2) Dolomie nocciola o grigio-scure, spesso a grana fine, sottilmente stratificate (zonature di materiale argilloso e, più normalmente, bituminoso).

3) Dolomie e dolomie calcaree nocciola e grigio-scure brecciate; la brecciatura talvolta permette di riconoscere l'originaria continuità dei frammenti contigui, a volte invece è tanto spinta da mettere a contatto disordinato frammenti angolosi alquanto eterogenei. Il cemento è anidritico, gessoso o calcareo-dolomitico.

4) Calcari e calcari dolomitici grigi e nocciola vacuolari o compatti.

È da notare inoltre che sono presenti tipi di transizione tra quelli sopra descritti.

In base alla provata equivalenza della formazione evaporitica toscana (tipo Belagajo e Capalbio) con il « calcare cavernoso », ci sembra ragionevole l'ipotesi che anche le variazioni di composizione litologica tra i profili dei vari sondaggi siano da imputarsi in larga parte ad uno stato di trasformazione più o meno spinta di una alternanza dolomitico-calcareo-anidritica. Probabilmente, come ha supposto VIGHI (1959), la trasformazione è favorita da una prima fratturazione tettonica; significativi sono a questo riguardo i profili dei pozzi di Antrodoco 1 e Fossombrone 1, ubicati nelle zone tettonicamente più disturbate, dove si ha la percentuale maggiore di breccia e quella minore di anidrite.

I risultati del pozzo di Foresta Umbra 1 sono, a nostro parere, la riprova della situazione tettonica diapirica dell'affioramento di gessi del Lago di Lesina, ed il chiarimento di questa situazione porta facilmente ad interpretare in modo analogo anche i numerosi affioramenti del litorale orientale adriatico-jonico. In definitiva, prende consistenza l'ipotesi di un substrato sopratriassico evapo-

ritico al di sotto delle serie sedimentarie affioranti umbre, marchigiane, laziali, abruzzesi e pugliesi, che si estende probabilmente anche al di là dell'Adriatico e dello Jonio in Dalmazia e nella Grecia occidentale.

Una più precisa delimitazione, anche ipotetica di questo bacino evaporitico, ci porterebbe molto al di là dei limiti di questa nota; può essere invece di un certo interesse tentare una schematizzazione dei rapporti verticali della formazione. In Toscana è ben stabilito il suo passaggio inferiore, al « Verrucano tipico » attraverso una serie di transizione (alternanza anidriti-argilloscisti). La stessa situazione stratigrafica è documentata nel pozzo Perugia 2. A oriente di Perugia non abbiamo più dati; il substrato delle anidriti non è mai stato raggiunto nei pozzi ed i frammenti di calcari, marne, dolomie trascinati per diapirismo in affioramento potrebbero essere interpretati come lembi di basamento; ma si tratta di pura ipotesi.

Il passaggio alle formazioni superiori è invece meglio documentato. In Toscana e nell'Umbria le anidriti passano agli « strati ad *Avicula contorta* » ed anche nel pozzo Burano 1 è documentata la presenza di una cinquantina di metri di livelli calcareo-marnosi assimilabili a questa formazione. A Fossombrone 1 invece non è stata avvertita la presenza di livelli simili tra il « Calcare massiccio » e le anidriti, ma non se ne può escludere rigorosamente la presenza, date le lacune nella campionatura.

