

An aerial, sepia-toned photograph of a city, likely Rome, showing a river (the Tiber) winding through the center. A large bridge with multiple arches spans the river. The city is densely packed with buildings, and a large, curved structure, possibly a stadium or a large building, is visible in the upper left. The overall tone is historical and academic.

VII SESSIONE
VII SESSION

GESTIONE SCIENTIFICA ED EDUCAZIONE
SCIENTIFIC MANAGMENT AND EDUCATION

Chairman: R. MASSOLI-NOVELLI

Sensibilità geologica e consenso sociale *Geological sensitivity and social consent*

PIACENTE S. (*)

RIASSUNTO – Per impostare adeguatamente, e con speranza di risultati positivi, il problema dell'individuazione e della gestione del patrimonio naturale, è necessario - attraverso una fase di comunicazione culturale, con interventi di informazione ed educazione - ottenere un consenso sociale. Il mondo scientifico e quello politico dovrebbero rendere «popolare», soprattutto a chi non ha mai avuto occasione di partecipare alla «storia» in modo diretto, il «passato» e i segni che di esso sono la testimonianza. Infatti il paesaggio è un archivio, e quello geologico è senz'altro uno dei più ricchi e documentati; occorre però crearvi intorno una sensibilità, purtroppo ancora troppo debole, e l'unica possibilità per rafforzarla passa attraverso un forte mutamento culturale. A tal fine appare indispensabile una verifica dell'effettivo coinvolgimento delle diverse «Comunità Geologiche» e «dell'Accademia», per arrivare alla partecipazione collegiale e cosciente di quanti sono seriamente interessati allo sviluppo - non delle conoscenze che sono ben presenti e forti - ma di una cultura geologica, che è la vera grande assente in questo contesto.

PAROLE CHIAVE: Geologia ambientale, Educazione geologica, Italia.

ABSTRACT – In order to face properly the problem of identification and management of natural assets, it is necessary to achieve a social consent by means of cultural communication based on information and education media. The scientific and political institutions should make the “heritage of the past” more easily accessible to the public, especially to those which have not had a chance to take part directly in “history”. Indeed, the landscape is a sort of natural archives of which the geological aspect is certainly among the richest and best documented. It is, though, essential to form a better sensitivity and awareness; this can be achieved by means of marked cultural change. For this purpose it is indispensable to verify the effective involvement of the various “geological communities” and the “academic world”, in order to reach a collective and acquainted participation of all those interested in the development not so much of cognitive aspects - which are strong and well established - but rather of a geological culture, which is the great real absent in this context.

KEY WORDS: Environmental Geology, Geological education, Italy.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Modena - Largo S. Eufemia, 19 - 41100 Modena (Italy).

1. – I TERMINI DEL PROBLEMA

Da tempo ormai la conoscenza e la tutela dell'ambiente non sono più un problema solamente scientifico, da affrontare e discutere in ambiti specifici e ristretti, anzi sono diventati uno dei più importanti ed urgenti problemi sociali e quindi politici, perchè politiche sono le scelte da adottare. In tempi recenti anche in Italia si è assistito ad un mutamento radicale nell'atteggiamento dell'opinione pubblica riguardo le problematiche ambientali, con una sempre più motivata ed incalzante richiesta di informazione e di partecipazione ai momenti decisionali.

Alla fine del ventesimo secolo la tutela dell'ambiente – e quindi anche del patrimonio geologico – deve essere intesa come tutela dinamica, cioè come valorizzazione di quegli aspetti che lo rendono unico per la sua conformazione, per la sua origine, la sua storia e soprattutto per la vita e le attività che in esso si svolgono (PANIZZA & PIACENTE, 1989). In quest'ottica ogni ambiente, anche quello apparentemente più insignificante, è da valorizzare e quindi da tutelare, perchè ha comunque una sua originalità e specificità: l'importante è la corretta individuazione e conoscenza dei suoi caratteri distintivi. Questo tipo di tutela dinamica, comprendente tutte le iniziative e le opere atte a promuovere e proteggere, deve uscire dal ristretto campo delle conoscenze scientifiche, per diventare uno stabile patrimonio culturale, parte integrante della formazione e quindi dell'educazione di chi di quel bene usufruisce.

L'ambiente naturale è una combinazione di elementi le cui complesse interazioni costituiscono lo sfondo, il contorno alle condizioni di vita dell'individuo e della società. Quindi una politica ambientale deve avere le seguenti caratteristiche: essere senza frontiere, evolutiva, multidimensionale e interna alla politica economica generale. La soluzione dei problemi ambientali non può essere la negazione dello sviluppo tecnologico, bensì va ricercata in un diverso uso e in una diversa potenzialità delle tecnologie stesse, oltre che in diverso grado di priorità di applicazioni ed interventi.

Le risorse che interessano e hanno interessato l'umanità, variano in rapporto alle condizioni sociali, economiche e tecniche: ne deriva che il concetto di risorsa e di bene esce fuori dalla sfera puramente economica per assumere un significato anche culturale. L'idea dell'esistenza di un patrimonio comune, a livello planetario, è stata già da tempo riconosciuta dai diversi governi (vedi gli oceani o il continente antartico), è però molto recente la presa di coscienza di pre-

cise personalità collettive nella conservazione della natura.

Il risultato dell'individuazione e della gestione del patrimonio naturale non sarà pienamente positivo se non avrà ottenuto il coinvolgimento e quindi il consenso sociale, cioè l'identificazione della popolazione col bene stesso.

Per impostare adeguatamente e con speranza di risultati positivi il problema, questo deve essere affrontato con un costante dialogo tra politici e scienziati ma anche con un indispensabile coinvolgimento dell'opinione pubblica, attraverso una fase di comunicazione culturale, con interventi di informazione ed educazione.

Naturalmente un progetto così complesso e così coinvolgente, non può essere affrontato in modo episodico od occasionale, sulla spinta, ad esempio, di fenomeni particolarmente perturbanti (come terremoti, eruzioni vulcaniche, alluvioni), ma deve far parte di un programma articolato e continuo di informazione e di formazione, dotando il cittadino, meglio ancora il futuro cittadino, di opportuni strumenti di conoscenza (PIACENTE, 1984). Sono infatti proprio le conoscenze della dinamica ambientale i presupposti indispensabili per capire equilibri, disequilibri e sviluppo.

La conoscenza diventa in tal modo il tessuto razionale idoneo a costruire una logica, e quindi una politica, di corretto utilizzo, cioè una tutela-valorizzazione, in una intelligente integrazione degli interventi, sia di protezione che di promozione culturale, sociale, turistica ed economica.

2. – INFORMAZIONE E EDUCAZIONE

Il compito della Scienza non si esaurisce nel formulare proposte a carattere conoscitivo e nel fornire utili, bensì nel presentare concetti generali che riguardano il modo di interpretare la natura, l'uomo e la società. Infatti ogni scienza ha in se, e quindi dovrebbe trasmettere, una specifica immagine e una concezione del mondo, che indica il modo in cui questo può essere concepito ed investigato e anche quale può essere il ruolo dell'uomo nella natura. Non va dimenticato infatti che la scienza fornisce dei modelli sia di tipo concettuale che comportamentali, che spesso diventano riferimenti di molti settori della vita sociale (PIACENTE, 1994).

Alle soglie del 2000 lo scienziato, che non deve essere nè tecnico nè tantomeno scienziato, deve rivendicare il proprio diritto ad intervenire in quei settori formativi, prima delegati essenzialmente a filosofi e umanisti, soprattutto nel modo di concepire la natura

e l'uomo in tutti i suoi aspetti, non solo culturali, ma anche morali e sociali.

Molti scienziati non vogliono «sporcarsi le mani» con la didattica e la divulgazione scientifica e questo compito, così delicato, viene delegato a personaggi spesso poco competenti e sprovvisti che finiscono per banalizzare l'informazione scientifica. La divulgazione scientifica non è, infatti, solo la semplificazione di problemi complessi: essa è invece irta di difficoltà e di insidie. Semplificare non vuol dire banalizzare e impoverire, quanto piuttosto arricchire il sapere attraverso una maggiore comprensibilità, all'interno di un più ampio dibattito culturale e ideologico: necessità quindi di chiare responsabilità culturali e sociali.

Il pericolo della banalizzazione della natura può portare a quella forma di divulgazione che Franco La Cecla chiama «pornoecologia» (LA CECLA, 1992). Spesso la stampa cosiddetta specializzata ci immunizza dalla voglia di una conoscenza diretta, di una indagine più approfondita, in quanto esaurisce la nostra curiosità iniziale, sostituendo l'immagine – Il Golem – al reale. La povertà del rapporto che abbiamo con la natura sta nel bisogno sempre più forte di fotografarla, bisogno che spesso esaurisce ogni altra possibilità di approccio e di conoscenza.

Troppa divulgazione fa male se è solo spettacolo o effetto shock, perché si priva la natura della sua forma poetica, della sua anima. Infatti educare vuol dire coinvolgere, suscitare interesse, interesse che non può esistere separato da un legame emotivo.

Anche l'eccessiva scientizzazione può essere pericolosa, in quanto può portare a un'idea dell'elemento naturale che ha poco o niente a che vedere con quello che effettivamente vediamo o che proviamo guardando e godendo di esso. Il paradosso di ogni approccio antropologico alla natura è la sua snaturalizzazione, ogni tanto un pò di silenzio le può restituire la sua vera identità. Nella civiltà dove c'è sempre stato rispetto per gli elementi naturali – Amazzonia, Australia – l'uomo ha proiettato la propria anima e i propri sentimenti su di essa; in altri termini la natura nei confronti dell'uomo acquista un senso solo se passa attraverso la gamma completa dei suoi sensi.

Anche le diatribe che spesso nascono tra naturalisti, geologi, architetti, economisti, sono un ulteriore aspetto della degradazione culturale che avvilito il mondo della scienza e impoverisce le risorse culturali.

Un altro problema riguarda l'educazione ambientale intesa come programmazione di strategie didattiche e informative per una conoscenza integrata del territorio in cui è inserito il bene naturale, anche al

fine di formare una corretta e consapevole coscienza ambientale.

Esiste nell'insegnamento, soprattutto in quello delle discipline scientifiche, una spiccata scissione tra contenuti disciplinari e obiettivi formativi-educativi. Sono questi gli errori principali che scaturiscono da un modo di trasmettere la cultura che riduce lo studio della realtà globale, e quindi della natura che è per definizione realtà e globalità, all'analisi delle rispettive parti; che partendo da un approccio e da un successivo sviluppo, che non tiene conto di una prospettiva olistica, fa credere che il tutto possieda le stesse caratteristiche della somma delle parti (PIACENTE, 1995).

Ben diverso deve essere il sapere fornito dall'insegnamento scientifico, che assume proprio nelle problematiche ambientali un ruolo determinante solo se si differenzia non tanto nei contenuti, quanto nei metodi; non tanto nel trasmettere delle conoscenze, quanto nel dare un risvolto educativo, e perché no, una finalità etica.

Finalità etica dell'insegnamento: è questo a mio parere il punto centrale di una nuova didattica che pone di nuovo l'uomo al centro della natura, ma con una funzione ben diversa da quella del passato. Non più come comunemente si dice da tempo, il problema ambientale visto come un problema di responsabilità dell'uomo verso se stesso, in quanto è stato proprio l'uomo con il suo sviluppo, cioè con la sua storicità (e non solo con la sua naturalità) ad aver innescato le problematiche ambientali. È quindi un riproporre una centralità dell'uomo, ma non dell'uomo «abilis», che fa qualcosa, bensì di quello «sapiens», cioè dell'uomo che opera delle scelte dopo essersi cercato e costruito una scala di valori (PANIZZA & PIACENTE, 1993).

Una diversa consapevolezza del valore culturale del pensiero e dell'insegnamento scientifico, che non può essere ridotto a formule assiomatiche, alla raccolta dello sperimentato, né tanto meno alla formalizzazione del sapere, in uno sterile razionalismo finito nello spazio e nel tempo, può trasformare lo sforzo cognitivo del «far scienza» nello sforzo dell'uomo per conoscere se stesso.

Mai come oggi l'insegnamento, che negli ultimi decenni ha rispecchiato un epistemologia positivista, deve preoccuparsi di far emergere i collegamenti con la sfera dei valori, con le scelte responsabili, con gli orientamenti culturali. In altri termini la conoscenza deve essere trasmessa come il prodotto di una realtà umana e sociale dalla quale è influenzata e che influenza a sua volta e, affinché possa assumere una valenza autenticamente culturale, deve essere anche contestualizzata storicamente e socialmente.

3. – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Evidentemente ogni operazione di ricerca conoscitiva ha già un valore di per sé, indipendentemente da eventuali usi che di essa si vuole o si può fare, ma nel caso dei beni ambientali e culturali la conoscenza mette quasi sempre in moto delle proposte operative che, diventando spesso promotrici di idee ed opinioni, vengono ad assumere un profondo valore educativo.

Il mondo scientifico e quindi quello politico, dovrebbe, come diceva già trent'anni fa Pasolini (PASOLINI, 1969), rendere «popolare», soprattutto a chi non ha mai avuto occasione di partecipare alla «storia» in modo diretto, il «passato» e i segni che di esso sono la testimonianza, in quanto espressione di bellezza.

Infatti il paesaggio è un archivio, e quello geologico è senz'altro uno dei più ricchi e documentati. Occorre crearvi intorno una sensibilità, purtroppo ancora troppo debole, e l'unica possibilità per rafforzarla passa da un forte mutamento culturale.

Quale può essere allora il compito e il contributo della geologia?

Una partecipazione solerte, costante, oculata, programmata in tutti i contesti scientifici, culturali e divulgativi (attraverso l'uso non casuale o solo contingente dei mezzi di comunicazione) in cui i problemi e le tematiche trattate hanno implicazioni, dirette o indirette, di tipo geologico.

Un privilegiare una cultura comune ai diversi settori geologici che sottolinei i rapporti tra geologia e antropizzazione e indichi e sottolinei la dimensione culturale, storica e filosofica, e non solo scientifico-tecnica, della geologia.

Far emergere e quindi far capire, nei diversi ambiti e a vari livelli, le dimensioni geologiche dei cambiamenti ambientali – punto forte delle nostre discipline e delle nostre possibili risorse – e la dimensione ambientale dei cambiamenti geologici, al fine di realizzare una formazione geologica che diventi percezione geologica, comune cultura del cittadino italiano.

Una valorizzazione del ruolo della ricerca e delle risposte che la geologia offre: questo implica non soltanto un diverso modo di presentare la ricerca ed i suoi risultati ma anche una diversa progettazione che si ispiri, da un lato, ad una prospettiva sistemica (con quali altri ambiti la ricerca geologica può e deve interagire) e, dall'altro, ad una prospettiva funzionalistica (a chi e che cosa la ricerca e quindi i saperi geologici possono «servire»), che consenta di trovare il giusto rapporto e dialogo scientifico tra la geologia e le altre discipline che intervengono nel sistema ambientale.

Una verifica dell'effettivo coinvolgimento delle diverse comunità geologiche e dell'Accademia su queste tematiche, per arrivare alla partecipazione collegiale e cosciente di quanti sono seriamente interessati allo sviluppo – non delle conoscenze che sono ben presenti e forti – ma di una cultura geologica, che è la vera grande assente in questi contesti.

BIBLIOGRAFIA

- LA CECLA F. (1992) - *Pornoecologia, la natura e la sua immagine*. pp. 111 Ed. Volontà, Milano.
- PANIZZA M. & PIACENTE S. (1989) - *Cultura del Paesaggio e offerta turistica*. Atti Conv. Int. «Turismo e Ambiente nella società post-industriale». Milano 9-10 Marzo 1988, F.A.S.T. - T.C.I.: 641-645, Milano.
- PANIZZA M. & PIACENTE S. (1993) - *La Terra, questa conosciuta*. pp. 438, Loescher, Torino.
- PASOLINI P.P. (1969) - Rivista Tempo, n. 12, Marzo 1969.
- PIACENTE S. (1984) - *Connaissance du milieu naturel et des mécanismes qui régissent son évolution, base de la formation et l'éducation de l'environnement*. 25° Congr. Int. Geogr., Sec. V: Educ. Form. Prof.: Th. 15, 15 Paris.
- PIACENTE S. (1994) - *Piccoli pensieri eretici su teorie e modelli in geologia*. Naturalmente, Boll. Inf. Ins. Sc. Nat., Anno 7, n.3: 8-10, Pisa.
- PIACENTE S. (1995) - *Elogio del disagio*, Atti Conv. Naz. ANISN, 26-30 Aprile 1995 (in stampa).

