

## STUDIO MINERALOGICO E PALINOLOGICO SU ALCUNI SEDIMENTI DELLA GROTTA DELL'EDERA (CARSO TRIESTINO): UN TENTATIVO DI RICOSTRUZIONE PALEOCLIMATICA

L. Gallizia Vuerich<sup>(1)</sup> - F. Princivalle<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Trieste, Trieste (Italia)

<sup>(2)</sup>Istituto di Mineralogia e Petrografia, Università degli Studi di Trieste, Trieste (Italia)

**RIASSUNTO** - *Studio mineralogico e palinologico su alcuni sedimenti della grotta dell'Edera (Carso Triestino): un tentativo di ricostruzione paleoclimatica* - *Il Quaternario*, 7(2), 1994, 569-576 - Per ottenere una ricostruzione paleoclimatica e cronologica dei depositi di riempimento del sito Mesolitico denominato Grotta dell'Edera (NE Italia; 45°45'23.5"N; 1°14'36"E, 243 m s.l.m.), sono state effettuate analisi sia dei minerali che delle specie polliniche presenti negli stessi. Per quanto riguarda lo studio mineralogico è stata analizzata principalmente la frazione argillosa, in virtù del fatto che le argille, e precisamente il rapporto esistente tra alcune di esse (Illite, I; Clorite, Cl; e Caolinite, K) consente di risalire alla situazione climatica esistente al momento della loro deposizione. Parallelamente è stata effettuata una determinazione delle specie polliniche presenti nei medesimi campioni. Dalla comparazione delle due curve, ottenute dall'elaborazione dei dati, si è potuto notare che i termini inferiori della sequenza stratigrafica considerata risultano essere stati depositi in un periodo freddo (prevalenza di I+Cl), che raggiunge il suo acme nel campione n. 4, mentre i rimanenti sono tipici di un clima più caldo (maggior incidenza di K) che culmina nel campione n.11. In base a questi dati e a quelli ottenuti da altri studi svolti in precedenza da altri autori sul medesimo sito, si può ipotizzare che i campioni analizzati si situino presumibilmente in un periodo che va dal Dryas II (12.000 B.P.) al Sub-boreale (3000 B.P.), con un'iniziale clima freddo di tipo continentale (prateria con prevalenza di composite e pino). A questo primo periodo fanno seguito delle oscillazioni climatiche che in ultima analisi hanno permesso l'instaurarsi, nel Sub-boreale, di una vegetazione molto simile all'attuale (querceto misto). La curva climatica ottenuta ha confermato la tendenza generale desunta da studi analoghi svolti nel Nord dell'Italia.

**ABSTRACT** - *Mineralogical and palinological study of Holocene sediments from the Edera Cave (Trieste Karst). A tentative palaeoclimatic reconstruction* - *Il Quaternario*, 7(2), 1994, 569-576 - Mineralogic and palinologic components of sediments from the Edera Cave (NE Italy; 45°45'23.5"N - 1°14'36"E, 243 m s.l.m.) are reported. Data are used to develop a chronosequence and to highlight climatic variations, in particular using the relationship between different clay types (Illite, Chlorite, Kaolinite). Data, integrated with that from previous studies, indicate that the set spans the period from the Middle Dryas to the Sub-Boreal. Climate was initially cold with vegetation dominated by *Compositae* grass-land accompanied by *Pinus*, followed by oscillations tending towards a warmer climate in the Sub-Boreal with the formation of temperate mixed oak woodland similar to present-day vegetation.

Parole-chiave: Argille, pollini, ricostruzione paleoclimatica, Olocene

Key-words: Clay minerals, pollen analysis, paleoclimatic reconstruction, Holocene

### 1. INTRODUZIONE

Il seguente lavoro è stato intrapreso con lo scopo di tentare una ricostruzione cronologica e paleoclimatica su base mineralogica (mineralogia delle argille) e palinologica dei depositi di riempimento della Grotta dell'Edera (Carso triestino).

La grotta è stata oggetto, a partire dagli anni '70, di numerose ricerche intraprese in seguito al ritrovamento di manufatti umani. I primi studi su questo sito sono stati condotti da Marzolini (1970), che ha sviluppato la parte archeologica. Le ricerche procedettero per diversi anni (1970-74) ad opera del Gruppo Ricerche di Paleontologia umana, che rinvenne numerosi materiali che possono essere fatti risalire ad un periodo che va dal Mesolitico all'epoca Romana. Successivamente Boschian & Pitti (1984) hanno analizzato anche le caratteristiche sedimentologiche e petrografiche. La sezione stratigrafica è stata suddivisa in cinque "complessi" informali, indicati con numeri romani, e posti in ordine crescente dall'alto verso il basso, dal più recente al più antico, che raggrup-

pano "orizzonti" con alcune caratteristiche comuni. Uno schema riassuntivo di tale sezione, tratto da Boschian & Pitti (1984), con l'indicazione dei campioni analizzati in questo lavoro viene qui riportato (Fig. 1).