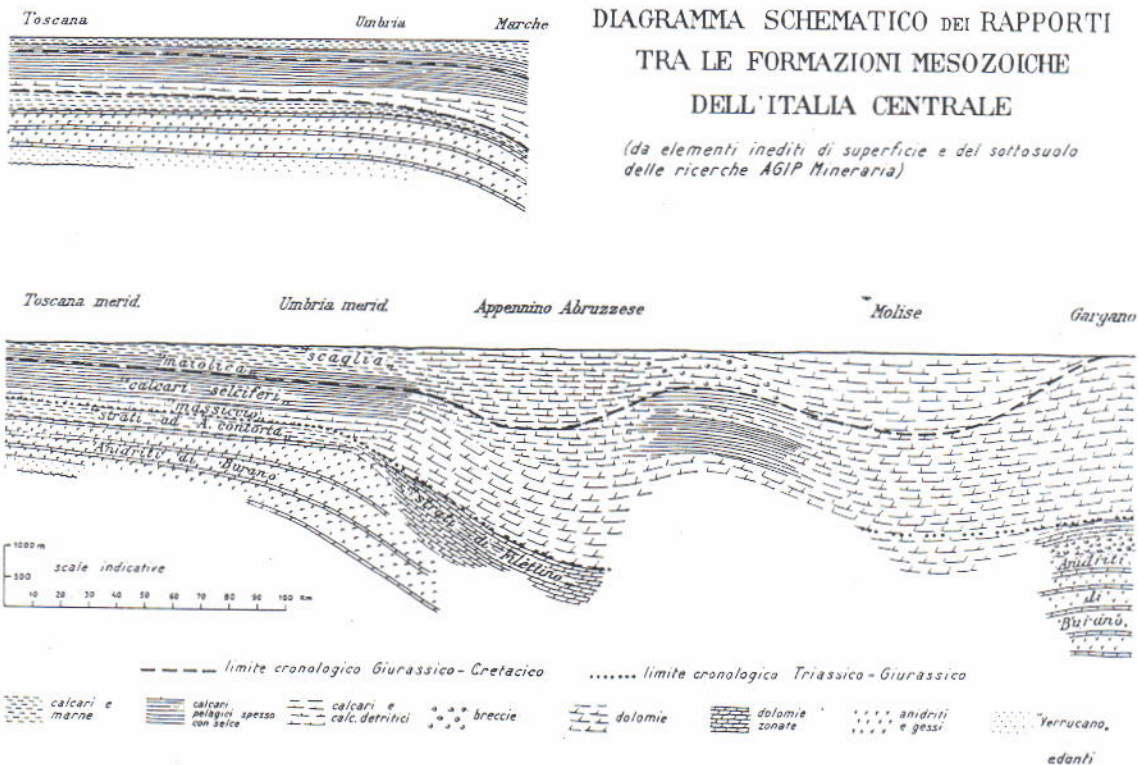


Fig. 18.

Nel sondaggio Antrodoco 1 la formazione anidritica è direttamente sottostante alle dolomie che compaiono in affioramento al nucleo della struttura; si tratta di dolomie grigiastre ben stratificate e sottilmente zonate, quasi identiche litologicamente alle intercalazioni dolomitiche che si trovano nelle formazioni anidritiche. Sembra quindi che vi sia una persistenza dell'ambiente di sedimentazione chimica, ma senza deposizione di solfato di calcio.

Queste dolomie zonate, attribuite generalmente all'Infraliassico-Triassico superiore, costituiscono di norma la base della serie mesozoica di tipo « abruzzese » e si rinvengono anche al M. Terminillo al di sotto di una serie mesozoica di tipo essenzialmente « marchigiano ».

Nel sondaggio Foresta Umbra 1 la formazione anidritica si trova sotto dolomie, dolomie calcaree brecciate e brecce dolomitiche. È però da notare che a 2882 m è stata prelevata una carota costituita da dolomia nocciola zonata del tutto simile a quella delle intercalazioni dolomitiche nelle anidriti. Anche in questo caso quindi si ha la testimonianza di un tipo analogo di sedimentazione in livelli più recenti.

Senza volere entrare nella discussione sull'origine e sull'ambiente di deposizione delle formazioni di questo tipo, pensiamo sia interessante ricordare che ADAMS e RHODES (1960) suppongono che le dolomie delle associazioni dolomitico-calcareo-evaporitiche siano il prodotto della dolomitizzazione di sedimenti calcarei provocata dal riflusso di soluzioni iperaline attraverso il fondo di vaste lagune. Ci sembra che questa ipotesi sia da tenersi presente anche nel nostro caso, analogo a quelli studiati da ADAMS e RHODES.

ISTITUZIONE DELLA FORMAZIONE DELLE ANIDRITI DI BURANO

A conclusione di questa nota proponiamo l'istituzione formale della formazione delle Anidriti di Burano, definita come segue:

1) *Area tipo.* - In affioramento: Toscana, Umbria; nel sottosuolo: Toscana, Umbria, Marche, Lazio (zona di Antrodoco), Gargano.

2) *Località e sezioni tipo.* - Pozzo di Burano 1 da 673 m a 2493,50 m, pozzo di Perugia 2 da 45 m a 1419 m, pozzo di Antrodoco 1 da 821 m a 2683 m, pozzo di Foresta Umbra 1 da 3291 m a 5071,50 m (i campioni sono depositati presso il Magazzino carote e cuttings dell'AGIP Mineraria, S. Donato Milanese (Milano)).