Rete di Geotopi per la pianificazione del paesaggio e lo sviluppo del turismo nell'area del Loreley (alto e medio Reno, Germania)

Geosites network for landscape planning and tourism development in Loreley area (upper and middle Rhine, Germany)

ZURRU M. (*)

RIASSUNTO – L'area del Loreley costituisce uno dei più famosi paesaggi rocciosi della Germania. Fa parte della Placca Renoercinica meridionale, in prossimità del confine con la zolla Sassoturingiana nella falda varistiana. Le principali unità geologiche sono il basamento metamorfico devoniano inferiore, le pianure del terziario, i terrazzi e le valli fluviali del Pleistocene. I sedimenti periglaciali (Loess, prodotti della gelificazione) sono anch'essi geotopi come gli affioramenti nelle zone rocciose. Nel basso Carbonifero, per effetto della subduzione della falda renoercinica al di sotto della zolla Sassoturingiana, i depositi superficiali devoniani furono accorciati orizzontalmente, sovrapposti e ripiegati. La successiva formazione di strutture tettoniche negli scisti argillosi e nelle Quarziti sono anche visibili nel panorama geomorfologico. Molti geotopi presenti nell'area del Loreley mostrano oggi la storia geologica e geomorfologica dello sviluppo del paesaggio nel Devoniano-Carbonifero, nel Terziario e nel Pleistocene. In particolare cinque siti geologici, indicati come monumenti geologici, sono esempi della necessità di protezione dei geotopi e della realizzazione di una rete di geotopi nell'area del Loreley. Essi possono essere utilizzati per la pianificazione del paesaggio e la salvaguardia del turismo.

PAROLE CHIAVE: Pianificazione del paesaggio, rete di geotopi, Germania.

ABSTRACT – The Loreley area is one of the most famous rock landscapes in Germany. It is part of the southern Rhenohercynian near the plate boundary to the Saxothuringian in the variscian belt. The main geological units are the lower devonian metamorphic basement, the tertiary peneplains and the pleistocene river terraces and valleys. Periglacial sediments (Loess, congelifractions) are also geotope sites like the outcrops in the rocky areas. As response to the subduction of the rhenohercynian plate under the saxothuringian plate in the lower Carboniferous the devonian shallow-sea deposits were horizontally shortened, imbricated and folded. The subsequent formation of tectonical structures in the argillaceous slates and Quartzites are also visible in the geomorphological landforms. Many geotopes in the Loreley area show nowadays the geological and geomorphological history of the landscape development in the Devonian-Carboniferous, Tertiary and Pleistocene. Specially five geotopes, which are recommended as geological monuments, are examples for the necessity of geotope protection and for a geotope network in the Loreley area. They can be used for landscape planning and tourism protection.

KEY WORDS: Landscape planning, Geosites network, Germany.

(*) Geo Concept - Bahnhofstraße 18 - D-56346 Sankt Goarshausen.

1. – INTRODUZIONE

La regione della Loreley è uno dei più conosciuti paesaggi rocciosi tedeschi. Valga fra tutti l'esempio della rupe della Loreley (der Loreley-Felsen), famosa grazie alle liriche romantiche di Clemens Von Brentano e di Heinrich Heine. L'area si trova sulla sponda destra dell'alto Medio-Reno, la cui valle, in prossimità di Binger (Binger Pforte), taglia la parte centrale della Catena Scistosa Renana e prosegue fino alla confluenza con la Mosella, presso Coblenza. In questo tratto il Reno separa la Catena del Taunus da quella del Hunsrück (fig. 1).

Pendii ripidi, a tratti terrazzati, caratterizzano l'alto Medio-Reno. I versanti esposti a sud vengono coltivati a vigneto (per la maggior parte Riesling). I numerosi vigneti abbandonati si sono nel tempo ricoperti di boschi. I versanti meno ripidi costituiscono zone xeroterme con prati aridi o semi-aridi.

Di conseguenza si è venuto a creare nella Loreley un mosaico di nicchie floro-faunistiche. Le superfici dei versanti sono interrotte da pareti rocciose a strapiombo sul Reno.

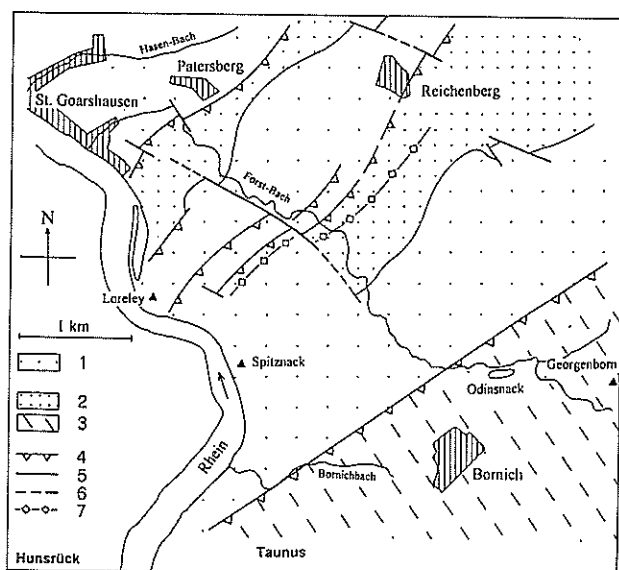


Fig. 1. – Carta geologica generale del territorio della Loreley (da ANDERLE, 1967; 1987). Legenda: 1) strati di Singhofener (con porfiroidi); 2) strati di Spitznack; 3) scisti del Hunsrück; 4) sovrascorrimento; 5) disturbo tettonico; 6) presunto; 7) anticlinale.

– Geological general map of Loreley land (from ANDERLE, 1967, 1987). Legend: 1) singhofener schichten (porphyroid-führend); 2) Spitznack-schichten; 3) Hunsrück-schiefer; 4) überschiebung; 5) störung; 6) vermutet; 7) sattel.

Grazie a questo e alla presenza di molte piccole cave a cielo aperto le condizioni degli affioramenti sono molto buone. Sui versanti si rinvencono i resti di diversi terrazzi fluviali pleistocenici e di uno pliocenico. Inoltre si rinvencono vari penepiani terziari tra loro sovrapposti. A seconda della potenza del substrato, della loro esposizione e quota, essi vengono sfruttati per l'agricoltura e la silvicoltura.

In relazione alla struttura del paesaggio, i vari geotopi rappresentano diversi momenti dell'evoluzione geologica della zona. Si possono distinguere: il basamento e i settori di bordo placca del Devoniano-Carbonifero; le superfici di spianamento e le zone di bacino del Terziario; le zone di escavazione fluviale, terrazzamenti, deposizione di loess, ecc. del Pleistocene. Cinque di questi geotopi, in seguito a studi approfonditi, sono stati riconosciuti quali «monumenti» geologico-naturali da destinare ad aree protette. Più precisamente si tratta della Rupe della Loreley, di una cava, di una piega monoclinale a sud della Loreley, della valle dell'Odinsnack e di un affioramento di loess.

2. – EVOLUZIONE GEOLOGICA

2.1. – GEOLOGIA

I litotipi presenti nell'area della Loreley sono derivati da originari sedimenti fini (da argille a sabbie fini) del Devoniano inferiore, depositi in un mare poco profondo e metamorfosati nel Carbonifero. In questa fase si sono raggiunte le più basse temperature delle facies a scisti verdi. La loro composizione varia da scisti argillosi a quarziti. Prevale un'alternanza di grosse bancate sabbiose (dm-Bereich) e di sottili livelli argillosi. Essi mostrano strutture sedimentarie localmente ben riconoscibili (stratificazione inclinata e lamellare, slumping e gradazione). Per via della loro più recente posizione stratigrafica (ANDERLE, 1987) le rocce del Devoniano inferiore vengono attribuite prevalentemente alla falda di Spitznack (Unterstufe Singhofen). Verso sud su di queste sono sovrascorsi gli scisti dell'Hunsrück (Unterstufe Ulmen, fig. 1). Internamente le falde di Spitznack sono scagliate e dislocate da sovrascorrimenti a vergenza WSW-ENE.

Dal punto di vista tettonico, l'area si colloca al bordo di due microplacche varistiche: la Renoercinica a NW e la Sassoturingiana a SE (WEBER & BEHR, 1983; MATTE, 1986, fig. 2). Le due placche hanno subito una collisione nel corso della quale una stretta fascia di crosta oceanica (oceano di Gießen) è subdotta verso SE sotto la Sassoturingiana. In seguito ad una successiva collisione continentale si è verificato un sotto-

scorrimento della Placca Renoercinica sotto quella Sassoturingiana. Il bordo nord-orientale della Sassoturingiana si è sollevato portando in superficie rocce della crosta media (soglia cristallina della Germania centrale: Odenwald, Spessart, Ruhla, fig. 2). Nell'Odenwald, durante la subduzione, si sono verificate intrusioni di magmatiti nella crosta intermedia, le quali diventano sempre più giovani procedendo da NW a SE (KRENZEN & HARRE, 1975), testimoniando una subduzione progressiva in questa direzione.

La copertura sedimentaria al bordo SE della placca Renoercinica è sovrascorsa in modo telescopico sopra una zona di taglio, che rappresenta il limite della crosta profonda plastica deformata (ONCKEN, 1988). Da ciò è risultato un raccorciamento di 150 km circa (BEHRMANN *et alii*, 1991). Questa tettonica compressiva caratterizza il quadro generale del bordo SE della Placca Renoercinica. Poiché il cuneo di sedimenti al bordo della Placca Renoercinica non è mai stato trascinato a profondità maggiori e non è mai stato sottoposto ad alte temperature e a deformazioni plastiche, in esso si sono conservate, in parte abbastanza bene, tanto le strutture sedimentarie quanto quelle tettoniche che si sono generate durante la collisione. Pertanto il cuneo di sedimenti rappresenta una testimonianza di una parte degli avvenimenti che si verificarono, per collisione tettonica, nella parte superiore della placca subdotta. Inoltre lo sviluppo di queste fondamentali strut-

ture tettoniche (pieghe, superfici di scistosità e faglie) e i loro rapporti reciproci sono da considerare esemplari. Da ciò si evince inoltre la stretta dipendenza, nella zona della Loreley, dei processi geomorfologici dalle strutture geologiche.

2.2. - GEOMORFOLOGIA

La geomorfologia della zona della Loreley è caratterizzata da diverse forme risalenti al Terziario e al Pleistocene. Nel Terziario si sono create delle superfici di spianamento che oggi si succedono in sovrapposizione, a seconda dei movimenti tettonici subiti e della loro esposizione, a quote variabili da 300 m fino a 500 m (fig. 3). Queste superfici di spianamento

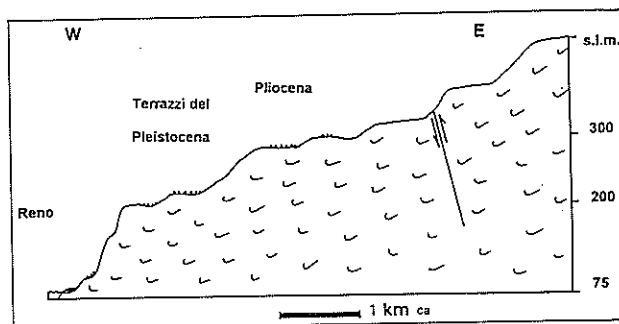


Fig. 3. - Sezione della Loreley vista da E. Si mette in evidenza la sequenza a gradini di diverse superfici piane, che salgono rapidamente dalla sponde del Reno fino alla Rupe della Loreley. Fino alla quota di 280m s.l.m. si rinvengono i terrazzi pleistocenici, alla quota di 300 m si trovano i resti di un terrazzo pliocenico al quale si ricollegano le superfici di spianamento terziarie.

- Loreley section seen from E. It is evident the series of different plane surfaces like steps, that go up rapidly from the Reno margins to the Loreley Cliff. Up to the elevation of 280 m a series of pleistocenic terraces are present, at the elevation of 300 m there is a pliocenic terrace at which the leveling tertiary surfaces are correlated.

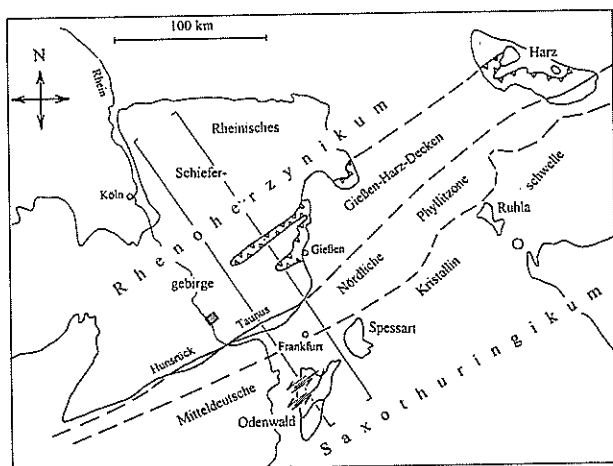


Fig. 2. - Carta semplificata di un settore dell'Europa centrale in epoca Varistica (da FRANKE 1989, aggiornata da KROHE 1991). Parte tratteggiata: territorio della Loreley.

- Simplified map of a part of central Europe during Variscan epoch (by FRANKE, 1989, up to date by KROHE, 1991). Out-lined part: Loreley Land.

costituiscono l'altopiano sovrastante. Si sono generate in condizioni climatiche da semiaride a semiumide (AHNERT, 1989), anche se nelle fasi più secche dominavano inizialmente processi di termoclastismo. I materiali detritici venivano quindi asportati da processi di denudazione ed erosione. Sotto condizioni climatiche via via più umide o nelle fasi più umide di un clima umido variabile, si verificava la disgregazione chimica del sottosuolo. Questa si estese probabilmente - tenendo conto delle profonde differenze litologiche e morfologiche - anche alle formazioni devoniane

(FELIX-HENNINGSSEN, 1990; SEMMEL, 1994). I preesistenti rilievi furono in parte spianati dal ruscellamento delle acque superficiali. Si venne a creare un paesaggio piatto, senza grosse differenze altimetriche, in cui gli unici rilievi erano rappresentati dalla sporgenza dei livelli quarziticci più resistenti.

La vicinanza di queste superfici ai corsi d'acqua attuali, il loro dislivello rispetto alle rispettive valli così come la giacitura delle sabbie e delle ghiaie indicano la presenza di un legame con un sistema idrografico che probabilmente era già sviluppato nell'Oligocene medio (ANDRES, 1989). Seguì l'attività di numerose faglie, originatesi o riattivate durante l'orogenesi alpina, coperte da sedimenti quali le ghiaie di Vallendarer. La differente quota di queste ghiaie è da imputare a movimenti tettonici prevalentemente sinsedimentari (ANDRES, 1989; SEMMEL, 1994).

Le superfici più basse si trovano a circa 300m di quota. Alla stessa quota si trovano dei terrazzi fluviali del medio Reno attribuibili al Pliocene. I resti di un terrazzo fortemente eroso, che si trova in prossimità della parte nord-occidentale di Bornig, sono stati studiati da HUSER (1972) e da SEMMEL (1977). Oltre alla frequenza di minerali pesanti fortemente disaggregabili (zircone e tormalina), è evidente la presenza di ghiaie quarzose e detriti quarziticci (SEMMEL, 1994), provenienti probabilmente dai calcari e dal Giura di Lotringen (EHLERS, 1994: S. 255).

Questi terrazzi conglomeratici sono a tratti ben sviluppati. Semmel (1994) indica un'estensione di più di 12 km per l'area compresa fra il Lago Laach e la Val Wied e di 5 km per l'area di Sankt Goar. Dato che i sedimenti pliocenici della Catena Scistosa Renana si sono depositi a quote tra i 300m e i 330m slm, si ritiene che ampie zone subsidenti, pervase da un reticolo idrografico ben sviluppato, siano state ricoperte nel Terziario medio da consistenti quantità di sedimenti di origine locale (ANDRES, 1989). Nel Pliocene si è poi verificato un sollevamento generale della regione.

Nel Pleistocene si andava costituendo il reticolo idrografico le cui strette e profonde valli caratterizzano oggi il paesaggio della Loreley. L'alto Medio-Reno, con le sue valli secondarie, l'ansa e la nuova valle di Odinsack, descritte nel capitolo 3.2, sono la testimonianza diretta dell'evoluzione del paesaggio in epoca glaciale.

I terrazzi pleistocenici hanno nell'alto Medio-Reno una limitata estensione. Tuttavia questi si possono ricollegare ai terrazzi perfettamente conservati del basso Medio-Reno. In base alla loro posizione ed estensione sono stati denominati Terrazzi Superiori, Mediani e Inferiori. I Terrazzi Superiori si depositarono all'inizio del Pleistocene e giacciono sulla valle

d'origine a quote comprese tra i 200 m e i 280 m (fig. 3). Sono stati riconosciuti sei diversi livelli (BIBUS & SEMMEL, 1977; ANDRES, 1989).

Al di sotto dei 200 m di quota i Terrazzi Superiori si ricollegano ai Terrazzi Mediani, i quali spesso si rinven- gono solo come terrazzi d'erosione. A questi seguono due Terrazzi Inferiori del Wurm, isolati nell'attuale fondovalle (BIBUS, 1980; EHLERS, 1994). I terrazzi si formarono in seguito al passaggio dalla fase di erosione profonda, in epoca freddo-umida a quella di accumulo in epoca caldo-secca. Generalmente l'erosione è più veloce dell'accumulo, per cui il livello di base dei terrazzi si andava progressivamente abbassando nel tempo.