I - Potenza m 1,3. Campioni: 14-13-12-11-10. Sedimenti prevalentemente limoso-argillosi con scarso scheletro grossolano; i colori variano di poco attorno al bruno chiaro.

II - Potenza cm 55+60. Campioni: 9-8-7. Si distinguono due "orizzonti": quello soprastante, povero di pietrisco, è di natura limoso-argillosa con colori attorno al grigio-bruno ed al bruno chiaro; quello sottostante è ricco di pietrisco in abbondante matrice limoso-argillosa e presenta colori variabili dal bruno al bruno chiaro.

III - Potenza cm 60. Campioni: 6-5. I due segmenti riconoscibili tendono a colmare la depressione corrispondente alla discontinuità che ha troncato al tetto i terreni sottostanti. In ambedue si osserva una marcata eterogeneità dimensionale. In quello soprastante la matrice limoso-argillosa presenta colorazioni grigio-brune, men-

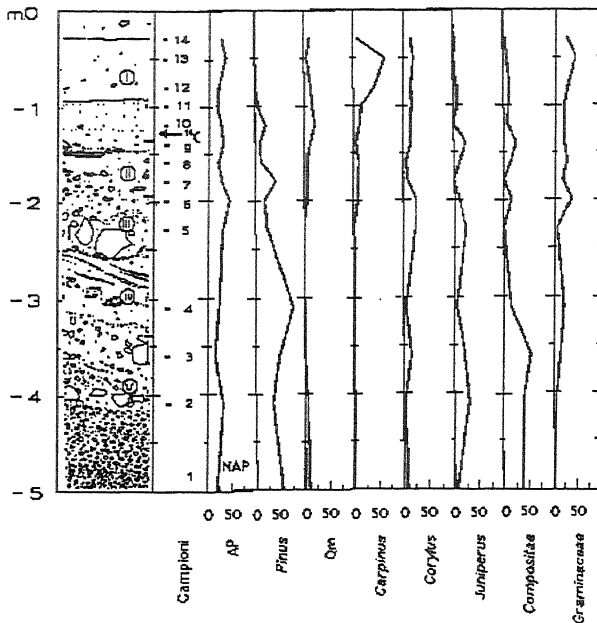


Fig. 1 - Sequenza stratigrafica della Grotta dell'Edera (da Boschian & Pitti, 1984, modificata) con ubicazione dei campioni, del livello con *Patella* (freccia) datato da Marocco (1991) e diagrammi pollinici semplificati delle singole specie ritrovate. AP = piante arboree, NAP = piante non arboree, Qm-P = querceto misto-pino.

*Stratigraphic sequence (Boschian & Pitti, 1984, modified) with location of samples and of the level with *Patella* (arrow) dated by Marocco (1991), and simplified pollen diagram. AP = arboreous plants, NAP = non-arboreous plants Qm-P = mixed oak woodland-Pinus.*

tre in quello sottostante la matrice sempre limoso-argillosa presenta colorazione bruno chiaro-rossastro.

IV - Potenza cm 80. Campione: 4. Si tratta nell'insieme di sedimenti limoso-argillosi di colore bruno chiaro a basso contenuto di scheletro grossolano. Procedendo verso la superficie si nota la presenza di un livello contorto a pietrisco con una successione di lenti di colore più scuro, indicatore di una discontinuità stratigrafica.

V - Potenza m 1,5. Campioni: 3-2-1. Sono stati raggruppati in questo complesso alcuni orizzonti che pur presentando certe diversità nel contenuto in scheletro grossolano, sono accomunati da notevoli analogie della matrice limoso-argillosa che presenta una colorazione bruno-rossastra.

Su di un orizzonte compreso tra il campione 9 ed il 10, e fatto risalire in base alle industrie litiche rinvenute al Mesolitico antico (Boschian, 1990) è stata eseguita una datazione con il metodo standard del  $^{14}\text{C}$  su dei campioni di *Patella* (Marocco, 1991); l'età ricavata è di  $6600 \pm 100$  anni BP (analisi eseguite dal Laboratorio di Idrologia e Geochimica Isotopica dell'Università di Parigi Sud, basate sul tempo di dimezzamento di 5570 anni e prive di correzioni per l'età dell'acqua e per il frazionamento isotopico  $^{13}\text{C}$ ).