3) *Litologia.* - Alternanza di anidriti, dolomie e dolomie calcaree con presenza subordinata di livelli di calcari e calcari dolomitici, marne, argille, argilloscisti e salgemma. L'anidrite, bianca, nocciola, rosea o brunastra, è ben cristallizzata e spesso contiene sostanze argillose o bituminose diffuse o in sotti-

lissimi livelletti. La dolomia, nocciola, brunastra o nerastra è normalmente a grana finissima, microcristallina, zonata e contiene sottili veli di sostanze argillose e più raramente bituminose. Le dolomie calcaree sono grige, nocciola ed in genere a grana fine.

La Formazione è normalmente stratificata in strati di spessore variabile da pochi centimetri a qualche metro.

In affioramento e spesso anche nel sottosuolo la Formazione subisce notevoli alterazioni dovute alla sua plasticità e all'azione delle acque circolanti. Nel primo stadio si ha la fratturazione dei livelli dolomitici con la formazione di una rete di vene anidritiche; successivamente si passa a vere breccie dolomitiche con tracce di anidrite ed infine alla soluzione completa del solfato di calcio e di parte della dolomia con rideposizione di calcite e dolomite. I frammenti di dolomia sono facilmente asportabili e la roccia assume allora in affioramento una struttura caratteristica a cellette con pareti calcaree (« calcare cavernoso »).

4) *Fossili*. - I resti organici, molto rari, sono stati rinvenuti con maggior frequenza negli strati attraversati dal pozzo Burano 1.

Accanto a scarsi Ostracodi, e piccole *Ophthalmidiidae*, a resti di *Dasycladaceae*, in particolare *Thaumatoporellae*, a frammenti di Molluschi e di *Estheria*, sono presenti piccole *Froniculariae* di tipo primitivo, tra cui *F. cf. woodwardi* Howchin e *Bactryllium*. Tra questi ultimi sono riconoscibili esemplari di *B. striolatum* Herr e *B. canaliculatum* Herr. Ricordiamo inoltre che nei livelli attraversati dal pozzo Burano 1 sono presenti alcune microfacies, segnalate anche in affioramento in terreni del Triassico superiore, ricche di elementi che in sezione sono a bastoncino, subcircolari od ovoidali e che fanno pensare a resti organici completamente diagenizzati.

5) *Rapporti verticali*. - Si è assunto convenzionalmente come carattere distintivo della Formazione la presenza di anidrite (o gesso) stratificata o diffusa. Dato il particolare tipo di alterazione, si ritiene valido criterio distintivo anche la presenza di strutture derivate sicuramente dalla soluzione dell'anidrite (breccie dolomitiche, « calcare cavernoso »).

La base della Formazione è nota solo in Toscana (in affioramento) e nell'Umbria (pozzo Perugia 2) dove è caratterizzata da una alternanza anidritico-argilloscistosa di transizione alla sottostante Formazione del « Verrucano tipico ». Anche questa alternanza di base può subire una trasformazione per soluzione dell'anidrite (« Formazione di Tocchi »).

Il tetto della Formazione, segnato dalla scomparsa della anidrite, può essere caratterizzato dalla presenza di intercalazioni di marne e argille nere, dove superiormente siano presenti gli « Strati ad *Avicula contorta* » (Toscana, Umbria, Marche).

6) *Rapporti orizzontali*. - Non ancora sufficientemente definiti.

7) *Spessore*. - Nella zona di M. Malbe, dove è possibile osservare il tetto e la base della Formazione, essa ha una potenza complessiva di 1400 m. Altrove la potenza, molto variabile, è soltanto parziale non avendo le perforazioni raggiunto la base delle Anidriti di Burano. Le potenze accertate, che hanno tuttavia valori abbastanza elevati, sono le seguenti: 550-580 m al Fossombrone 1, 1050 al Burano 1, 1700 m al Foresta Umbra 1 e 1700 m all'Antrodoco 1. La potenza osservata in questo ultimo pozzo può non corrispondere però ad un valore reale, causa i fenomeni tettonici riconosciuti che hanno certamente influito sullo spessore della Formazione.

8) *Età*. - In base agli elementi disponibili è possibile soltanto riferire le Anidriti di Burano al Triassico superiore in senso lato (1).