L'approfondimento del Medio-Reno non è tuttavia la sola conseguenza della dinamica geomorfologica in epoca fredda. Anche lo sprofondamento del Bacino di Neuwieder durante la tettonogenesi quaternaria ha provocato l'abbassamento del livello di erosione del Reno. Questo ed altri movimenti verticali postsedimentari hanno determinato la deposizione di terrazzi isolati (ANDRES, 1989; LIEDTKE, 1990; EHLERS, 1994). Il Reno concentrava la sua massa d'acqua, con il rispettivo carico detritico sempre crescente, sul letto di un rigagnolo generatosi lungo un lineamento ercinico (BONIG, 1990). Inoltre il Reno e i suoi affluenti meandrizzano solamente secondo le direzioni erciniche e varistiche. Queste corrispondono alle principali direzioni di stratificazione, di scistosità e di fessurazione, incidendo le quali l'erosione fluviale poteva facilmente raggiungere il blocco del basamento.

L'abbassamento del livello del mare nel Quaternario (ROHDENBURG, 1968) non ha avuto influenza diretta sulla formazione dei terrazzi del Medio-Reno (ANDRES, 1989).

3. – I GEOTOPI DELLA LORELEY

3.1. – CAVA IN VAL FORSSTBACH

Questo affioramento mostra chiaramente i caratteri geologici e tettonici del settore di SE della Placca Renoercinica.

La stratificazione (SS) è data da un'alternanza di strati sabbiosi (di spessore compreso fra il cm e il dm) e argillosi (dal mm al sub mm), immergente debolmente a SE. Localmente si rinven- gono strati centimetrici contenenti fossili guida (*Spirifer*). Parallela alla stratificazione è una scistosità (S1) che è stata la prima a generarsi nel corso dell'evoluzione tettonica; essa è osservabile solamente al microscopio.

Una evidente scistosità trasversale, maggiormente inclinata a SE, si sviluppa più fittamente negli strati argillosi e meno fittamente in quelli sabbiosi. Questa scistosità (S2) è imputabile ad un secondo evento metamorfico. Alla microscala si può osservare come essa si sviluppi secondo due sistemi coniugati di superfici di taglio (strutture S-C). Dalla giacitura di questi due sistemi di superfici di taglio e dalla loro posizione rispetto alla stratificazione si ricava una direzione di trasporto tettonico SE-NW.

Si rinvencono poi tre sistemi di fratture variamente orientati, perpendicolari alla stratificazione. Insieme alla stratificazione (SS) e alla scistosità (S2) esse costituiscono un sistema di superfici di distacco che influenza in modo determinante la fissilità della roccia, la sua anisotropia e la sua struttura morfologica.

La particolarità di questo affioramento risiede nel fatto che esso risulta eccellente, da un punto di vista didattico, come introduzione alla geologia della Loreley e all'evoluzione tettonica della Placca Renoercinica sud-orientale. Le strutture geologiche e tettoniche vi si riconoscono chiaramente; non presentano complicazioni (quali piegamenti e sovrascorrimenti) che le nascondano.

3.2. – RUPE DELLA LORELEY

La Rupe della Loreley è caratterizzata in modo chiaro ed evidente da una buona parte degli elementi geologici e tettonici propri della Placca Renoercinica sud-orientale (fig. 4). Particolarmente chiara è la struttura sedimentaria, antecedente a qualsiasi disturbo tettonico.

I caratteri strutturali indicano l'evoluzione tettonica nella sua sequenza temporale.

(1) Chiaramente riconoscibile è la stratificazione, leggermente immergente a SE, dell'alternanza argilloso-sabbiosa, tipica per il settore sud-orientale della Placca Renoercinica (fig. 5). In uno strato si sviluppa una sottile stratificazione inclinata (CB) interrotta nella parte alta, la quale indica l'«alto stratigrafico». La maggior parte degli strati sabbiosi (SL), di spessore variabile, si erano già depositi. Localmente si rinvencono strati di spessore centimetrico contenenti fossili guida (F).

(2) Negli strati argillosi si è sviluppata una prima scistosità (S1) parallela agli strati. Paralleli alla scistosità giacciono livelli quarzosi sub-mm (QV) caratterizzati da una striatura (str 1) sviluppatasi durante la fase iniziale del trasporto tettonico da SE a NW. I fossili risultano tagliati e ruotati dalla scistosità.

(3) Una seconda scistosità (S2), maggiormente inclinata a SE, si sviluppa come scistosità trasversale e si presenta più fitta nei livelli argillosi e più spaziata in quelli sabbiosi. Frequentemente si rinvencono sistemi coniugati di superfici di taglio e strutture S-C; i piani C e quelli S sono inclinati rispetto al piano SS. Parallelamente ai piani S si sviluppano vene di taglio riempite di calcite o di quarzo. Le strutture S-C e i piani da S2 a SS testimoniano il trasporto tettonico del tetto da SE verso NW.

(4) Gli strati sabbiosi, nella fase tardiva dell'evoluzione tettonica, hanno subito uno stress di tipo tensile in direzione parallela a quella di trasporto tettonico e localmente anche un boudinage. Le conseguenti fratture di tensione sono riempite prevalentemente di calcite. Ugualmente altre fratture vengono causate dalla formazione dei piani di taglio paralleli alla stratificazione (SS) i quali, insieme ad una debole piega di com-

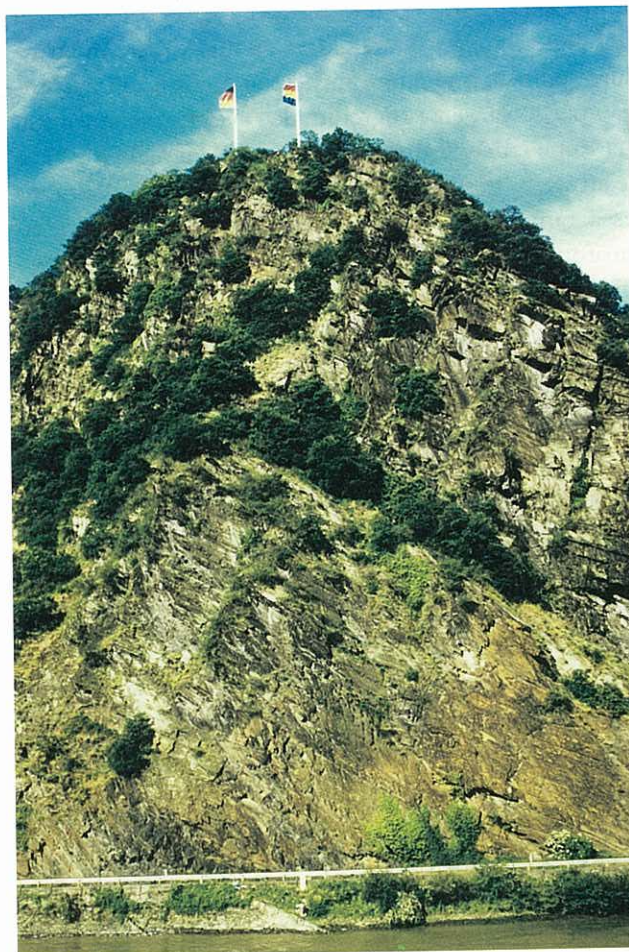


Fig. 4. – Foto della Rupe della Loreley vista da W (fatta dall'autore nel 1995).

– Photo of Loreley Cliff seen from W. (By the author, 1995).

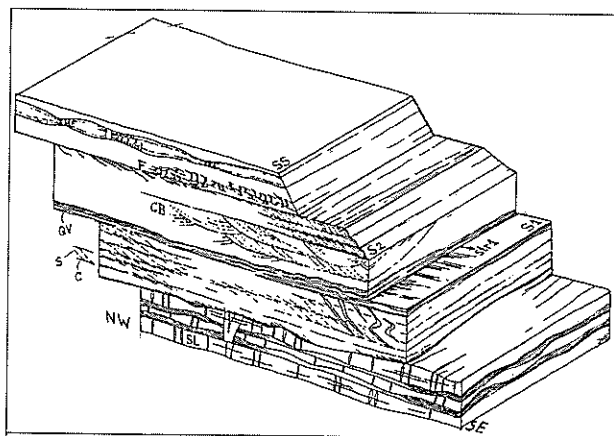


Fig. 5. - Schizzo dettagliato della Rupe della Loreley (da KRUHL in ZURRU & KRUHL 1996). Per una descrizione più approfondita si rimanda al testo.

- Detailed sketch of Loreley Cliff (from KRUHL in ZURRU & KRUHL, 1996). For a more detailed description see the text.

pressione, costituiscono l'evidenza di un'ultima fase compressiva nell'area della Loreley. La peculiarità della Rupe, soprattutto da un punto di vista geologico, sta nel fatto che essa è interessata da una varietà di strutture sedimentarie e tettoniche che mettono in evidenza i particolari e il progredire dell'evoluzione tettonica. La Rupe è ben visibile, facilmente raggiungibile e tutte le strutture vi sono chiaramente riconoscibili. Pertanto essa rappresenta un buon ausilio didattico per l'approfondimento delle conoscenze dell'evoluzione tettonica e geomorfologica dell'area della Loreley.

3.3. - PIEGA A SPITZNACK

Anche a Spitznack la stratificazione è data da un'alternanza di strati decimetrici argilloso-sabbiosi e di sottili livelli argillosi, millimetrici e centimetrici. La particolarità di questo geotopo è rappresentata da una piega metrica monoclinale, N-vergente (fig. 6 A e B) sulla quale si rinvenivano evidenze dell'evoluzione tettonica delle crosta superiore lungo il bordo di SE della Placca Renoercinica. Inoltre, essa permette di illustrare l'evoluzione tettonica generale e la genesi delle strutture tettoniche.

In seguito al movimento relativo da SE verso NW del tetto rispetto al letto, si sono generate pieghe asimmetriche, con fianchi allungati debolmente inclinati verso SE e fianchi corti fortemente inclinati o addirittura rovesciati; a questa fase è imputabile anche la formazione e la successiva rottura dei piani di scistosità S2.

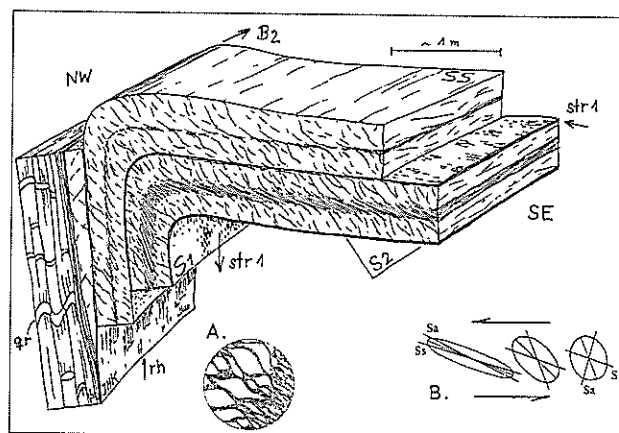


Fig. 6. - Disegno schematico della piega di Spitznack (da KRUHL in ZURRU & KRUHL 1996). Mostra le strutture che si sono formate durante la compressione NW-vergente dei sedimenti devoniani. Prima fase deformativa: parallela alla stratificazione SS è la scistosità S1, sulla quale si ritrovano delle strie di stiramento (str1) originatesi durante la fase iniziale del trasporto tettonico. Fratture di tensione (qr) riempite di quarzo, perpendicolari alla stratificazione. Seconda fase deformativa: piegamento monoclinale, NW-vergente (asse B2) nella fase finale del quale si è sviluppata una scistosità (S2) e uno scivolamento (rh) sui piani di taglio (sf) paralleli alla stratificazione e alla scistosità.

A. Dettaglio del fianco corto della piega che mostra come la roccia sia stata foliata selettivamente secondo i piani S2. Si sviluppano due sistemi di piani di taglio Sa e Ss. Negli strati più compatti (non micacei) l'angolo tra Sa e Ss e la distanza tra i singoli piani sono maggiori che in quelli più duttili (micacei).

B. Schema dello sviluppo di una scistosità. Si formano due diversi piani di taglio (Sa e Ss), quando una zona viene compressa e ruotata da uno shear sinistro. Al crescere del raccorciamento, i due piani si chiudono l'uno sull'altro. L'angolo tra di loro diventa sempre più piccolo.

- Schematic diagram of Spitznack fold (from KRUHL in ZURRU & KRUHL 1996). It shows the structures that resulted from the compression of the devonian deposits along NW direction. First phase of deformation: S1 schists are parallel to the stratification SS, and on them it is possible to find some stretching stripes (str1) arisen during the initial phase of the tectonic movement. Strain fractures (qr) filled with quartz, perpendicular to the stratification. Second phase of deformation: monoclinic fold, turning towards NW (axis B2) whose end side includes schists (S2) which arose with a slide (rh) on the cut planes (sf) parallel to the stratification and to the schists.

A. Detail of the short side of the fold which shows how the rock has been selectively fractured along the S2 planes. Two sets of cut planes Sa and Ss develop. In the most dense strata (not micaceous) the angle between Sa and Ss and the distance among the different planes are greater than in the most ductile ones (micaceous).

B. Sketch of the development of schists. When a zone is compressed and rotated by a leftward shear two different cut planes are created (Sa and Se). With the growing of the shortening, the two planes close each other. The angle between them gets smaller and smaller.

La direzione di trasporto tettonico è inoltre testimoniata dalle lineazioni (sottili granuli di quarzo e particelle argillose allungati).

La scistosità S2 si è generata in concomitanza con questa piega. Essa immerge a SE tagliando gli strati

sabbiosi ad alto angolo e quelli argillosi a basso angolo. Negli strati sabbiosi privi di componente argillosa, la S2 si presenta in due sistemi di piani di taglio quasi perpendicolari tra loro. Negli strati argillosi con scarsa frazione sabbiosa, si trovano ugualmente due sistemi di piani di taglio; però questi formano fra loro un basso angolo. Negli strati non argillosi i piani S2 non sono orientati parallelamente, ma sono disposti a ventaglio. Nei livelli argillosi si riscontra un solo sistema di superfici di scistosità.

Per mezzo della piega di Spitznack è possibile risalire all'evoluzione del cuneo di sedimenti del blocco SE della Placca Renoercinica. Le evidenze strutturali descritte riflettono il progredire degli eventi tettonici durante la compressione del cuneo sedimentario, con temperature prima crescenti e poi nuovamente decrescenti.

(1) Dapprima si depositarono sottili pacchetti sedimentari in concordanza stratigrafica. I livelli argillosi fungevano allo stesso tempo da superfici di scollamento. In questi si sviluppò una prima scistosità (S1) parallela alla stratificazione SS, con una lineazione (str1) orientata SE-NW che rispecchia la direzione di movimento.

(2) I sedimenti accatastati subivano quindi uno stiramento a cui seguì l'apertura di fratture (qr), perpendicolari alla stratificazione, riempite di quarzo.

(3) La stratificazione e la prima scistosità venivano quindi ripiegate in pieghe asimmetriche, a scala da metrica fino a chilometrica, con fianchi suborizzontali allungati e corti fianchi quasi verticali, con assi (B2) orientati in direzione circa SW-NE. Durante il piegamento si sviluppò una scistosità (S2) con due sistemi di superfici di taglio (Ss e Sa).

(4) Contemporaneamente gli strati sabbiosi slittavano sui sottili interstrati argillosi, a comportamento plastico. A ciò è dovuta la presenza di superfici di taglio (sf), che si sviluppano anche negli strati sabbiosi, sui quali si verificarono gli scivolamenti (rh).

(5) Infine i fianchi più corti e inclinati delle pieghe subivano una compressione perpendicolare alla stratificazione. Allo stesso tempo anche le fratture di tensione riempite di quarzo (qr) venivano compresse e leggermente tagliate. Queste strutture stanno quindi a testimoniare la compressione continua, in direzione SE-NW, che ha dato origine in principio ad un sovrascorrimento e quindi, all'aumentare della temperatura, a un piegamento. Il successivo taglio del pacchetto sedimentario, a temperature nuovamente decrescenti, che si rinviene altrove, non ha interessato evidentemente le formazioni affioranti a Spitznack.

3.4. – VALLE DI ODINSNACK

Un geotopo è nella zona a est del comune di Bornich, localmente conosciuta come Odinsnack, in cui si è verificata la deviazione di un corso d'acqua e la successiva incisione del substrato lungo strutture tettoniche preesistenti, con la creazione di una nuova valle. Ha un'estensione di 260 m circa, una larghezza alla base di circa 80 m e una forma ellittica che si restringe verso est.

Il punto più elevato dell'altopiano è a quota 282. Esso è stato isolato dal Georgenborn dai corsi d'acqua del Forstbach e dell'Harbach. Questi nascono il primo più ad E e il secondo più a SE, a una quota di circa 400 m. A Odinsnack l'Harbach si immette nel Forstbach, il quale a sua volta, a Sankt Goarshausen sfocia nel Reno. Verso la fine del Pliocene, come ancor'oggi, il Forstbach scorreva seguendo le direttrici strutturali varistiche, ossia verso W-SW e probabilmente sfociava nel Reno a NW di Bornich, ad una quota di circa 300 m; il Reno era in una fase di deposizione che ha dato origine a terrazzi conglomeratici. In quest'epoca, quindi, il Forstbach scorreva a quota più elevata dell'odierno Odinsnack (280 m s.l.m.). Ciò è testimoniato anche dal tratto alto e medio-alto del suo attuale corso. Anche l'Harbach, verosimilmente, seguiva il suo attuale decorso.