## 2. MATERIALI E METODI

Il campionamento (Fig. 1) è stato effettuato ogni 20 cm circa per quanto riguarda gli strati superiori (complessi I, II e III) e ogni 50 cm circa per gli strati inferiori (complessi IV e V) che sono separati dai sovrastanti da una superficie di discontinuità stratigrafica.

L'analisi mineralogica è stata effettuata tenendo in particolare considerazione la frazione argillosa del sedimento ( $<4 \mu\text{m}$ ) che ha consentito di individuare i rapporti esistenti tra i vari minerali argillosi (Illite, Clorite, Caolinite, Montmorillonite) e tra questi e i minerali non argillosi (Quarzo, Feldspati, Calcite).

La metodologia adottata per questa analisi consiste nel prelevare una certa quantità di materiale che viene disgregato con un mortaio, filtrato (setaccio con maglie da  $50 \mu\text{m}$ ) e posto in cilindri di sedimentazione per ottenere, sfruttando la legge di Stokes, la separazione della

Tabella 1 - Valori percentuali ottenuti dall'analisi dei campioni con frazione  $< 50 \mu\text{m}$ . I = illite; Cl+K = clorite + caolinite; F = feldspati; C = calcite; Q = quarzo; N.A. = somma dei minerali non argillosi; A. = somma dei minerali delle argille.

*Percentage obtained by the analysis of the samples with fraction  $< 50 \mu\text{m}$ . I = illite; Cl+K = clorite+kaolinite; F = feldspar; C = calcite; Q = quartz; N.A. = sum of non-clay minerals; A. = sum of clay minerals.*

Campioni	I	Cl+K	F	C	Q	N.A.	A
14	7	5	9	48	31	88	12
13	3	3	8	28	58	94	6
12	3	3	6	8	50	94	6
11	4	5	14	7	70	91	9
10	3	2	4	28	63	95	5
9	3	3	6	38	50	94	6
8	5	6	10	8	71	89	11
7	3	3	4	68	22	94	6
6	5	7	7	-	81	88	12
5	5	7	9	-	75	84	16
4	13	8	13	-	66	79	21
3	16	10	12	-	62	74	26
2	13	8	7	-	72	79	21
1	12	8	14	-	71	80	20

frazione limosa (tra  $50 \mu\text{m}$  e  $4 \mu\text{m}$ ) da quella argillosa ( $<4 \mu\text{m}$ ). Le due frazioni ottenute, vengono fatte depositare su un vetrino (preparato orientato) e sottoposte all'analisi ai raggi X (diffrattometria delle polveri). Si è utilizzato il diffrattometro STOE D500 (radiazione  $\text{CuK}\alpha = 1.54178 \text{Å}$ ; monocromatizzatore di grafite secondario; tensione pari a 40 Kv - 20 mA).

La frazione  $<4 \mu\text{m}$  è stata sottoposta a tre tipi di analisi:

- al naturale da  $2^\circ$  a  $40^\circ$  ( $2\theta$ );
- glicolata, a  $60^\circ$  per 24 ore, da  $2^\circ$  a  $14^\circ$  ( $2\theta$ );
- riscaldata a  $550^\circ$  per 1 ora, da  $2^\circ$  a  $14^\circ$  ( $2\theta$ ).

In questo modo è possibile riconoscere sia i minerali espandibili (smectiti) sia discriminare la Clorite dalla Caolinite. L'identificazione dei minerali argillosi è basata sul metodo proposto da Carrol (1970) e Thorez (1976). Per la stima semiquantitativa si è effettuato il confronto

Tabella 2 - Valori percentuali ottenuti dall'analisi dei campioni con frazione < 4 µm. M = montmorillonite; I = illite; Cl = clorite; K = caolinite; F = feldspati; C = calcite; Q = quarzo; N.A. = somma dei minerali non argillosi; A. = somma dei minerali delle argille.

Percentage obtained by the analysis of the samples with fraction < 4 µm. M = montmorillonite; I = illite; Cl = clorite; K = kaolinite; F = feldspar; C = calcite; Q = quartz; N.A. = sum of non-clay minerals; A. = sum of clay minerals.

Campioni	M	I	Cl	K	F	C	Q	N.A	A.	K-(I+Cl)
14	1	7	5	5	5	44	33	82	18	-7
13	tracce	16	9	12	9	20	34	63	37	-13
12	-	5	5	5	5	37	43	85	15	-5
11	-	7	9	12	6	-	66	72	28	-4
10	tracce	6	3	3	6	20	62	88	12	-6
9	tracce	14	11	12	8	-	54	62	38	-13
8	tracce	13	11	12	5	-	59	64	36	-12
7	tracce	7	3	4	6	55	25	86	14	-6
6	tracce	22	11	12	6	-	49	55	45	-21
5	2	25	10	10	6	-	47	53	47	-25
4	2	36	10	10	6	-	36	42	58	-36
3	2	22	11	10	6	-	49	55	45	-23
2	1	14	12	11	5	-	57	61	39	-15
1	tracce	15	10	9	4	-	62	66	34	-16

tra le aree dei picchi di riferimento di ciascun minerale. In Tabella 1 e 2 sono riportate le percentuali dei minerali rinvenuti, rispettivamente, nella frazione minore di 50 e di 4 µm.