Sulla base degli elementi attualmente disponibili, si ritiene che la Formazione sia presente, oltre che nell'area tipo, anche nel sottosuolo della Puglia, del litorale dalmato e del litorale ionico-greco.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS J. E., RHODES M. L. (1960) - *Dolomitization by seepage reflexion*. « Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. », vol. XLIV, n. 12, pp. 1912-1920, 4 figg., Tulsa.
- AGIP MINERARIA (1959) - *Microfacies italiane*. Vol. di 35 pp., 145 tav., S. Donato Milanese.
- AZZAROLI A. (1951) - *Tettonica della catena principale dell'Appennino lunigianese tra il Passo di Pradarena e il Passo di Lagastrello*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXIX, fasc. 3, pp. 366-391, 2 tav., Roma.
- BORNOVAS J. (1960) - *Observations nouvelles sur la géologie des zones pre-apulien et jonien (Grèce occidentale)*. « Bull. Soc. Géol. France », s. 7^a, t. II, n. 4, pp. 410-414, 1 fig., Paris.
- BRÜCKNER W. (1941) - *Über die Entstehung der Rauwacken und Zellen dolomite*. « Eclogae Geol. Helv. », Vol. XXXIV, n. 1, pp. 116-134, 4 tav., Basel.
- BURCKHARDT C. E. (1947) - *Il sondaggio del Belagajo (Grosseto) ed il suo significato geologico*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXV, pp. 97-107, Roma e « Atti Fondaz. Polit. Mezzogiorno », vol. III, 12 pp., Napoli 1947.
- BURRI C. (1959) - *Zur Kenntnis der eruptivgesteine der Punta delle Pietre Nere*. « Eclogae Geol. Helv. », vol. LII, Basel.

(1) Vedere nota a pag. 20.

- CAPELLINI G. (1866-67) - *Fossili infraliassici dei dintorni di La Spezia*. Vol. di 101 pp., 10 tav., Bologna.
- CARELLA R. (1961) - *Nuove osservazioni sull'Isola di Lissa (Vis) in Jugoslavia*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXX, fasc. 3, pp. 27-37, 3 figg., Roma.
- CHILINGAR G. V., BISSEL H. J. (1961) - *Dolomitization by seepage refluxion*. « Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. », vol. XLV, n. 5, pp. 679-683, Tulsa.
- CORTESE E. (1895) - *Descrizione geologica della Calabria*. Tip. Bertero, Roma.
- COTECCHIA V., CANITANO A. (1955) - *Sull'affioramento delle « Pietre Nere » al Lago di Lesina*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXIII, pp. 3-18, 9 figg., Roma.
- DESIO A. (1944) - *La posizione stratigrafica del livello a Bactrilli nel Raibliano della Val Brembana*. « Riv. Ital. Paleont. », vol. L, n. 3, pp. 1-9, 1 fig., Milano.
- DESSAU G. (1962) - *Geologia del M. Malbe nel quadro dei massicci mesozoici del Perugino*. « Boll. Soc. Geol. Ital. » vol. LXXXI, fasc. 2, pp. 315-364, 2 fig., 1 carta, Roma.
- GHELARDONI R. (1962) - *Stratigrafia e tettonica del M. Malbe presso Perugia*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXXI, fasc. 3, pp. 217-256, 3 fig., 1 carta, Roma.
- IPPOLITO F. (1949) - *Contributo alle conoscenze geologiche della Calabria*. « Mem. Ist. Geol. Applicata Univ. Napoli », vol. II, pp. 17-35, 1 fig., Napoli.
- LUCINI P. (1959) - *Considerazioni sulle ricerche geologiche nella parte occidentale della regione calabro-lucana*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXVII, fasc. 3, pp. 153-159, 1 tav., Roma.
- MERLA G. (1952) - *Geologia dell'Appennino settentrionale*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXX, pp. 95-382, 11 figg., 5 tav., Roma.
- PIRINI C. (1963) - *Microfaune triassiche nella zona di Ponte Arverino (Umbria)*. Mem. Soc. Geol. It., vol. IV, Roma.
- POLLINI A. (1955) - *La serie stratigrafica del Retico di Monte Castello (Zogno - Val Brembana)*. « Atti Soc. Ital. Sc. Nat. », vol. XCIV, n. 3-4, pp. 329-367, 3 figg., tav. XXVII, Milano.
- SIGNORINI R. (1947) - *Cenni preliminari su un rilevamento nella Val di Merse*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXV, pp. 31-34, Roma.
- TREVISAN L. (1955) - *Il Trias della Toscana ed il problema del Verrucano triassico*. « Atti Soc. Toscana Sc. Nat. », s. A., vol. LXII, pp. 1-30, 7 figg., Pisa.
- VIGHI L. (1959) - *Sulla serie triassica « Cavernoso - Verrucano » presso Capalbio (Orbetello - Toscana) e sulla brecciatura tettonica delle serie evaporitiche « rocce madri » del Cavernoso*. « Boll. Soc. Geol. Ital. », vol. LXXVII, fasc. 1, pp. 221-235, 9 figg., Roma.