Nel corso del loro progressivo approfondimento, i due corsi d'acqua raggiungevano a un certo punto la roccia affiorante del Georgenborn. Mentre prima il Forstbach scorreva ancora più a sud, sopra il promontorio del Georgenborn e poi forse deviava ad ovest, adesso esso incontrava un ostacolo al suo normale decorso, a causa del quale era costretto a deviare il suo corso, prima del promontorio, proseguendo lungo i fianchi orientale e settentrionale del Georgenborn. A sua volta, l'Harbach deviava verso WSW e sfociava, verso N, nel Forstbach.

Pertanto, il promontorio veniva sempre più eroso su due fianchi e alla fine veniva isolato dal Georgenborn. A questo punto l'Harbach si apriva un varco attraverso il quale poteva gettarsi direttamente nel Forstbach, abbandonando il suo vecchio corso che, così, si prosciugava. Ancor'oggi è visibile in questa zona un vecchio meandro, con pendenza a N, e una valle sospesa in corrispondenza della vecchia foce dell'Harbach nel Forstbach. La pendenza dei due corsi d'acqua è cambiata in corrispondenza della loro odierna confluenza.

I processi che hanno portato alla genesi dell'ansa e della nuova valle sono piuttosto complessi e non ancora definitivamente chiariti; sicuramente influiscono anche altri fattori di natura idrologica e geomorfologi-

ca. Inoltre resta ancora da chiarire con esattezza quale sia stata la reale cronologia degli eventi, desumibile fino a questo momento solamente dalla posizione di un singolo terrazzo renano pleistocenico. Comunque è già chiaramente evidente che l'Odinsnack risulta, da un punto di vista geomorfologico, un geotopo di grande interesse e che andrebbe tutelato in quanto è di grande ausilio per la ricostruzione dell'evoluzione del paesaggio e dell'idrografia dell'alto Medio-Reno nel Quaternario. È inoltre un elemento paesaggistico che arricchisce l'area della Loreley.

3.5. – AFFIORAMENTO DI LOESS

A sud della Rupe della Loreley, al bordo di un vigneto, c'è un taglio stradale con un affioramento di loess di circa 8 m di altezza; si trova ad una quota di circa 150 m, al livello dei Terrazzi Mediani. Nella zona sovrastante la strada si rinviene un substrato bruno-giallastro, di più di 3,5 m di spessore, senza evidenze di una stratificazione. Questo ha un contenuto in CaCO_3 del 18,87%. Dall'analisi sedimentologica risulta prevalente la frazione siltosa con una percentuale del 56,06%; quella sabbiosa è del 32,65% e quella argillosa del 11,29%. Nella parte inferiore la colorazione diventa più intensa, passando a bruno-rossastra. L'analisi sedimentologica mostra per questo settore un tenore in sabbia del 24,42%, del 53,39% in silt e del 22,19% in argilla. Il contenuto in CaCO_3 è del 5,21%.

Nell'area in esame questo deposito eolico si rinviene a quote comprese tra i 140 m della base e i 200 m del tetto. Lo si trova in questa posizione e potenza in quanto al momento della sua deposizione il Reno scorreva già al livello dei Terrazzi Inferiori e la forte pendenza dei versanti faceva sì che lungo gli stessi gli accumuli di sedimenti venissero completamente asportati. Poiché la genesi dei Terrazzi inferiori nel Medio-Reno risale al Pleistocene inferiore (EHLERS, 1994), è probabile che i depositi di loess, ampiamente diffusi in quest'area, siano da attribuire al Wurm. Nell'area del Medio-Reno si rinvenivano anche altri depositi loessici della stessa epoca (BIBUS & SEMMEL, 1977); nei dintorni della Loreley però non è stata dimostrata la presenza di ulteriori depositi.

La deposizione del loess ha avuto luogo in epoche fredde, in seguito al trasporto, in tutta la Mitteleuropa, ad opera di venti prevalenti da W, di sedimenti provenienti da corpi ghiaiosi e siltosi di origine fluvio-glaciale. Questi depositi formavano una fascia larga da 20 a 80 km, allungata in direzione E-W, che segna il confine, in Germania, tra il bassopiano settentrionale e le

catene montuose centrali (SCHMIDT, 1994). Il loro contenuto in calcio dipende anche da altri fattori genetici.

Data l'unicità di un deposito loessico di questo tipo, sarebbe bene che quest'area diventasse un geotopo protetto.

4. – SIGNIFICATO DI UNA RETE DI GEOTOP

L'area della Loreley rappresenta uno dei più famosi paesaggi rocciosi della Germania e, sebbene la Rupe della Loreley sia stata richiamata in innumerevoli poesie e saghe medioevali e romantiche, fino a questo momento è stata attribuita al potenziale paesaggistico di natura geologica poca importanza. Solo in epoca recente sta crescendo l'interesse degli enti pubblici verso gli aspetti geologico-paesaggistici. La causa di ciò è sicuramente lo studio di diversi geotopi e la richiesta di un loro riconoscimento quali «monumenti naturali».

La comunità di Sankt Goarshausen è stata il primo ente pubblico a interessarsi a questi geotopi, intravedendo in essi una buona possibilità di incrementare la presenza turistica, poiché sono d'interesse tanto per i profani che per studenti e studiosi che volessero avvicinarsi alla geologia e alla geomorfologia. Perdi più offrono lo spunto per questioni ecologiche e migliorano la conoscenza del territorio, senza spoetizzare il mito della Loreley e senza sovraccaricare di nozioni scientifiche chi viene in questi luoghi a cercare solamente un po' di tranquillità.

Un collegamento dei geotopi mediante un percorso geologico-culturale-paesaggistico offre due vantaggi essenziali, che i pianificatori lentamente cominciano a percepire.

(1) Si crea un fattore di identificazione (Rupe della Loreley: dalla poesia alla geologia) che significa che il turista che viene unicamente per la rupe famosa trova qualcos'altro di interessante, che gli permette inoltre di ampliare il proprio bagaglio culturale con nozioni scientifiche. Egli può usufruire di una ricca offerta turistica (escursioni guidate, seminari, conferenze, ecc.) oppure fare autonomamente passeggiate attraverso la storia geologica e paesaggistica.

(2) La protezione del paesaggio e della natura dovrebbe essere promossa. Il singolo geotopo non va più considerato isolatamente come una cava abbandonata, ma può invece servire come un album di fotografie della storia geologica. I geotopi contribuiscono anche a sviluppare la sensibilità verso la «materia morta» geologica che in Germania è troppo poco sviluppata.

I geotopi descritti rappresentano l'evoluzione geologica varistica nel Devoniano-Carboniano e la succes-

siva caratterizzazione geomorfologica nel Terziario (Pliocene) e nel Quaternario.

La piega di Spitznack, in particolare, mostra molte fasi dell'evoluzione tettonica varistica, la quale è la tipica evoluzione che si verifica nella crosta superiore in seguito alla compressione dovuta alla collisione di due placche. La Rupe della Loreley e la cava in Val Forstbach contengono invece strutture sedimentarie e fondamentali elementi tettonici (stratificazione, scistosità e fessurazioni). In questi siti inoltre si evince abbastanza chiaramente come queste superfici di discontinuità nella roccia favoriscano l'erosione e la formazione delle valli.

La valle di Odinsnack completa il quadro della situazione, mostrando come l'erosione fluviale, che ha portato alla genesi dell'ansa e della nuova incisione, segua queste direttrici di discontinuità litologica (fig. 7). Ciò è stato favorito anche da una faglia trascorrente ercinica, lungo la quale scorre oggi il Forstbach nel suo tratto mediano.

L'affioramento di loess nell'area della Loreley è piuttosto una rarità. Qui si dimostra come l'evoluzione morfodinamica pleistocenica non sia ricollegabile solamente alla formazione delle valli fluviali, ma anche al trasporto e deposito di sedimenti eolici. Il loro alto contenuto in calcio, che si rinviene dall'analisi al microscopio, è dovuto ad un arricchimento del terreno nell'area di sedimentazione del loess.

Le strutture geologiche e geomorfologiche dipendono da tanti fattori concomitanti. Si sviluppano tanto

alla macro che alla microscala. Le pieghe e i piani di taglio presenti alla microscala si rinvergono anche a scala più grande.

Anche il tempo gioca un ruolo determinante. Tanto la formazione di una singola superficie di taglio a scala microscopica quanto la compressione della crosta superiore o la deviazione del corso di un fiume richiedono, a seconda delle circostanze, diversi milioni di anni. I processi geologici e geomorfologici si svolgono in maniera estremamente lenta. Ciò significa d'altro canto che strutture che vengono distrutte non si ripristineranno più. I geotopi non si possono ricreare.

Tutti e cinque i geotopi sono ben adatti ad avvicinare un vasto pubblico, dallo studente, allo studioso, al profano, all'evoluzione, unica nel suo genere, della storia della Terra e del paesaggio. Con le informazioni che vi sono registrate essi servono non soltanto alla scienza ma anche a fare in modo che tutte le persone interessate possano approfondire le loro conoscenze scientifiche e la loro preparazione didattica nel campo della geologia.

Questo aspetto attribuisce alla zona, che grazie al suo paesaggio roccioso è stata celebrata fin dal Medioevo e dal Romanticismo in poi è diventata famosa internazionalmente, un altro particolare significato, anche se la sua varietà morfologica risulta meno spettacolare di quella di una zona vulcanica o di un cratere meteoritico.

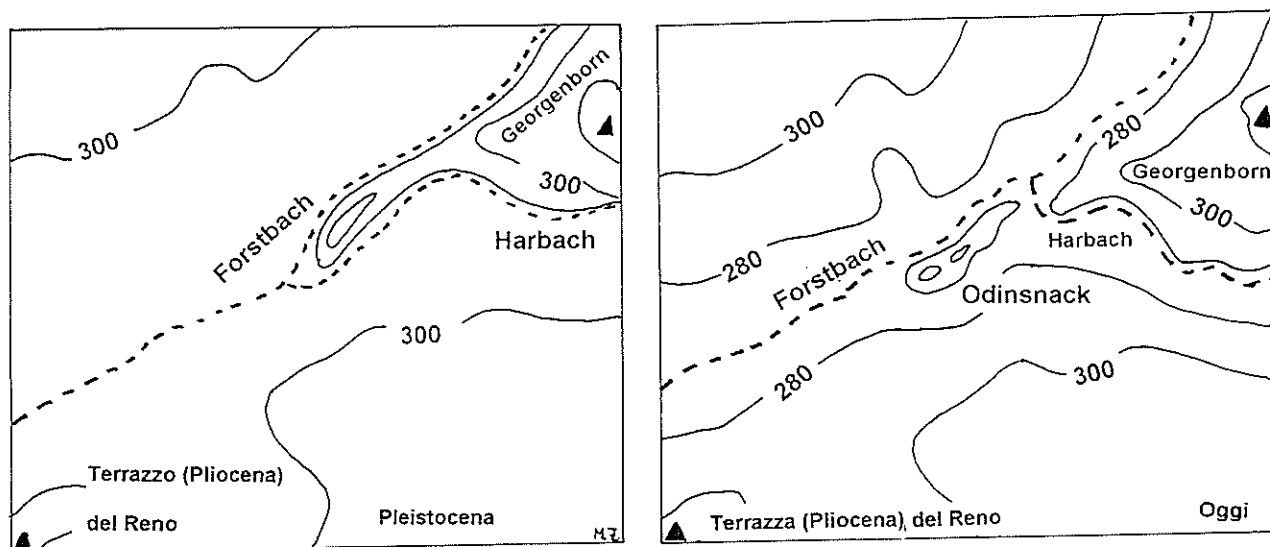


Fig. 7. - Carta d'insieme della probabile formazione della valle di Odinsnack, dal Pliocene ad oggi.

- Comprehensive map of the probable making of Odinsnack Valley, since Pliocene up today.

BIBLIOGRAFIA

- AHNERT F. (1989) - *The major landform regions*. Catena Suppl. 15, S. 1-9, Cremlingen.
- ANDERLE H. (1967) - *Neufassung der Spitznack-Schichten des Loreley-Gebietes (Unterems, Rheinisches Schiefergebirge)*. Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch. 95, S. 45-63.
- ANDERLE H. (1987) - *Entwicklung und Stand der Unterdevon-Stratigraphie im südlichen Taunus*. Geol. Jb. Hessen 115, S. 81-98.
- ANDERLE H.J., MASSONNE H.J., MEISL S., ONCKEN O. & WEBER K. (1990) - *Southern taunus mountains*. - In: int.conf. "Paleozoic orogens in central Europe", field guide "Mid-german crystalline rise & rheinisches schiefergebirge", 125-148.
- ANDRES W. (1989) - *Landforms and Landform Evolution in West Germany*. Catena Supplement 15, S. 25 - 44, Cremlingen.
- BEHRMANN J., DROZDZEWSKI G., HEINRICHS T., HUCH M., MEYER W. & ONCKEN O. (1991) - *Crustal-scale balanced cross sections through the variscan fold belt, Germany: the central egt-segment*. - Tectonophysics 196, 1-21.
- BIBUS E. & SEMMEL (1977) - *Über die Auswirkungen quartärer Tektonik auf die altpleistozänen Mittelreinterrassen*. - In: Catena 4, S. 385-408, Gießen.
- BIBUS E. (1980) - *Zur Relief-, Boden- und Sedimententwicklung am Unteren Mittelrhein*. - Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D, 1, 296 S., Frankfurt am Main.
- BOENIGK W. (1990) - *Die pleistozänen Reinterrassen und deren Bedeutung für die Gliederung des Eiszeitalters in Mitteleuropa*. In: LIEDTKE H. (Hrsg.): *Eiszeitforschung*, S. 130 - 140, Wiss. Buchges. Darmstadt.
- EHLERS J. (1994) - *Allgemeine und historische Quartärgeologie*. 358, Enke, Stuttgart.
- FELIX-HENNINGSSEN P. (1990) - *Die mesozoisch-tertiäre Verwitterungsschicht (MTV) im Rheinischen Schiefergebirge - Aufbau, Genese und quartäre Überprägung*. Relief, Boden. Paläoklima 6, 192 S., Bornträger, Berlin / Stuttgart.
- FRANKE W. (1989) - *Tectonostratigraphic units of the Variscan belt of central Europe*. Geological Soc. of America, Special paper 230, 67-90.
- FRANKE W. (1989) - *Variscan plate tectonics in Central Europe current ideas and open questions*. Tectonophysics 169, 221-228.
- HÜSER K. (1972) - *Geomorphologische Untersuchungen im westlichen Hintertaunus*. - In: TÜBINGER Geogr. Stud. 50, 184, Tübingen.
- LIEDTKE H. (1990) - *Stand und Aufgabe der Eiszeitforschung*. In: LIEDTKE (Hrsg.) *Eiszeitforschung*, 354, Darmstadt.
- MATTE P. (1986) - *Tectonics and plate tectonics model for the Variscan belt of Europe*. Tectonophysics 126, 329-374.
- ONCKEN O. (1988) - *Geometrie und Kinematik der Taunuskammüberschiebung - Beitrag zur Diskussion des Deckenproblems im südlichen Schiefergebirge*. Geol. Rd. 77/2, 551-575.
- ROHDENBURG H. (1968) - *Zur Deutung der quartären Taleintiefung in Mitteleuropa*. Die Erde 99, 297-304.
- SCHMIDT R. (1994) - *Lößböden und Lößbeckenlandschaften*. In: LIEDTKE & MARCINEK (Hrsg.) *Physische Geographie Deutschland*, 209, Gotha.
- SEMMEL (1994) - *Rheinisches Schiefergebirge*. In: LIEDTKE & MARCINEK (Hrsg.) *Physische Geographie Deutschland*, S. 326-339, Gotha.
- ZURRU M. & Kruhl J.H. (1996) - *Geotope als Zeugnisse der Erd- und Landschaftsgeschichte im Loreley-Gebiet*. Natur und Museum 126 (6), 192-204, Frankfurt/Main.

Minerals and mines from Elba Island (Italy): conservation of an outstanding heritage and its use as an educational tool towards the growth of a "geologic culture"

*Miniere e minerali dell'Isola d'Elba:
un patrimonio di eccezionale valore da proteggere e valorizzare
come strumento di educazione ad una «cultura geologica»*

TANELLI G. (*) & BENVENUTI M. (**)

RIASSUNTO – L'Isola d'Elba rappresenta una delle località mineralogiche e minerarie più conosciute al mondo. Campioni di pirite ed ematite di Rio Marina, o di ilvaite e magnetite di M.te Calamita, come pure le stupende ed uniche tourmaline delle pegmatiti del M.te Capanne fanno bella mostra di sé nei più importanti musei mineralogici del mondo, oltre ad essere stati oggetto di centinaia di studi e pubblicazioni scientifiche. I famosi giacimenti a ferro della parte orientale dell'isola hanno altresì alimentato una plurimillenaria tradizione mineraria e metallurgica, sviluppatasi quasi senza soluzione di continuità dal I millennio a.C. (nell'ambito del «primo ferro del Mediterraneo») fino ad una quindicina di anni fa, come testimoniato dall'abbondante presenza sul territorio elbano di resti di lavorazioni metallurgiche (cumuli di scorie, resti di forni fusori, manufatti metallici, ecc.). Questo rilevante patrimonio mineralogico e minerario rappresenta una risorsa non solo sul piano scientifico, ma anche su quello educativo-didattico. Per queste ragioni nel 1990 è stata proposta l'inserimento dell'Isola d'Elba nella «World Heritage List of Geological Sites» dell'UNESCO. È inoltre in corso di realizzazione un Parco Minerario e Mineralogico dell'Elba orientale di prossima apertura.