L'analisi pollinica è stata fatta sui medesimi campioni utilizzati per l'analisi mineralogica. I campioni sono stati trattati chimicamente in laboratorio per l'eliminazione del materiale non sporopolleninico e della matrice mineralogica, secondo la metodologia proposta da Cattani (1989). L'identificazione dei diversi taxa è stata fatta utilizzando un microscopio ottico con obiettivo a 400 ingrandimenti e facendo riferimento alle chiavi analitiche di Faegri-Iversen (1964) e Kapp (1969), all'iconografia riportata in Erdtman (1943), Erdtman *et al.* (1961), nei lavori di Cattani & Renault-Miskovsky (1983) e Valleri *et al.* (1990) e dal confronto con materiale fresco acetolizzato.

In Tabella 3 vengono riportati i valori di frequenza dei singoli taxa. Sono stati considerati solamente i generi che si presentano con una certa frequenza in quasi tutti i campioni analizzati, i rimanenti vengono raggruppati sotto la dicitura "altri" (i dati completi sono disponibili presso gli Autori).

### 3. DISCUSSIONE DEI DATI

#### 3.1 Analisi mineralogica

Osservando i dati riportati in Tabella 1 e 2, risulta innanzitutto evidente la differenza esistente tra i primi sei campioni (i più profondi), in cui prevalgono Quarzo e Illite, ed i termini successivi che presentano una buona percentuale di Calcite, prima assente. Ciò fa pensare ad una diversa provenienza del materiale di riempimento, che nel primo caso è probabilmente dovuto a disfaccimento di flysch, e nel secondo a disfaccimento sia di flysch sia di carbonati.

Prendendo in considerazione solamente la frazione inferiore a 4 µm (Tab. 2) si può notare come ci sia, nei primi campioni della serie, una netta preponderanza di Illite

e Clorite; questi tendono poi a diminuire mano a mano che ci si avvicina alla parte alta (*top*) della serie stratigrafica. Al contrario la Caolinite è presente con percentuali abbastanza costanti lungo tutta la sequenza e pertanto a causa della diminuzione di Illite e Clorite diventa via via relativamente più abbondante. In effetti la differenza tra Caolinite e la somma di Illite più Clorite va diminuendo man mano che ci si avvicina al *top* della sequenza.

Le argille possono essere considerate degli indicatori paleoclimatici (Chamley, 1971; Thorez, 1982; 1985), se si considera che nei climi temperati mediterranei predominano Illite, Clorite e Caolinite. Bisogna comunque precisare che mentre l'Illite ed in particolare la Clorite predominano nei climi temperato freddi, la Caolinite si forma di preferenza nei climi temperato caldi (Galan, 1986; Testa *et al.*, 1990). Illite e Clorite risultano antagonisti rispetto alla Caolinite e pertanto possiamo tentare una ricostruzione paleoclimatica basata sulla differenza K-(I+Cl).

Sottraendo la media delle differenze K-(I+Cl) (-14.8) al valore di ciascun campione (Tab. 2), e raccordando i vari punti, si ottiene una curva (Fig. 2) con un massimo negativo in corrispondenza del campione 4, ed uno positivo in corrispondenza del campione 11. Tenendo conto che nel primo massimo (campione 4) si ha una maggiore abbondanza di I+Cl rispetto a K, e che nel secondo massimo si ha un aumento relativo di K rispetto ad I+Cl, si possono distinguere due zone limitate dai campioni 6, 7 e 8, al di sotto ed al di sopra dei quali presumibilmente predominava, rispettivamente, un tipo climatico freddo e uno caldo.

#### 3.2 Analisi pollinica

Parallelamente allo studio dei minerali argillosi, è stata effettuata sugli stessi campioni un'indagine pollinica (Gallizia Vuerich, 1992). Visto che i sedimenti considerati sono di origine argillosa e sono stati depositi in una grotta ubicata all'interno di una dolina, ci preme sottolineare, al fine di una più corretta interpre-

Tabella 3 - Valori percentuali di alcune delle specie polliniche ritrovate. Per le specie non specificate si è usata la dicitura "Altri". AP = piante arboree; NAP = piante non arboree; Qm-P = querceto misto - pino. 1 = % calcolato sul totale dei pollini ritrovati (spore escluse), 2 = % calcolato sul totale delle piante arboree + piante arbustive, 3 = % calcolato sul totale delle piante erbacee + indeterminate.