PAROLE CHIAVE: Isola d'Elba, patrimonio mineralogico, conservazione, valore educativo.

ABSTRACT – Elba Island is one of the most famous mineralogical and mining sites in the world. The exceptional pyrite-hematite associations at Rio, the beautiful ilvaite and magnetite crystals from M.te Calamita, as well as the world-famous tourmalines from M.te Capanne pegmatites are exhibited in the world's most important mineralogical museums, and have been the subject of hundreds of scientific papers. In addition, the iron deposits hosted in the eastern part of Elba Island feeded a longstanding mining and metallurgical activity, dating back to the "first Mediterranean iron" (beginning of the I millennium B.C.) and protracted almost uninterruptedly since the Etruscans up to fifteen years ago. The many archeo-metallurgical sites, with attendant heaps of slags, remains of furnaces, and metal artifacts, provide wide evidences of such an intense activity. Given such a long mining tradition and invaluable mineralogical heritage, Elba Island represents a unique site not only for scientific research, but even for educational purposes. This is the reason why in 1990 it has been proposed to include the island among the UNESCO's "World Heritage List of Geological Sites", and many efforts are presently being done to create a "Mining and Mineralogical Park" in eastern Elba to be open in the near future.

KEY WORDS: Elba Island: mineralogical heritage, conservation, educational value.

(*) Dipartimento di Scienze della Terra - Università «Federico II» di Napoli - Via Mezzocannone, 8 - 80124 Napoli (Italy).

(**) Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Firenze - Via G. La Pira, 4 - 50121 Firenze (Italy).

1. – INTRODUCTION

Notwithstanding terms like “evaluation of environmental impact”, “eco-sustainable development”, “environmental friendliness” (and the like) almost daily can be read in Italian books and newspapers’ articles, heard in TV talks, and underlined as hot topics in political agenda, it would be very hazardous to say that they reflect the existence of a sound and widespread “environmental culture” in Italy.

In particular, if concern for conservation of biodiversities and natural ecosystems appears to be increasingly common in the Italian society, if issues against flora and/or fauna destruction or extinction are progressively gaining more and more audience among public opinion, public awareness for the relevance of geosites conservation is very low indeed, even among the most open-minded and culturally up-dated people. In other words a big problem is the “absence of a geologic culture” in Italy, as well emphasised in GEOS 2000, a brilliant pamphlet edited by CNR and MURST in 1992 (see also PRATURLON, 1996, for an exhaustive review on the subject). However, new cultural issues like conservation of geosites, the utilisation of geological expertise for the management of (and prevention from) environmental risks and not merely their remediation, require a long-term action in order to deeply root in people’s minds. In addition, they call upon joint efforts and strict co-operation among political, educational, and mass-media operators (cf. PARENTI, 1996).

In the short-term, the valorisation of geosites may greatly help to enhance the relevance of a “geologic culture” to the public. In this respect, Elba Island holds a very special position among Italian (and foreign too) geosites, since here man and the “environment”, with its huge iron resources, have been deeply interacting for almost 3,000 years, leaving behind ineffaceable traces in the historical, cultural, social and economical “DNA” of this beautiful “scrap of land” in the Mediterranean Sea (TANELLI, 1995a). The establishment of a Mining and Mineralogical Park at Elba, equipped with geo/mineralogical itineraries, open-air museums (etc.), seems to be a very favoured way to make people enjoy the many natural beauties and, in the meanwhile, to let them approach to geological problems according to the “new phylosophy” above recalled.

2. – MEN, MINERALS AND MINES AT ELBA

2.1. – ELBA’S MINERALS IN THE HISTORY OF MINERALOGY

Interrelations between minerals and man’s historical, cultural, socio-economical progress have always

been so strict that it would be not hazardous to define minerals as “the foundations of society” (CRAIG *et alii*, 1996). Along with their growing “technical” capability to manage mineral processing and utilisation, men began reflecting on how minerals, these strange “stones”, could form and develop their fascinating and peculiar forms. And it is interesting to see that since the early dawn of Mineralogy, i.e., the works by Authors like Teophrastus, Strabo, Diodorus, Plinius and many others in the Classical Period, the iron minerals from Elba (“Aethalia”, in Greek, or “Ilva”, in Latin) were so famous for their abundance that they were repeatedly referred to as continuously renewable: “Ilva ... inexhaustis Chalybum generosa metallis” (Virgilius, *Eneide*, X, 174).

Elba’s fame for its invaluable minerals protracted over for centuries and centuries, and one can find traces of it in the works of the very fathers of Mineralogy like Georg Bauer [Agricola] (1494-1555), V. Biringuccio (1480-1538) and, later on, N. Stensen (1638-1686). In particular, Biringuccio and Stensen likely developed their precursory theories on crystal growth and morphologies by studying some crystals of pyrite, quartz and hematite probably coming from Elba. In the following centuries, and up to nowadays, Elba’s minerals maintained a high position in the interests of mineralogists from all over the world: from P. Savi and E. Pini, reporting their ideas on the still-living theories of “continuous growth” just in the middle of the war of Neptunists vs. Plutonists, to a plenty of other relevant scientific authorities like Cesalpino, Mercati, de l’Isle, Haüy, Dolomieu through Foresi, Cocchi, Roster, A. and G. D’Achiardi, Grattarola, Millosevich, Bonatti up to Marinelli, Trevisan, Cocco, Gottardi, Carobbi, Rodolico and many others.

Nowadays all the most famous Mineralogical Museums in the world exhibit some of the 150 mineral species so far discovered in the island (TANELLI, 1995b), e.g. hematites (variety “oligisto”) and pyrites from Rio Marina or Terranera; ilvaite, magnetite and quartz crystals from M.te Calamita; the famous “nigro-head” and “watermelon” tourmalines from S. Piero, and so on.

2.2. – A HISTORICAL REVIEW OF MINING ACTIVITY

In addition to the famous pegmatite minerals from the M.te Capanne area (S. Piero, S. Ilario, etc.), actively sought for as gemstones or collection specimens, Elba has been known since very ancient times for the large iron resources, exploited and processed since the 1st

millennium B.C. in the framework of the "Early Iron in the Mediterranean Sea" (CIPRIANI & TANELLI, 1983). There are a few indirect archeological evidences indicating that exploitation, processing and trading of iron ores from Elba was possibly accomplished as early as in the eighth century B.C. (CORRETTI, 1988). However, the oldest archeo-metallurgical products found in the island date back to the fourth century B.C. maximum, and indicate that extensive "in situ" reduction was accomplished (preferentially along coast) under the Roman domination (III-I century B.C.: CORRETTI, 1988). After a long period of quiescence, mining and metallurgical activities flourished again under the domination of the Republic of Pisa (XI-XIV century A.D.), and, later on (XV-XIX century A.D.), of the Appiani family. The latter preferred to lease mining areas to the Medicean's Principality first, and the Lorena's Granducato di Toscana then, under whose strict control the iron ores of eastern Elba were

profitably exploited. After the Napoleonic period and the Vienna Congress' Restoration (1815), Elba was definitely included within the Granducato di Toscana. In this period new mine workings were developed at Terranera - Capo Bianco, and, by the end of the century, at Punta Calamita, Sassi Neri and Ginevro, the latter including still accessible underground workings. After the Unification of Italy all mines at Elba became a state property and were granted in concession to different mining companies, up to 1981, when the last mine (Ginevro) shut down, thus ending up a trimillenaire history of mining activity.

2.3. - THE IRON MINERALS AND THEIR GEOLOGIC FRAMEWORK

The location and some more relevant features of the main iron deposits of eastern Elba are reported in table 1 and figure 1. Only a brief description will be given

TAB. 1

Main geological and mineralogical features of iron ores of eastern Elba Island

Ore deposits with dominant hematite (pyrite)

[RIO MARINA, RIO ALBANO, TERRANERA]

- a) Orebodies with hematite-pyrite (o hematite-adularia), mostly hosted at the contact between the Verrucano fmt. the overlying Calcare Cavernoso fmt.
- b) Irregular masses of iron oxides associated with skarn hosted by the Permo-Carboniferous Formation of Rio Marina (e.g.: **Rio Marina underground workings**).
- c) Veins and irregular masses of iron oxides and hydroxides associated with tectonic offsets.

MINERALOGY: hematite, pyrite, goethite (galena, sphalerite, arsenopirite, chalcopirite, chalcocite, bismutinite, bismutite, bismoclite, cerussite, malachite, azzurrite....); gangue: quartz, calcite, adularia, chlorites, epidote (siderite, fluorite, barite, gypsum, ...).

Ore deposits with dominant magnetite

[CALAMITA, SASSI NERI, GINEVRO (STAGNONE)]

- a) Magnetitic ores associated with skarn bodies constituted by ilvaite, hedenbergite, andradite, quartz, epidote developed at the expenses of carbonate levels overlying the "Calamita Gneisses" (e.g.: **P.ta Calamita - Poggio Polveraio**).
- b) Skarn bodies with sodic amphibole (ferropargasite), garnet, plagioclase (ilmenite, ferrotremolite...) within "Calamita Gneisses", in close association with aplitic dykes (e.g.: **Ginevro, Sassi Neri, Stagnone**).

hereafter: the interested reader can find further details in the papers by TANELLI (1977, 1983, 1995b), TANELLI & LATTANZI (1986), LATTANZI *et alii* (1994), PERTUSATI *et alii* (1994), DINI (1995), and literature therein.

The geology of eastern Elba Island is basically characterized by the presence of roughly NS overthrusts separating several tectono-stratigraphic units. The overall geologic framework proposed by TREVISAN (1950), who distinguished five main tectonic units (Complexes I to V), is substantially valid still, although recent research and detailed field mapping is unravelling an even more complex tectonic and stratigraphic history (e.g. PANDELI & PUXEDDU, 1990; DURANTI *et alii*, 1992; PANDELI *et alii*, 1995). The various units, originally deposited in quite different paleogeographic domains,

were deformed and piled up into their present position during the compressional stage of the Apenninic orogeny, and later affected by an important extensional phase. The latter led also to the emplacement, at shallow crustal levels, of the M.te Capanne granodioritic dome (ca. 6.2 My), the Porto Azzurro quartzmonzonic intrusive (ca. 5.1 My), and related swarms of aplitic and pegmatitic dikes; extensive phenomena of contact and hydrothermal metamorphism also characterized this stage. The extensional stage was still operational at about 2.0 My, when important translations occurred along subhorizontal faults (e.g. the Zuccale Fault: PERTUSATI *et alii*, 1994), triggered by the uplift of M.te Capanne and the subsequent eastward gravitational collapse of dismembered cover formations.

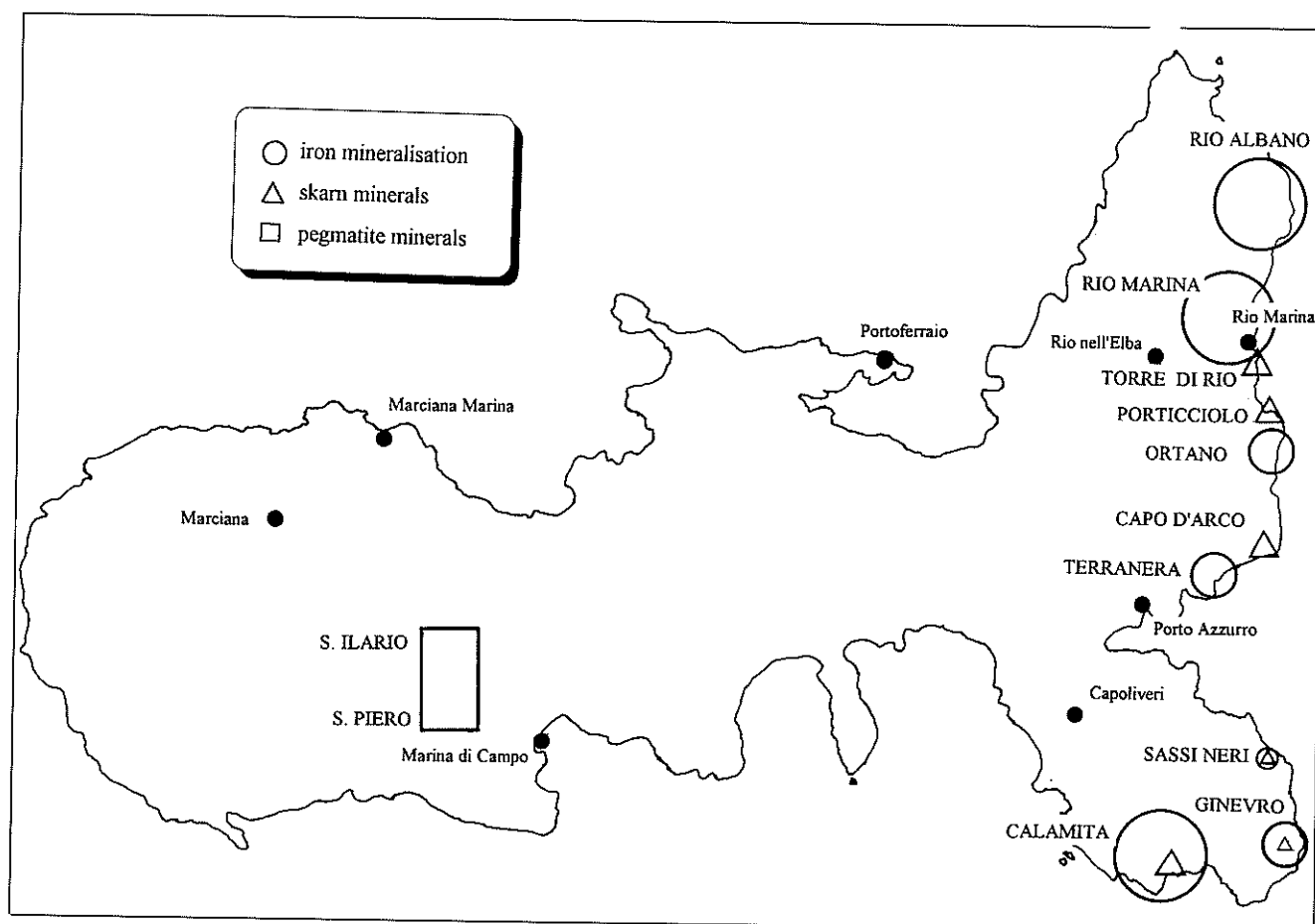


Fig. 1. – Location of the most important mineralogical areas of Elba Island.

– Localizzazione delle aree di maggiore interesse mineralogico dell'Isola d'Elba.

The geological setting and genetic models of Elba's iron deposits are still open to debate, and will be only partly addressed hereafter, the main emphasis being laid on the mineralogical features of iron ores (cf. TANELLI, 1995a).

A broad and rough distinction can be made between iron ore deposits located to the north or to the south of Rio Marina (fig. 1). The iron deposits in the northern portion (Rio Marina, Valle Giove, Rio Albano) are constituted by stratiform or irregular bodies, hosted by TREVISAN (1950)'s Complex III rocks, preferentially at the contact between Permo-Carboniferous phyllites or quartzitic/phyllitic rocks (Verrucano, Middle Trias) and the overlying calcareous levels ("Calcare Cavernoso" AUCIT). The main ore mineral is hematite (variety "oligisto"), which may show either a typical lamellar-micaceous habitus or flattened, rhombohedral crystals, often covered by iridescent films of iron hydroxides. Pyrite is also common, predominantly as pyritohedra, although octahedra or cubes have been observed as well. Exogenous limonites, in massive or concretionary (sometimes stalactitic) forms may locally constitute the main ore minerals.

Moving southward from Rio Marina along the coast, a quite distinctive geological and mineralogical picture appears: in fact, rock outcrops up to Capo d'Arco predominantly belong to TREVISAN (1950)'s Complex II, whereas the main iron oxide is magnetite rather than hematite. Rock formations are represented by Lower Paleozoic (?) sequences (schists and volcano-sedimentary formations) and overlying marbles, calc-schists, calcareous phyllites, and one serpentinitic slice; their tectonic and stratigraphic attribution is still intensely debated (cf. PANDELI & PUXEDDU, 1990; DURANTI *et alii*, 1992; PANDELI *et alii*, 1995). Skarn bodies extensively replace marbles and calcareous phyllites at several places (Torre di Rio, Porticciolo, Ortano and Capo d'Arco). Their main mineralogy includes ilvaite, hedenbergite, epidote, quartz, and chlorite with usually minor amounts of iron minerals (magnetite, pyrite and pyrrhotite), which justified limited exploitation activity in the past. It is worth recalling that it was just in the skarn bodies in the adjoinings of Torre di Rio that in 1802 were described for the first time some black, prismatic crystals, vertically striated and with submetallic luster, subsequently attributed to a new mineral species, called "ilvaite" after the Latin name ("Ilva") of Elba Island.

The Terranera - Capo Bianco mining area is somehow peculiar both on geological and mineralogical grounds; the main ore minerals are hematite and pyrite.

Going further south we finally reach the M.te Calamita peninsula, almost entirely constituted by the so called "Calamita Gneisses", actually medium grade quartzo-phyllitic rocks of uncertain (Lower Paleozoic? Precambrian?) age, cut through by swarms of aplitic to granitic dikes and overlaid by calcareous and dolomitic marbles. The famous iron deposits of M.te Calamita (Punta Calamita - Poggio Polveraio, Ginevro, Sassi Neri) are located at the southern margin of the peninsula (fig. 1). At Punta Calamita huge skarn bodies occur at the contact Gneiss/marbles: their mineralogy mainly includes ilvaite, hedenbergite, amorphous silica, goethite, epidote and andraditic garnet. Beautiful "cockard textures" between hedenbergite and ilvaite can be seen on the skarn outcrops at Punta Calamita. Ore minerals are mainly constituted by magnetite (and kenomagnetite) pseudomorphs after earlier hematite, a very peculiar feature with respect to common iron skarns, where magnetite is the primary iron oxide. Beautiful associations of copper minerals (malachite, azurite, native copper, cuprite, paratacamite, etc.) have been collected in the past at Grotta Rame (Copper Cave) and Grotta dell'Ebreo (Hebrew's Cave); in addition, rare minerals like bonattite ($\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) and minguzzite ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) have been discovered and first described just at Calamita. The Ginevro and Sassi Neri deposits show very peculiar mineral associations. At Ginevro, for instance, skarn mineralization is dominated by the presence of a rare mineral like ferropargasite ($\text{NaCa}_2(\text{Fe,Mg})_4 \text{Al}(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) associated with grossularia-almandine garnet and only minor amounts of hedenbergite, ilvaite and epidote. The main ore mineral is magnetite.

As more extensively discussed elsewhere (cf. TANELLI & LATTANZI, 1986; LATTANZI *et alii*, 1994), no completely satisfactory genetic model has been so far developed for iron deposits of eastern Elba Island. Two basic genetic models have been proposed: a) "plutonic" epigenetic associated with the Tertiary magmatic-hydrothermal processes; b) syngenetic/hydrothermal-metamorphic (sedimentary proto-ores overprinted by Tertiary magmatic-hydrothermal processes). The general lack of detailed and updated studies on the various iron ores, as well as the still poor knowledge of the geologic framework do not allow to draw definite conclusions, even if genetic model b) above seems to better explain the geological setting and the mineralogical, textural and compositional features of some deposits, like Rio Marina - Valle Giove (DECHAMPS *et alii*, 1983), P.ta Calamita - Poggio Polveraio (cf. TORRINI, 1990) and Sassi Neri (DEL TREDICI, 1990).

3. – THE MINING AND MINERALOGICAL PARK

This necessarily brief review of Elba Island's minerals and mines, especially focussed on eastern part and related iron deposits, had the purpose to show how intimate and deep is the linkage between the geologic environment and the history, the traditions, in a word, the culture of inhabitants.

The ongoing creation of a Mining and mineralogical Park seems to the Authors a privileged way to integrate all these "geologic" and "human" aspects, with the aims to:

- restore, protect and conserve both the natural environment, meant to include the mineralogical geotopes as well, and the great heritage of traditions and history linked to the almost trimillennaire mining and metallurgical activities;
- make available such a heritage to both scientists and the public, by supplying suitable facilities (selected mineralogical itineraries, didactical material, analytical equipments for "in situ" research, etc.);
- through the actions above, make clear the meaning and relevance of a geologic culture;
- create new job opportunities not only for local people, but for a wider categories of scientific operators, including, for instance, "environmental geologists".

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank ISABELLA MASCARO for her assistance with drawing illustrations.

BIBLIOGRAPHY

- CIPRIANI C. & TANELLI G. (1983) - *Le risorse minerarie della Toscana: note storiche ed economiche*. Acc. Tosc. Sc. Lett. "La Colombaria", 48: 241-283, Firenze.
- CORRETTI A. (1988) - *Indagini preliminari sull'attività di riduzione del ferro in età romana all'Isola d'Elba*. GeoArcheologia, 1: 7-39, 5 figg., Milano.
- CRAIG J.R., VAUGHAN D.J. & SKINNER B.J. (1996) - *Resources of the Earth. Origin, use and environmental impact*. pp. 472, Prentice Hall, New Jersey.
- DECHAMPS Y., DAGALLIER G., MACAUDIÈRE J., MARIGNAC C., MOINE B. & SAUPÉ F. (1983) - *Le gisement de pyrite-bématite de Valle Giove (Rio Marina, Ile d'Elbe, Italie)*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., 63: 149-165, 11 figg., 2 tavv., Zürich.
- DEL TREDICI F. (1990) - *Studio del giacimento a skarn di Sassi Neri (Isola d'Elba)*. Tesi di Laurea, 200 pp., Università di Firenze.
- DURANTI S., PALMIERI R., PERTUSATI P.C. & RICCI C.A. (1992) - *Geological evolution and metamorphic petrology of the basal sequences of eastern Elba (Complex II)*. Acta Vulcanol., Marinelli Volume, 2: 213-229, 15 figg., 1 tav., Pisa.
- LATTANZI P., BENVENUTI M., COSTAGLIOLA P. & TANELLI G. (1994) - *An overview on recent research on the metallogeny of Tuscany, with special reference to the Apuane Alps*. Mem. Soc. Geol. It., 48 (1992): 613-625, 6 figg., 2 tavv., Roma.
- PANDELI E. & PUXEDDU M. (1990) - *Paleozoic age for the Tuscan upper metamorphic sequences of Elba and its implications for the geology of the northern Apennines*. Eclogae Geol. Helvet., 83: 123-142, Basel.
- PANDELI E., BORTOLOTTI V. & PRINCIPI G. (1995) - *La successione toscana epimetamorfica di Capo Castello (Cavo, Isola d'Elba nord-orientale)*. Atti Tic. Sc. Terra, 38: 171-191, 7 figg., 1 tav., Como.
- PERTUSATI P.C., RAGGI G., RICCI C.A., DURANTI S. & PALMIERI R. (1993) - *Evoluzione post-collisionale dell'Elba centro-orientale*. Mem. Soc. Geol. It., 49 (1992): 297-312, 9 figg., 1 tav., Roma.
- PIACENTI S. (1996) - *Sensibilità geologica e consenso sociale*. Abstr. II Congr. Progeo, 20-22 maggio 1996, Roma.
- PRATURILON A. (1996) - *Problems of the conservation of geotopes in Italy*. Abstr. II Congr. Progeo, 20-22 maggio 1996, Roma.
- TANELLI G. (1977) - *I giacimenti a skarn della Toscana*. Rend. Soc. It. Miner. Petr., 33 (2): 875-903, 8 figg., 1 tav., Roma.
- TANELLI G. (1983) - *Mineralizzazioni metallifere e minerogenesi in Toscana*. Mem. Soc. Geol. It., 25: 91-109, Roma.
- TANELLI G. (1995a) - *Il Parco dei minerali dell'Isola d'Elba*. Atti Conv. Intern. "Parchi culturali in Toscana, Portoferraio, Isola d'Elba, 3-4 marzo 1995, in stampa.
- TANELLI G. (1995b) - *Carta geo-mineralogica dell'Isola d'Elba. Scala 1:50 000*. S.E.L.C.A., Firenze.
- TANELLI G. & LATTANZI P. (1986) - *Metallogeny and mineral exploration in Tuscany: state of the art*. Mem. Soc. Geol. It., 31: 299-304, 1 tav., Roma.
- TORRINI G. (1990) - *Studio del giacimento a skarn e magnetite di Capo Calamita, Isola d'Elba (cantieri settentrionali)*. Tesi di Laurea: 163 pp., Università di Firenze.
- TREVISAN L. (1950) - *L'Elba orientale e la sua tettonica di scivolamento per gravità*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, 16: 5-39, Padova.

The geological education within primary and secondary schools. The cultural diffusion as instrument of geological and environmental protection

L'educazione geologica nella scuola elementare e media.

La diffusione culturale come strumento di protezione ambientale e geologica

BAGNI A. (**), COLACICCO P. (**), DONATIELLO F. (**), GRAUSO S. (***), FULLI C. (**),
MARGADONNA V. (*), MARTINO N. (*), MORINI S. (*), PETRACCA F. (*), PIERINI L. (*), PIEZZI D. (*),
SALERNO B. (*), SOCCI E. (*), STEFANI L. (*), SULLY A. (**), VANADIA B. (*) & ZARLENGA F. (***).

ABSTRACT – This paper describes an educational experiment carried out by ENEA-Municipality of Rome, the A. Manzoni primary school and G. Pascoli secondary school, aimed at developing an approach to the environment within educational continuity. The specific subject was the geological landscape of the Campagna Romana and its evolution through time. The applied methodology consisted in several phases: on the field work, undertaking of practical tasks, rousing of dynamic qualities (through researches, exchanging of roles, etc.) organization, motivated learning/motives of learning. The activities carried out aimed at achieving the following results: learning the meaning of territory and its changes through time, learning the meaning of environmental heritage and safeguarding it as an asset for the entire community and through interactive learning strengthen the feeling of belonging to the group. The students had different approaches according to school levels; those from secondary school developed the cognitive and scientific aspects, whereas those from primary school developed the fantastic aspects.

KEY WORDS: Geologic education, Primary and Secondary school.

RIASSUNTO – Nel presente lavoro viene descritta una sperimentazione condotta in collaborazione fra ENEA,

Amministrazione Comunale di Roma, Scuola elementare «A. Manzoni» e Scuola media «G. Pascoli» di Roma, al fine di utilizzare la diffusione culturale come strumento di protezione ambientale, più specificatamente geologica, nei processi di continuità scolastica. L'argomento specifico è stato il paesaggio geologico della Campagna Romana e la sua evoluzione nel tempo. La trattazione è stata sviluppata perseguendo una metodologia articolata nelle seguenti fasi: lavoro di campo, assunzione di compiti di realtà, attivazione di qualità dinamiche (ricerca, ribaltamento dei ruoli), organizzazione, conoscenza motivata/motivazione della conoscenza. Queste attività sono state condotte con l'obiettivo di raggiungere i seguenti risultati: acquisizione del concetto di conoscenza del territorio e dei suoi cambiamenti nel corso del tempo, acquisizione del concetto di patrimonio ambientale e della sua protezione, come bene comune e quindi godibile da ciascuno, ed infine promozione del senso di appartenenza al gruppo in una dinamica di conoscenza ed interazione. Il risultato finale è consistito in una differenziazione tra i diversi stili di approccio: gli studenti della scuola media hanno infatti sviluppato gli aspetti cognitivi e scientifici del tema, mentre gli alunni della scuola elementare hanno sviluppato gli aspetti immaginari e fantastici.

PAROLE CHIAVE: Educazione geologica, Scuola media ed Elementare.

(*) Public Elementary School "A. Manzoni" - Via Lusitania, 18 - Roma (Italy)

(**) Public Secondary School "G. Pascoli" - Via Illiria, 1 - Roma (Italy)

(***) ENEA/CR Casaccia - Department of Environment - Via Anguillarese, 301 - 00060 Roma (Italy)

1. – INTRODUCTION

This paper deals with an educational experiment carried out by ENEA, Municipality of Rome, primary school "A. Manzoni" and the secondary school "G. Pascoli" of Rome (Italy).

The project is aimed at providing some basic knowledge on the environment within educational continuity.

Therefore the students involved were from the fifth grade of primary school (V elementare) and the first grade of secondary school (I media) (Joint Project of Environmental Education "Ragazzi 2000-Dispersione Scolastica") since in Italy many students drop out of school before the age of fourteen.

The knowledge people has of the environment usually refers to the present, since the majority of them lack any geological knowledge. They ignore that the natural surroundings are the result of geological, morphological and climatic processes which lasted millions of years.

This basic knowledge is essential to the comprehension of the amount of time involved in the creation of the unique features of the natural surroundings, as well as the priceless value of the Planet Earth.

2. – METHODOLOGY AND AIMS

The final scope of the project was to:

- learn the meaning of territory and its changes through time;
- learn the meaning of environmental heritage and its safeguarding as an asset to the entire community;
- create the feeling of belonging to the group through interactive learning patterns;
- highlight both the experiences and the attitudes of each student as well as of the group;
- stimulate a fantastic and imaginative approach.

Some general aims were achieved thanks to the analytical structure of the project, such as:

- a multidisciplinary approach: the subjects of study were approached from different specific points of view (RIGHETTO, 1993), so as to provide the students with an interdisciplinary learning pattern.
- Learning the scientific methodology: since geology is not based on mathematically verifiable processes, a scientific methodology is necessary to enable geologists to recognize and describe in the most similar way the same phenomena worldwide. Particularly for the mountains, whose creation none of us could

have witnessed because of the amount of time involved, the need to find close analogies between cause and effect, that is to say a scientific methodology, is clear.

– Experimentation as an instruments to discover the landscape: the environment presents continuity and transformation processes (SEMERARO, 1992); the former being recurrent give the possibility to interpret the environment; the latter show that recurrency is not necessarily repetitive, but ruled by the Universal laws. Hence, the educational aim is to provide the students with a dynamical view of culture, that may increase the capacity to cope with the unknown and the unforeseeable.

– Learning to differentiate the environments: very often the environmental differences between mountain and hill, city and country, marsh and lagoon, are not considered from the proper scientific point of view. Therefore, on the field analysis of the different environments in the Roman area have been suggested. The differences between them and the complexity deriving from the sequentiality and the overlapping of several different environments through geological time have been pointed out. This was an attempt to increase the awareness of such "geodiversity" in order to better safeguard it.

The choosen subject was the geological landscape of the Campagna Romana and its evolution during the last two million years. The lessons concerned the following subjects:

- introduction to the definition of dynamic landscape in relation to endogenous and exogenous processes;
- description of the geologic landscape of the Campagna Romana and its evolution in the last two millions years. The main phases of the evolution of the Campagna Romana have long been known (CONATO *et alii*, 1980; De Rita *et alii*, 1988; DE RITA *et alii*, 1993; DE RITA *et alii*, 1993a; FACCENNA *et alii*, 1995; MALATESTA & ZARLENGA, 1986; MARRA & ROSA, 1995; MILLI & ZARLENGA, 1991). They can be defined as an overall withdrawing of sea-water up to its present position, by a progressive but not continuous uplifting of the continental platform. The overlapping of glacial phenomena have determined raises and falls of the sea level of about 120 m, dated with certainty 0,6 my, as well as the volcanic activity, which began in the Roman area between 0,5 and 0,6 my.

The project activities were carried out sequentially, each one with a different objective, so providing a dynamical interaction between the different subjects, as recommended by SEMERARO (1993) and SIMEONE (1993).

PHASE I – Proposed subject and its description

After having defined the subject, the “scientists” and the teachers outlined it with the support of audio-visual materials, suggesting the students and the teachers to work on an in-depth paper on the subject.

PHASE II – On the field work

The present morphological features of the landscape and those indicating ancient landscapes (such as fossiliferous deposits, outcrops of volcanic and sedimentary rocks, etc.) have been pointed out and described, to help the students, through the “undertaking of practical tasks”, understanding the analytical relations between “causes and effects”. In order to identify the most significant present and ancient features of the landscape, an excursion to the most interesting and accessible key sites was also organized, about a month from the beginning of the study.

PHASE III - Students’ activities on the subject

In this phase the students carried out activities (such as researches, exchanging of roles, etc.) improving their capacity to cope with the unknown aspects of things and increasing their organizing abilities.

3. – CONCLUSIONS

The didactical project has been carried out as planned. The involvement and the interest of both students and teachers has allowed to reach valuable results from an educational point of view.

The students had different approaches according to school levels: those from secondary school developed the cognitive and scientific aspects, whereas those from primary school pupils developed the fantastic aspects

A great amount of material, such as papers, drawings and diagrams, maps, plastic models and posters (fig. 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7), were produced by the students, and shown in a school exhibit called “Dalla Fantasia alla Geologia” (From Fantasy to Geology) which was organized at the end of the school year in the “A. Manzoni Elementary school”. Furthermore, an informative students’ journal will be published by “The Municipality of Roma Assessorship for the Environment”. This journal, to be distributed in other Rome schools, would represent a valuable instrument in the promotion of environmental knowledge.



Fig. 1. – Rappresentazione da parte degli scolari delle tre fasi del Vulcanismo Albano.

– Fantastic picture of pupils showing the three phases of the Alban Volcanism. (Bubbles: High: “How difficult our life is!”; Low: “Second phase- It’s so hot!”).