Percentage of some pollen species found in the analysed samples. Minor species are grouped as "Altri". AP = arboreous plants; NAP = non-arboreous plants; Qm-P = mixed oak woodland-Pinus. 1 = % calculated on the total amount of pollen found (spores excluded); 2 = % calculated on arboreous plants + shrubs; 3 = % calculated on herbaceous + unidentified plants.

Campioni	AP	NAP	Pinus	Querceto Misto	Carpinus	Corylus	Juniperus	Altri	Composite	Graminacee	Altri	Qm-P
14	35	65	-	11,5	7,7	15,4	3,8	61,6	4,2	29,8	66,0	11,5
13	43	57	-	5,4	61,4	21,0	-	12,2	6,5	47,2	46,3	5,4
12	29	71	1,8	14,3	42,8	16,0	5,3	19,8	12,0	31,6	54,6	12,5
11	26	74	5,4	17,2	15,0	17,2	6,5	38,7	9,7	24,6	65,7	11,8
10	33	67	22,4	22,3	12,2	14,3	-	28,8	8,0	24,0	68,0	-0,1
9	37	63	10,8	13	4,3	14,4	23,0	34,5	25,8	24,1	50,1	2,2
8	27	73	12,7	6,5	10,1	5,8	11,2	53,7	15,1	28,6	56,3	-6,2
7	33	67	41,7	8,3	8,3	8,3	-	41,7	-	20,7	79,3	-33,4
6	49	51	19	5,7	8,2	26,0	8,0	33,1	16,2	36,3	47,5	-13,3
5	35	65	24	-	-	24,0	24,0	28	-	8,7	91,3	-24
4	26	74	76,3	-	1,8	3,6	3,6	14,7	13,2	21,2	65,6	-76,3
3	17	83	48,2	-	-	14,3	20,4	17,1	54,6	14,0	31,4	-48,2
2	33	67	34,2	5,1	-	1,7	29,9	29,1	39,0	5,1	55,9	-29,1
1	19	81	54	9,1	-	6,9	4,6	25,4	38,7	2,2	59,1	-44,9