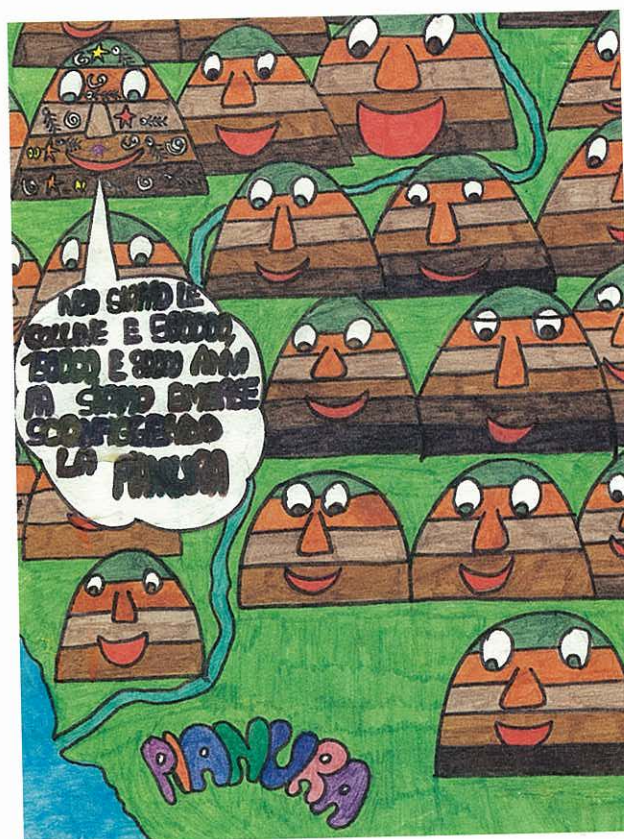


Fig. 2. – Il disegno evidenzia il livello di comprensione da parte degli scolari delle fenomenologie che hanno condotto alla formazione del paesaggio collinare e come esso contenga informazioni riguardanti la geologia.

– The picture highlights the level of understanding of the pupils of the phenomena that produced the present landscape with hills and plains. Finally the geological information about ancient landscapes, inside the hills. (Bubbles: “We are the hills that 50.000, 150.000 and 800.000 years ago were uplifted, defeating the plain”).



Fig. 3.-4. – Il disegno mette in risalto la comprensione dei fenomeni glaciali nella loro globalità. Nel disegno 3 infatti è rappresentata la fissazione delle acque nei ghiacciai alpini, mentre nella 4 sono illustrati sia l'abbassamento del livello marino, sia la presenza di faune fredde nel Mar Mediterraneo durante i glaciali.

– The picture highlights the understanding of the global glacial phenomena. In fact in picture 3 the increase of the Alpine glaciers is shown. In picture 4 the low stand of the sea level and the presence of Northern fauna in the Mediterranean sea, during glacial phases, is shown. (Bubble Fig. 3: "Marine water is evaporated and is fixed in the glaciers, so we have a low sea level stand up to - 120 m". Bubbles fig. 4: Rivers: "Our deposits together with aeolians have created the Old Red Dune"; shell: "I am the Artica islandica and I arrived here from the North with other friends"; Tirrhenian sea: "Brrr, brrrr, it is very cold!, 20.000 years ago a glacial phase produced a low stand of sea level of 120 m").



Fig. 5.-6. – Il disegno evidenzia il grado di comprensione dei fenomeni interglaciali. Nella fig. 5 sono infatti illustrati i fenomeni che accompagnano una deglaciazione, mentre nella 6 la risalita del livello marino e la presenza di Faune Senegalesi nel Mar Mediterraneo durante il Tirreniano.

– The picture highlights the pupils understanding of the interglacial phenomena. In fact in fig. 5 the melting Alpine glaciers are shown, while in fig. 6 the raising of the sea level and the presence of the Senegalese Fauna in the Mediterranean Sea, during the Tyrrhenian, are shown. (Bubbles fig. 5: "10.000 years ago the last deglaciation started and continues today. The sea level arised to the present altitude"; glaciers: "what a pity! we are melting". Bubbles fig. 6: "Tirrhenian sea: it's so hot! 125.000 years ago, during an interglacial phase my waters became very hot"; black shell: "I am a Senegalese mollusc and I arrived from Morocco with many friends to this hot water").



Fig. 7. – Rappresentazione fantastica dei ricercatori che hanno curato la sperimentazione.

– Fantastic representation of the researchers who carried out the experiment (Bubble: "The geologists have found the fossil Arctic islandica; this species lives today in the Northern seas").

REFERENCES

- CONATO V., ESU D., MALATESTA A. & ZARLENGA F. (1980) - *New data on Pleistocene of Rome*. Quaternaria, **22**: 131-176, 15 fig., Roma.
- DE RITA D., FUNICIELLO R., CORDA A., SPOSATO A. & ROSSI U. (1993) - *Volcanic Units*. In: De Filippo Ed.: "Sabatini Volcanic Complex". Prog. Finalizzato Geodinamica. Monografie Finali. Quad. de "La Ricerca Scientifica", **114**: 109 pag., Roma.
- DE RITA D., FUNICIELLO R. & PAROTTO M. (1988) - *Carta Geologica del Complesso Vulcanico dei Colli Albani (Vulcano Laziale)*. CNR - P.F. Geodinamica, Gruppo Naz. per la Vulcanologia, Roma.
- DE RITA D., MILLI S., ROSA C., ZARLENGA F. & CAVINATO G.P. (1993a) - *Catastrophic eruptions and glacio-eustatic episodes in Latium*. Intern.Confer.: "Large explosive eruptions". Acc.Naz. Lincei 25/5/93, Rome.
- FACCENNA C., FUNICIELLO R. & MARRA F. (1995) - *Inquadramento geologico strutturale dell'area romana*. In: "La Geologia di Roma. Il Centro Storico". Mem. descrittive della C.G. d'It., **50**: 31-47, Roma.
- MALATESTA A. & ZARLENGA F. (1986) - *Cicli trasgressivi medio pleistocenici sulle coste liguri e tirreniche*. Geol.Rom., **25**: 1-8, Roma.
- MALATESTA A. & ZARLENGA F. (1988) - *Evidence of middle Pleistocene marine transgression along the Mediterranean coast*. Paleogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., **68**: 311-315, Amsterdam.
- MARRA F. & ROSA C. (1995) - *Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana*. In: "La Geologia di Roma. Il Centro Storico". Mem. descrittive della C.G. d'It., **50**: 49-118, Roma.
- MILLI S. & ZARLENGA F. (1991) - *Analisi di facies dei depositi tirreniani (Duna Rossa) affioranti nell'area di Castel Porziano (Roma). Una revisione ambientale*. Il Quaternario, **4** (1b): 233-248, Roma.
- RIGHETTO D. (1995) - *Il paesaggio: sistema comunicativo e campo di cooperazione disciplinare*. In: "L'ambiente come specchio dell'uomo: tra educazione e progetto". 125-136. CFSA- ENEA, Roma.
- SEMERARO R. (1992) - *Educazione ambientale, ecologia, istruzione*. 154 pag., Franco Angeli Ed., Milano.
- SEMERARO R. (1993) - *Programmazione interdisciplinare del curriculum*. In: Semeraro R., Goffredo D. & Przewormy B.: "L'educazione ambientale della scuola del futuro", 119-133. CFSA-ENEA, Roma.
- SIMEONE D. (1993) - *Fasi sequenziali di sperimentazione didattica*. In: Semeraro R., Goffredo D. & Przewormy B.: "L'educazione ambientale della scuola del futuro", 133-148. CFSA-ENEA, Roma.

The state of some pleistocene geosites located near a spreading big city. The case of the Rome area (Italy)

Lo stato di alcune località pleistoceniche localizzate nei pressi di una grande area urbana in espansione. Il caso di Roma (Italia)

CALOI L. (*), PALOMBO M. R. (*), SARDELLA R. (*) & ZARLENGA F. (**)

ABSTRACT – The Pleistocene continental deposits, outcropping in the present urbanized area of Rome, are localized along the Tevere and Aniene valleys and in the coastal area. They were known from the last century because of rich vertebrate and mollusc fauna, as well as human remains and Palaeolithic artifacts. Some of these localities have been of paramount importance to increase knowledge on the evolution of the Rome area during the Quaternary. Researches over the last 30 years, have revealed new fossiliferous deposits and resulted in new interpretations on the geology and biochronology of the faunal associations of the area. Unfortunately in many cases some of these deposits have been destroyed by increased urbanization or it is currently impossible to reach and to study some protected but unmanaged localities.

KEY WORD: - Geosites, Pleistocene, Fossil assemblages.

RIASSUNTO – Depositi pleistocenici di ambiente continentale affiorano nell'attuale area urbana e periurbana di Roma, lungo le Valli del Tevere e dell'Aniene e lungo la costa. Essi sono conosciuti fin dal secolo scorso per la presenza di ricche faune di vertebrati e di molluschi e per la presenza di resti umani e di industrie preistoriche. Alcune di queste località sono di importanza fondamentale per lo sviluppo delle conoscenze sull'evoluzione geologica dell'area romana e più in generale del Quaternario. Le ricerche degli ultimi trent'anni hanno consentito di scoprire nuovi depositi fossiliferi e di dare nuove interpretazioni sia alla geologia dell'area, sia alla biocronologia delle associazioni faunistiche. Sfortunatamente, alcuni deposti-

ti sono stati distrutti dall'espansione urbana, mentre altri non sono più visibili perché protetti e non gestiti e pertanto irraggiungibili.

PAROLE CHIAVE: – Siti geologici, Pleistocene, Associazioni fossili.

1. – INTRODUCTION

The Roman area presents three types of geosites: lost sites, protected sites (either managed or unmanaged) and lastly unprotected sites. Here we shall only discuss about the lost and the protected, but unmanaged, sites. The former indicate the high risk of geosites destruction in high urbanized areas. The latter indicate that site protection may hinder research, resulting temporary loss of information.

2. – “LOST” SITES

Among the most important destroyed sites, from a scientific and historical point of view: Redicicoli, Sedia del Diavolo, Monte delle Gioie, Saccopastore and San Cosimato must be mentioned.

(*) Dep. of Earth Science. University “La Sapienza” - P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma (Italy)

(**) ENEA/CR-Casaccia AMB/Cat S.P. 105 - Via Anguillarese, 301 - 00060 Roma (Italy)



Fig. 1. – La sezione di Torre di pagliacceto presso Torre in Pietra (Roma).

– The Geosite at Torre di Pagliacceto, near Torre in Pietra (Roma).

Redicicoli geosite: in a gravel quarry in the fifties, under the field level, BLANC collected a rich mammal fauna. The faunal association, recently reviewed, seems to correspond to a time span referable to Jaramillo magnetic event (CALOI *et alii*, in press). Since the site is destroyed, it is impossible to analyze palaeomagnetism of a layer of clays underlying the fossiliferous gravels and verify the occurrence of the Cassia erosional phases (sensu AMBROSETTI *et alii*, 1972), correlatable to the “great glacial” (SHACKLETON & OPDYKE, 1976).

Monte delle Gioie and Sedia del Diavolo geosites: these two sites situated on the middle terrace of the lower Aniene River Valley are of great importance to the geological and stratigraphical setting of the area.

Monte delle Gioie was discovered in 1869 and was already destroyed in 1936 by urbanization. The Sedia del Diavolo area was a tuff quarry, today urbanized (CALOI *et alii*, 1980; SEGRE & SEGRE NALDINI, 1984; CALOI *et alii*, in press).

The fauna collected from these localities is particular for the great amount of primitive subspecies of *Dama dama* (DI STEFANO & PETRONIO, in press). The occurrence of the modern fallow deer is an important bioevent correlatable to the isotopic stage 7. The fossiliferous levels are likely younger than the erosional phases related to the isotopic stage 8.

Saccopastore geosite: the importance of this deposits lies in the discovery of two human skulls, showing neanderthalian features, respectively in 1929 and in 1936 (6 years later than the end of the works in the quarry). The skulls were found in a level of clays, out-

cropping in a quarry of gravels, on the lowest terrace of the Aniene river. The deposit was located approximately 2,5 km from Porta Pia, in an area between Rome and Città Giardino, and that today, despite the urban settings, is a very densely built area near the Nomentana street. Fossiliferous levels with mammal bones and leaves have been recognized overlaying and underlying the levels with the skulls. Considerations on the stratigraphical and the palaeontological available data on the deposits allow to refer the faunal associations to two different climatic periods of the isotopic stages 5. The analysis of the new data about the fauna and biochronology underlines still open questions on the correlation among “glacial period” after BLANC, erosional phases (sensu AMBROSETTI *et alii*, 1972) and the cold climatic oscillation in the examined area. In this area strong interactions among tectonic and volcanic activity, erosion and oscillation of the sea level have to be considered.

San Cosimato geosite: in this site Conato *et al.* (1980) founded “San Cosimato Formation” related to the isotopic stage 11 and containing a vertebrate fauna in the lower layers and a marine fauna in the upper layers.

The marine fauna in to valleys deposits increased its importance in Latium Pleistocene. Two years after the end of the research the type section even if far from the city was covered and then destroyed by new urbanization.

3. – PROTECTED SITES

Among these we take into account three sites: Torre in Pietra (Torre di Pagliacceto), Quartaccio (Viminia) and Rebibbia- Casal De' Pazzi (Roma).

Torre in Pietra (Torre di Pagliacceto) geosite (fig. 1): the geological section of Torre di Pagliacceto was first discovered and studied by BLANC (1955) and later analyzed by a team of researchers co-ordinated by MALATESTA (1978) and by BIDDITTU *et alii* (1984). Lithic tools and vertebrate bones and leaves (CALOI & PALOMBO, 1978), referable to two different stages of the Middle Pleistocene, occur in two main levels (m and d). This deposit has a great biochronological and palaeoanthropological importance too (CALOI & PALOMBO, 1988).

In 1996 the Soprintendenza Archeologica of Rome started the works of the site maintenance; this site could have an educational value in the future.

Quartaccio (Vitinia) geosite: this locality is one of the most complete geological sequence in the Campagna Romana (CONATO *et alii*, 1980). Four sedimentary cycles referable to Middle and early Late Pleistocene can be recognized: Ponte Galeria Formation, S. Cosimato F., Aurelia F. and Vitinia F., which are interbedded pyroclastic flows from Alban Volcanic district.

The site of Vitinia was the first to be protected by Roman Archaeological Superintendence for its own geological significance (FABBRI & ZARLENGA, 1996).

From Vitinia Formation a rich fauna (mammals and continental molluscs) and lithic tools referred to the isotopic stage 7, have been discovered and studied (CALOI *et alii*, 1983). In spite of its great value this site was not adequately managed. This resulted, a few years from its discovery, in the impossibility set the stratigraphical boundaries among the different sedimentary cycles (especially for the upper part of the sequence).

Rebibbia-Casal de' Pazzi geosite: it is an example of protected site which will be included in a project for the organization of a local museum. This locality, placed on the middle terrace on the left side of the Aniene river Valley, was discovered in 1981 by researchers of Roman Archaeological Superintendence. The stratigraphical setting seems to be similar to the Sedia del Diavolo one. Mammal bones and lithic tools come from the gravels and sands level overlaying lime and the pyroclastic deposit.

Being a part of a museum will allow the preservation of this important geosite in a very urbanized area of Rome, will be a great educational opportunity and will give the possibility for further studies.

4. - CONCLUSIONS

Increased knowledge on Quaternary geology and on palaeontology, makes multidisciplinary analysis fossiliferous deposits and geological sections possible. The state of the art of the protection and conservation of unprotected sites in the Roman area, such as the main Middle Pleistocene fossiliferous deposits and geological sites outcropping along the Tyrrhenian coast (the area of Ponte Galeria quarries and along the Aurelia road), indicate that it is necessary to protect more sites or they will be destroyed in a few years because the expansion of the city in the future, as it happened in the past.

Educational projects on the previously protected geosites (open air museum, co-operation with universities, research centres, associations and schools), instruments to increase the awareness among institutions and citizens on the evolution and the natural history of the territory, may be useful.

Therefore if it is necessary to protect sites from destruction in a high risk environment, such as the urban system, management on the protect sites is urgent. This would enable the scientific community to new researches and the people access to an unknown element of the Italian geological heritage.

BIBLIOGRAPHY

- AMBROSETTI P., AZZAROLI A., BONADONNA F. P. & FOLLIERI M. (1972) - *A scheme of Pleistocene chronology for the Tyrrhenian side of central Italy*. Boll. Soc. Geol. It., 91: 169-184, Roma.
- BIDDITTO I., SEGRE A. G. & PIPERNO M. (1984) - *Torre in Pietra*. In A. A. V. V. I primi abitanti d'Europa, Catalogo della Mostra, Roma Marzo-Luglio 1984: 168-173, Roma.
- BLANC A.C. (1955) - *Ricerche sul Quaternario Laziale. 3°. Avifauna artica, crioturbazioni e testimonianze di soliflussi nel Pleistocene medio-superiore di Roma e di Torre in Pietra. Il periodo glaciale Nomentano, nel quadro della serie di glaciazioni riconosciute nel Lazio*. Quaternaria, 2: 187-200, Roma.
- BLANC A.C. (1955a) - *Ricerche sul Quaternario Laziale. 2°. Una torba glaciale, avifauna artica e malacofauna montana nel Pleistocene medio-inferiore dell'Agro Cerite e di Roma. Il periodo glaciale Flaminio*. Quaternaria, 2: 159-186.
- CALOI L., CUGGIANI M.C., PALMARELLI A. & PALOMBO M.R. (1983) - *La fauna a Vertebrati del Pleistocene medio e superiore di Vitinia (Roma)*. Boll. Serv. Geol. It., 102 (1981): 41-76, Roma.
- CALOI L. & PALOMBO M.R. (1978) - *Anfibi, rettili e mammiferi di Torre del Pagliaccetto (Torre in Pietra, Roma)*. Quaternaria, 20: 315-428, Roma.
- CALOI L. & PALOMBO M.R. (1988) - *Le mammalofaune plio-pleistoceniche dell'area laziale: problemi biostratigrafici ed implicazioni paleoclimatiche*. Mem. Soc. Geol. It., 35 (1986), 99-126, Roma.
- CALOI L., PALOMBO M.R. & PETRONIO C. (1980) - *La fauna quaternaria di Sedia del Diavolo (Roma)*. Quaternaria, 22, 177-209, Roma.