3

2

1

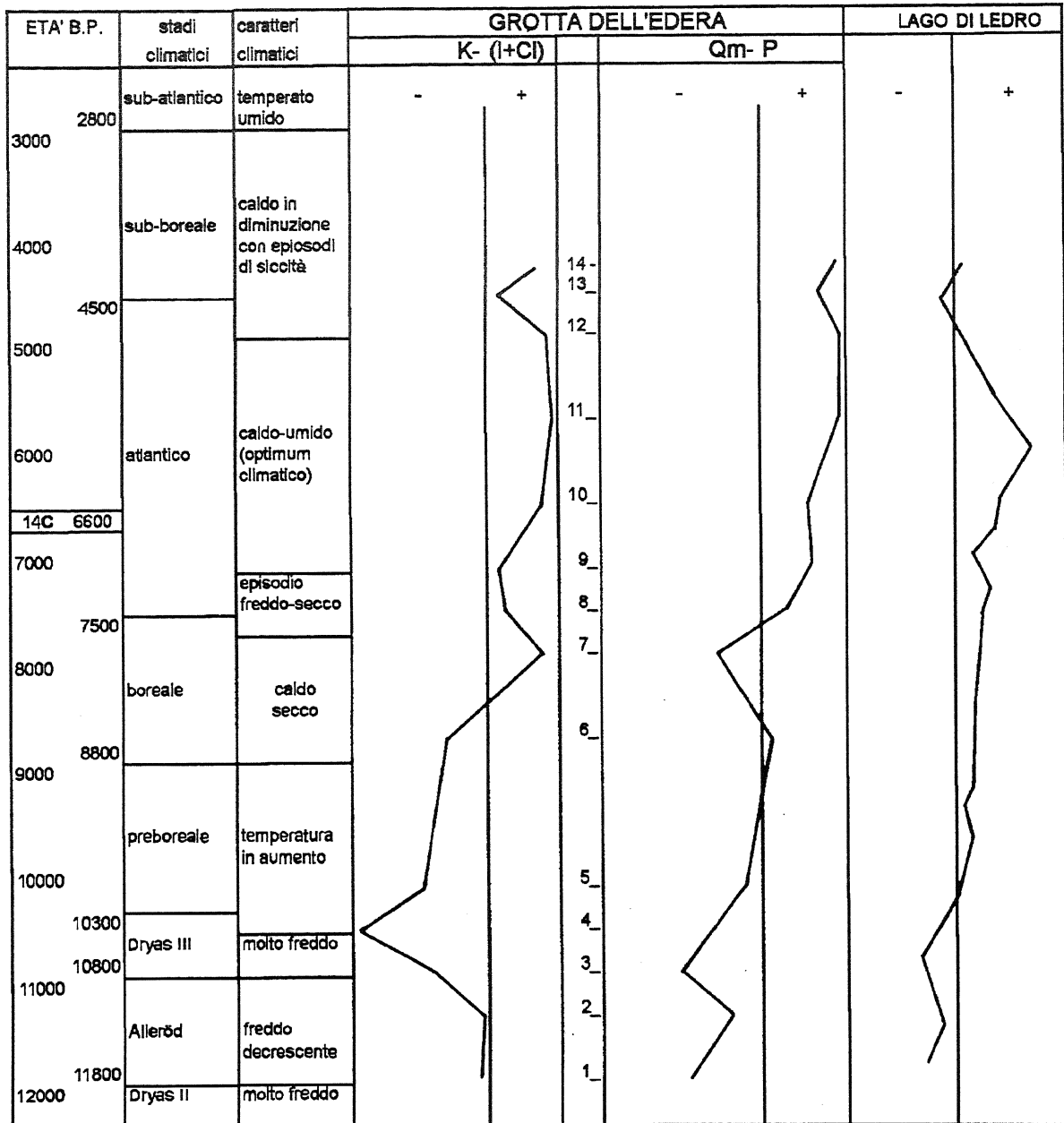


Fig. 2 - Comparazione delle curve climatiche ottenute per la Grotta dell'Edera con la curva climatica del Lago di Ledro (da Tomasi 1982, modificato)

*Comparison of the climatic curves of Edera Cave with the climatic curve of Lake Ledro (Tomasi 1982, modified).*

tazione dei dati, che:

- i pollini possiedono una differente predisposizione al trasporto sia per quanto riguarda le dimensioni dei granuli sia per la morfologia dell'esina degli stessi;

- il *pattern* deposizionale dei pollini e dei sedimenti non può certamente essere ritenuto costante specialmente quando intervengono fenomeni di dilavamento e crioclastismo; bisogna, inoltre, tener presente la collocazione delle varie specie rispetto all'imboccature e le curve di deposizione delle diverse specie;

- in ambiente chiuso l'apporto pollinico non è certamente regolare e non può minimamente essere paragonato a quello delle torbiere;

- man mano che ci si allontana dall'imboccatura della cavità si ha una diminuzione sia quantitativa che qualitativa dei pollini; verso il fondo vanno, infatti, acquistando importanza sempre maggiore i pollini a dispersione entomofila a scapito di quelli a distribuzione anemofila;

- non trascurabile è da ritenersi l'apporto di rami e di erbe, che possono determinare l'aumento improvviso, inspiegabile su basi climatiche di una o più essenze (per esempio: tiglio);

- nella zona carsica, per il noto fenomeno della bora, vento da E-NE dominante nella zona, ha un'enorme importanza l'esposizione dell'apertura della cavità (NE nel nostro caso), sia per quanto riguarda l'afflusso

dei pollini che per capire la loro provenienza.

Inoltre bisogna considerare che le associazioni vegetali, attualmente presenti nella zona carsica, nelle ultime migliaia d'anni non hanno subito variazioni considerevoli in composizione, ma principalmente in estensione (Poldini, 1989).

L'analisi dei campioni ha consentito l'identificazione di 23 taxa di essenze arboree ed arbustive e 48 di erbacee. E' stata rinvenuta anche una grande quantità di spore la cui frequenza è poco significativa. Ciò è dovuto al fatto che la loro presenza è da ricercarsi all'interno del riparo dove le condizioni climatiche sono praticamente costanti e solo marginalmente influenzate da quelle esterne. Pertanto le spore non sono state qui considerate.

Nei campioni più profondi sono presenti in prevalenza pollini riferibili ad un consorzio forestale con predominanza di *Pinus*, al quale si accompagnano graminacee e composite (tra le quali *Artemisia*) sia liguliflore sia tubuliflore (Tab. 3). A partire dal campione 5, al di sopra della superficie di discontinuità (Fig. 2), il pino tende ad essere soppiantato inizialmente da specie più mesofile, colonizzatrici non particolarmente esigenti, quali: *Tilia*, *Corylus* e *Juniperus*, ed in seguito dalle specie del querceto misto (*Quercus*, *Acer*, *Ulmus* e *Fraxinus*) e dal carpino. Il culmine di questa fase si ha nel campione 11, dove oltre ad una alta percentuale di specie del querceto misto si ha anche una gran varietà di taxa, ne sono stati individuati 37, di cui 13 di piante arboree e arbustive e 24 di erbacee.

In Figura 1 si può notare come *Pinus* e *Compositae*, molto abbondanti nei campioni più profondi, vengano soppiantati dalle graminacee e dal querceto misto nei campioni più superficiali. Mentre il consorzio a *Pinus* e *Compositae* indica un clima più temperato, querceto misto, accompagnato da *Fraxinus* e *Cornus*, e graminacee sono tipici di condizioni climatiche più mesofile. Tenendo in considerazione solo le essenze arboree, possiamo costruire una curva basata sull'antagonismo querceto misto-pino (Qm-P). Sottraendo ai valori dei singoli campioni la media delle differenze Qm-P (-16,6) e raccordando i vari punti, si osserva (Fig. 2) come vi siano due massimi, uno negativo in corrispondenza del campione 4 ed uno positivo, in corrispondenza del campione 11. Dato che nel massimo negativo la specie pino risulta la più rappresentativa, mentre nel massimo positivo le specie del querceto misto sono più abbondanti, si può supporre, in perfetta analogia con quanto estrapolato dai dati mineralogici, che verso il fondo della successione predominava un regime climatico freddo, mentre verso l'alto predominava un regime climatico più caldo.

Nei campioni 6 e 7 si nota, per quanto riguarda la considerazioni climatiche estrapolabili dai dati pollinici, un'indicazione contraria a quanto ricavabile dai dati mineralogici. Per quanto riguarda il campione n. 7 dobbiamo tener presente che il livello analizzato si presentava particolarmente povero di materiale pollinico (solo 40

granuli). Non è possibile quindi trarre delle indicazioni climatiche precise in quanto certi valori sono certamente sovrarappresentati (per esempio: pino). E' importante inoltre sottolineare che l'antagonismo querceto misto-pino non è sufficiente di per se stesso a spiegare del tutto le oscillazioni climatiche. E' necessario infatti tenere in considerazione anche tutte quelle specie che li accompagnano e che possono essere talvolta altamente significative (*Betula*, *Artemisia*, *Alnus*, *Castanea* etc.).

La fase di miglioramento climatico che inizia dai campioni 6 e 7, culmina nel campione 11. A partire da questo punto si rileva la presenza nell'ambito delle graminacee, di granuli di grandi dimensioni, sicuramente dei cereali (*Fagopyrum*), presumibilmente coltivati dall'uomo. Inoltre l'alta percentuale del carpino nel campione 13 fa pensare che si sia verificata una diminuzione dell'umidità e della temperatura, dato che il carpino è una specie tipicamente mesofila. Questa inversione di tendenza si situa all'interno di un periodo in cui si instaura una vegetazione molto simile a quella attuale evidenziabile già nel campione 14.

#### 4. CONCLUSIONI

Le considerazioni paleoclimatiche, estrapolate dai dati mineralogici e palinologici, forniscono indicazioni analoghe, cioè che i sedimenti si sono depositati in due regimi climatici differenti e precisamente i più profondi in un ambiente più freddo rispetto a quelli più superficiali.

La datazione assoluta (6600 anni B.P.) effettuata da Marocco (Boschian, 1990; Marocco, 1991) sui gusci di Patelle ritrovate tra i campioni 9 e 10, indica che questi campioni sono ascrivibili al passaggio Mesolitico-Neolitico. Pertanto il sottostante campione 4, che dall'analisi mineralogica e pollinica risulta quello in cui si è avuto il massimo della recrudescenza climatica, può essere collocato in coincidenza con il Dryas III, che rappresenta proprio lo stadio climatico più freddo precedente il Mesolitico. Invece, il soprastante campione 11, che è risultato essere quello rappresentativo del periodo caldo, può essere collocato in coincidenza di uno stadio climatico atlantico caratterizzato da un carattere climatico caldo umido (*optimum* climatico).

In definitiva, tenendo conto della datazione assoluta e da quanto estrapolabile dalle analisi mineralogiche e polliniche, si può supporre che la serie analizzata sia compresa in un intervallo di tempo di circa 9000 anni, che va dal Dryas II (12.000 anni B.P.) al Sub-boreale (3.000 anni B.P.).

Confrontando questi dati con quelli relativi alle Prealpi centrali e precisamente quelli ottenuti per il Lago di Ledro (Tomasi, 1982; Fig. 2) si nota una corrispondenza tra le due serie climatiche, con una recrudescenza, attribuibile al Dryas III, e testimoniata in questo lavoro dal campione 4, a cui succedono delle oscillazioni, con un massimo positivo corrispondente

alla fase caldo umida del periodo Atlantico, qui testimoniata dal campione 11.

### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il Dott. G. Boschian, per il campionamento dei sedimenti; la Prof. L. Cattani, per l'aiuto nella preparazione del materiale pollinico; la Prof. L. Rizzi Longo, per l'aiuto nella determinazione dei pollini e il Prof. R. Marocco per la revisione critica del manoscritto. Questo lavoro usufruisce del contributo MURST 60% (Prof. F. Princivalle).

### BIBLIOGRAFIA

- Boschian G., Pitti C., 1984 - *I livelli mesolitici della Grotta dell'Edera*. Soc. per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli Venezia Giulia - Quad. n° 5, 143-210.
- Boschian G., 1990 - *Un nuovo dato di Cronologia assoluta nel quadro culturale del Mesolitico e del primo Neolitico del Carso triestino*. Atti dei Civici Musei di Storia ed Arte di Trieste, **XV**, 49-56.
- Carroll D., 1970 - *Clay minerals: a guide to their X-Ray identification*. Geol. Soc. of Amer. Special Paper 126.
- Cattani L., 1989 - *L'apporto della paleobotanica allo studio della preistoria*. Corso Residenziale Palinologia, Modena, 141-152.
- Cattani L. & Renault-Miskovsky J., 1983 - *Etude pollinique du remplissage de la Grotte du Broion (Vicenza, Italie): Paléoclimatologie du Würmien et Vènetiè*. Bull. de l'Ass. française pour l'étude du Quaternaire, **XVI**, 4, 197-212.
- Chamley H., 1971 - *Place des argiles marines parmi divers indicateurs paleoclimatiques*. Coll. Int. du C.N.R.S.
- Erdtman G., 1943 - *An Introduction to pollen analysis*. Ronald, New York.
- Erdtman G., Berglund B. & Praglowski J., 1961 - *An introduction to a Scandinavian Pollen Flora*. Almquist & Wiksel, Stockholm.
- Fægri K. & Iversen J., 1964 - *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard, Copenhagen.
- Galan E., 1986 - *Las argillas como indicadores paleoambientales*. Boll. Soc. Esp. de Min., **9**, 11-12.
- Gallizia Vuerich L., 1992a - *Analisi palinologica dei sedimenti di riempimento della Grotta dell'Edera (Carso triestino)*. Tesi di Laurea, inedita, Univ. di Trieste.
- Kapp R.O., 1969 - *How to Know Pollen and Spores*. Wm.C. BROWN, Iowa.
- Marocco R., 1991 - *Evoluzione tardopleistocenica-olocenica del delta del F. Tagliamento e delle lagune di Marano e Grado (Golfo di Trieste)*. Il Quaternario **4**(1b), 223-232.
- Marzolini G., 1970 - *La Grotta dell'Edera*. Ann. Gr. Grotte Ass. XXX ottobre C.A.I., **IV**, 19-35.
- Poldini L., 1989 - *La vegetazione del Carso isontino e triestino*. Ed. LINT, Trieste.
- Testa S., Marocco R., Pirini-Radrizzani C., Princivalle F. & Vergnaud Grazzini C., 1990 - *Paleoclimatic record of the past 30,000 years in the Ligurian sea: evidence provided by oxygen isotopes, foraminifera and clay minerals*. Boll. Ocean. Teor. ed Appl., **VIII**, N. 3, 177-195.
- Thorez J., 1976 - *Practical identification of clay minerals*. G. Lelotte, Discon, Belgium, 252 pp.
- Thorez J., 1982 - *La sedimentation holocène du Golfe de Taranto (Italie Meridionale): approche stratigraphique et paléoclimatique basée sur l'étude de trois carottes de sondage*. (Estratto da Belfiore et al., 1982). Bull. Soc. Geol. France, **24**(7), 3, 581-588.
- Thorez J., 1985 - *Argillogenesis and the hydrolysis index*. Min. Petr. Acta, **29A**, 313-338.
- Tomasi G., 1982 - *Le palefitte del Lago di Ledro*. Da: "Natura Alpina", **XXX**, N. 29, 1-40.
- Valleri G., Bertoldi R. & Bertini A., 1990 - *Studio delle associazioni a foraminiferi e a pollini del Pliocene di Ponte a Elsa (Valdarno Inferiore, Toscana)*. Boll. Soc. Paleontol. Ital., **XXXIX**, 3, 321-333.

Manoscritto ricevuto il 30. 3. 1994

Inviato all'Autore per la revisione il 19. 9. 1994

Testo definitivo ricevuto il 15. 11. 1994