- CALOI L., PALOMBO M.R. & ZARLENGA F. (in press) - *Late Middle Pleistocene mammal faunas of Latium: stratigraphy and environment*. Symp. Quaternary stratigraphy in volcanic areas, Rome, september 20-22, 1993.
- CONATO V., ESU D., MALATESTA A. & ZARLENGA F. (1980) - *New data on the Pleistocene of Rome*. Quaternaria, 22: 131-176, Roma.
- DI STEFANO G. & PETRONIO C. (in press) - *Origin and evolution of European fallow deer*. Neues Jarb.
- FABBRI M. & ZARLENGA F. (1996) - I beni culturali geologici. Verde Ambiente, 1 (1996): 46-48, 4 fig., Roma.
- MALATESTA A. Ed. (1978) - *La serie di Torre del Pagliaccetto ed il bacino di Torre in Pietra*. Quaternaria, 20: 237-557, Roma.
- SEGRE A.G. & SEGRE NALDINI E. (1984) - *Monte delle Gioie-Lazio*. In A.A.VV. I primi abitanti d'Europa, Catalogo della Mostra, Roma marzo-luglio 1984: 200-202.
- SHAKLETON N. J., & OPDYKE N. D. (1976) *Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific core V 28-239 Late Pliocene to Latest Pleistocene*. In CLINE R. M. & HEYS J. D. (Eds.) Investigations on Late Quaternary Paleo-oceanography and Paleoclimatology. Geol. Amer. Mem., 145: 449-464.

Geoconservation and environmental education

Geoconservazione ed educazione ambientale

HLAD B. (*)

ABSTRACT - Public ignorance of geology as a science of investigating structure and processes of deciphering the Earth's history from its rock record and of applying that knowledge is not to be underestimated. This is the consequence of two-way communication gap between geology and society. If the public awareness of geology is low, so too is the level of concern amongst geologists for the social context in which their science is done (WOODCOCK, 1995). One of the most powerful instrument to overcome such a situation is environmental education on different levels which should include much more of geoconservation topics.

KEY WORDS: Environmental education, geoconservation.

RIASSUNTO - Tale lavoro evidenzia l'ignoranza del pubblico nei riguardi della geologia, intesa come scienza che investiga la struttura della Terra, e cerca di ricomporre la storia evolutiva. Questa è la conseguenza di una interruzione nella comunicazione bi-direzionale tra la geologia e la società. Se la consapevolezza del pubblico verso la geologia è scarsa, così è pure il livello di interesse dei geologi verso il contesto sociale nel quale la loro scienza è divulgata (WOODCOCK, 1995). Uno dei più potenti strumenti per superare questa situazione è l'educazione ambientale ai vari livelli che dovrebbe trattare sia temi generali, sia gli argomenti specifici della geoconservazione.

PAROLE CHIAVE: Educazione ambientale, geoconservazione.

1. - INTRODUCTION

Rio 92 was an important world event. It focused public attention all over the world on the crucial issues we have to face with as a world community. From it emerged some marvelous ideas and concepts like

Sustainable development or Biodiversity. But in all documents there is missing something. Whatever happened to Geodiversity, the conservation of our geological and geomorphological heritage?

The general public perception of geology is as an academic and usually boring subject. This is far from the reality, of course. Geology is one of the most exciting and dynamic sciences of great relevance to our daily life. Not only because of the dramatic geological events such as volcanoes and earthquakes but also because of the rocks, minerals, fossils and other geological features beneath and around us. They all are not just ignored too often but even worse. They are also often abused. We need to extract many rocks and minerals from quarries to enable us to build houses and roads, to make tins of trade in gold... But do we have to create such monstrous quarries and mines, so many roads etc. everywhere without thinking of the environmental consequences. Why don't we take more care of our precious landscapes? Geology is a discipline which has much to contribute to the research into the consequences of human impact on nature. As well as is ensuring understanding of range of the features and how natural features and processes are interlinked and how they influence social processes and how social processes impact on nature.

Agenda 21 is a document which gives an important role to environmental education. There needs to be an opportunity for geology and geoconservation to assume a bigger role in the frame of environmental education.

(*) Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava RS za varstvo narave (Ministry for environment and physical planning - Nature conservation administration of Republic of Slovenia), Vojkova 1b - 1000 Ljubljana, Slovenija

2. – AIMS AND PURPOSES OF GEOCONSERVATION

The aim of geoconservation is to conserve the natural and cultural elements of our geological heritage including:

1. the historical records of nature and human history;
2. unrenewable natural resources;
3. the collections of minerals, fossils, rocks and bores;
4. geotopes - geological/geomorphological features as well as geological/geomorphological processes are also the crucial abiotic basis of the biotopes and landscapes.

In Slovenia a geological site may be protected for monumental, reserve, biotopic, scientific, educational and recreational purposes. To achieve the aims and purposes more efficiently there needs to be more cooperation and communication between nature conservation profession, scientists, the other professions, administration and societies.

To improve the geological/geomorphological heritage situation there is need to:

- gather relevant information from the range of the scientific results for the conservation and planning purposes and researches;
- use scientific information in the decision making process and formulate recommendations for action;
- publish scientific results both in professional and popular publications;
- promote interpretation and education programmes.

3. – COMMUNICATION ISSUES IN GEOCONSERVATION

3.1. – PROFESSIONAL GEOCONSERVATION SERVICE

In Slovenia the only professional geoconservation service that exists is within the central government administration for nature conservation and in a few regional institutes for natural and cultural heritage. Such a small state organization cannot hope to cope with all the various professional, administrative and educational nature conservation issues. To overcome such a situation there needs to be stronger support also from the scientific world as it is now. But there is a lack of scientific interest in nature conservation, especially in geoconservation. This is one of the reasons why there is very little scientific and academic logic in the present process of assessing the requirements of nature conservation, including geoconservation. Nature conservation study, especially in geoconservation is only a recent development in universities and hardly exists at all as an interdisciplinary study.

Occasionally it is to be found within other subjects (i.e. geography, landscape architecture) but only because of the interest of a few individuals.

3.2. – PUBLIC AND GEOCONSERVATION

Although the general public supports nature conservation (including geological heritage) in principle, there still exists a general disinterest in conservation issues as well as a distrust of nature conservation policies. And not quite without reason. The major drawback of the current Slovenian nature conservation legislation is that it is declaratory and that its definitions are not clear and precise enough. Little or no attention is paid to issues such as financing systems, compensation, incentives procedures and the enforcement of nature protection legislation. And the systematic approach to environmental education within the relevant ministries has not been developed yet.

Nature conservation problems increase all the time. There are insufficient people in the nature conservation service to deal with mounting issues ranging from planning and implementation to education. In addition there are the usual economic and social factors, which inhibit the development of geoconservation, which is often seen as negative and restrictive. The economic recession is also an usual problem for the nature conservation and environmental protection agencies who have to accept that they are seen as obstacles in the economic development and market forces. We have to face with the fact that nature conservation in general (including geoconservation) is often seen as a luxury that can only be afforded by "rich" countries. This fact is a big challenge also for the environmental education issues.

3.3. – TERMINOLOGY

Environmental issues often elicit the overdramatic use of negative terms like "threatening" or "destruction". This holds the public's interest for a short time, but constant repetition creates boredom and even diverts people from the real geoconservation as well as other nature conservation issues. Some terms become part of colloquial and everyday language but they often lose their real meaning and are misunderstood. A typical example is the term "ecology" which is often wrongly used by politicians, journalists and others to mean the environment or nature. They will speak of the "ecologisation of the society or economy" (ERZ, 1994). The public soon begin to undervalue geoconservation and other nature conservation issues, especially:

- if discussions are not based on sound and correct (general geological and other naturalistic) information;
- if the arguments are too generalized;

- if everything is reduced to argument or exaggeration;
- if scientific and professional language is not explained in simple terms.

3.4. – SCIENTIFIC COMMUNITY

A major communication problem exists because of the usual prejudices of the scientific community regarding the publication of popular articles and papers. These are supposed to “damage” one’s scientific reputation. The problem is exacerbated in such a small country as Slovenia where scientific publications in our native language do not reach the requirements for broader international arena. Consequently scientists increasingly publish in foreign languages. This is supported by the Ministry for Science and Technology as to the detriment of national publications (periodical, monographies, articles). The Slovenian public is missing out! There needs to be a balance. The results of scientific work should be published in the Slovenian language to promote public interest in the environment. The importance of general public should not to be underestimated. It will support sciences (including applied sciences like environmental science) only if people know and understand what is happening in their own environment. The local environment should not be regarded as less “eminent”, but as the most important! We should be aware that local people strongly identify with their local environment. They have an ownership of local nature and geology. They care for it. This can be a powerful factor in the cause of environmental understanding and protection. Like in other nature conservation matters there needs to be improved communication between geoconservationists and the decisionmakers, planners, civil servants, scientists and the broader public. Published scientific results, discoveries and ideas should be well prepared and clearly presented. The conservation issues should also be presented in a more positive way.

3.5. – NONGOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

Professional and environmental societies also have inadequate communication with target groups (politicians, user groups, planners, journalists, schools, others). They should dedicate much more work to evaluation and physical planning policy and environmental education mainly through:

- representation of clearly thought - through viewpoints regarding the conservation issues which should include support from professional advisers and partners;
- adoption of more proactive positions with sound reasoned arguments (not just passive positions and reactive responses);

- emphasis on the small successes instead of the usual negative diatribes;
- creation of better coordination among societies and associations.

3.6. – GEOCONSERVATION AND EDUCATION

Species and habitat protection are now relatively awarded due importance but geological and geomorphological phenomena are generally neglected. Geoconservation lies in the shadow of “living nature” conservation and landscape conservation. However biodiversity depends on geodiversity as well. When only “living things” are discussed, this critical aspect can easily be overlooked. In Slovenia as probably elsewhere the term geological or geomorphological heritage is not accorded enough importance. The responsibility for rectifying this situation belongs to educational institutions and organizations with an educational remit such as the educational bodies, institutes, schools, the media, scientists and the nature conservation bodies. Their aim should be to adopt the following approaches from:

- a rational standpoint - explain the importance of the geological heritage including an understanding of Earth sciences, ecosystems, natural cycles, benefits for humans (including mineral resources, water supply, adequacy of building sites);
- an emotional standpoints - visual and other empirical values of geological/geomorphological phenomena which give the special values to the landscape, the value of geo- and biodiversity for the human spirit, arts, sport;
- an ethical and moral standpoint - judgements have to be made based on values adopted.

These approaches are crucial if we believe that our emotional and rational attitudes to nature are formed very early in the childhood. If we are to promote geoconservation what is needed:

- the development of a positive attitude to geological and other kinds of natural heritage in the pre-school age (all small children love to play with water, pebbles, sand and mud);
- the introduction into the school curriculum of appropriate projects such as using school grounds to explore nature and cross curricular activities;
- the promotion of such issues in the education and training of teachers (at all levels from kindergarten, primary to secondary).

In Slovenia geological issues are inadequately presented in the primary and secondary school curriculum. A few hours may be dedicated to geology within other subjects like geography and biology, but do not reflect its importance in our daily life. For example

karst scenery and its limestone geology are famous throughout schools and universities and other countries. But in Slovenia our own children and our own public are mostly ill-informed about the importance of this precious landscape.

Also there are no specialized centres for educating adults in Slovenia such as the Academies für Naturschutz und Landschaftspflege in Germany or Field Study Centres in Great Britain. In order to reach all education levels we need to use all available technologies such as computer simulations, film documentaries and others. This way up to date and accurate information is clearly presented on the various earth systems so that issues can be explored and understood. To improve the perception of our geological heritage and its processes it is necessary to:

- show the significance of the continuing damaging processes on the whole natural structure and social environment. It is necessary to demonstrate the connection between geoconservation/geotopes and their crucial importance for human beings;
- to alert people about consequences of their own damaging economic and social activities. For example historical comparisons can be made using "before and after" photographs; or quarries can be seen as an eyesore or, if sited carefully as a place of natural value at the end of its working life.

4. – ENVIRONMENTAL EDUCATION EXAMPLE

A good case study to illustrate the need for environmental education in geodiversity would be the karst. Slovenia has more than 40% its land area as karst. It would be very interesting to develop an interdisciplinary presentation of the geological and geomorphological evolution of such an area including the following points: different karstic, rock, mineralogical, paleontological, hydrological details; the life evolution from pioneer plants and animals on the surface as well as the numerous underground endemites and other today endangered species; the development of the human civilization from cave dwelling up to the present day with all the social and economic contrasts. Such as:

- using the caves to illustrate kinds of home; the changing landscape from the early beginnings of agriculture with deforestation to produce "completely naked" karstic areas which were later reforested;
- using trees for venetian navy;
- using and selling the ice from caves;

- the damaging use of stalactites and stalagmites for selling as souvenirs and for decorating buildings, chapels and monuments;
- unawareness of the increasing physical pollution on the karst surface and in the caves the chemical pollution of the water on the surface and in the caves which affects the drinking supplies;
- the development of caving as a sport with all its negative impacts.

Combining computer simulations and videos is needed to reinforce knowledge. Too often real life incidents are forgotten. If action is needed then information is required quickly. Personal perceptions about the changing environment then become clearer and more purposeful. This is critical if geoconservation issues are to be understood and good environmental decisions made. There is an underestimation of the threat to geodiversity which underpin much of our present economic and social way of life.

5. – CONCLUSION

The issues mentioned in this text are only some of the reasons why it is important to strengthen the role of environmental education in order to improve the people perception of geoconservation and other nature conservation issues. Currently there is growing interest in the earth sciences and in nature conservation. People are increasingly aware of the links between the health of the planet and the wellbeing of humans, between knowledge of the past and foresight for the future. Geologists, educationalists and administrators must get together to ensure that environmental education is included in any new geoconservation policies and programmes. A dialogue is needed even in this time of declining budgets for conservation bodies. Obstacles must be overcome if progress is to be made. Geoconservationists must identify themselves, publicise their concerns and argue their case. That way we may be able to sustain our geological heritage for following generations.

BIBLIOGRAPHY

- WOODCOCK N. (1995) - *Earth's History as a Guide to the Earth's Future*. Science for the Earth - Can Science Make the World a Better Place. Chichester-New York-Brisbane-Toronto-Singapore.
- VERZ L. (1994) - Sosvet za varstvo narave in nego krajine pri nemškem zveznem ministrstvu za okolje, varstvo narave in rektorsko varnost (13.10.1994) - O odprtosti varstva narave in monostih njegovega uveljanjanja (Manuscript) Bonn.

Management of objects of geological heritage. Stepping into the future

Gestione degli elementi del patrimonio geologico. Passeggiando nel futuro

MIJOVIC D. (*) & BELIJ S. (*)

ABSTRACT – Primary objective of management of objects of geological heritage is to contribute to adequate protection of isolated objects and enable making of profit. This can be achieved through appropriate coordination of fragmentary elements of geological offer, but we must bear in mind those unavoidable risks that have to do with profit.

KEY WORDS: Management, geological heritage, image.

RIASSUNTO – L'obiettivo primario della gestione degli elementi del patrimonio geologico è di contribuire ad una adeguata protezione degli elementi isolati e senza capacità di profitto. Ciò può essere ottenuto attraverso un'appropriata coordinazione di elementi frammentari di natura geologica, ma ci dobbiamo ricordare i rischi inevitabili che si corrono con il profitto.

PAROLE CHIAVE: Gestione, patrimonio geologico, immagine.

1. – INTRODUCTION

Geological heritage is receiving varied treatment in European countries, partly due to differing individual approaches and partly to preexisting notions concerning its value.

This situation resulted in a multitude of different classifications of geological objects based on different criteria and levels of observation (local, regional, national, international). All these systems of classification aim to make divisions within the database of geological objects and establish the facts concerning their condition and mutual relations, without venturing to examine further possibilities.

Establishment of ProGEO association for protection of geological heritage of Europe marked introduction of a complex approach to geological objects, including management (previously limited to individual cases) regardless of the value assigned to any particular object. However, in order to achieve full effects of management in this field, it is necessary to set in motion instruments, which will enable adequate integration of the objects of geological heritage and their management. Some of the instruments enabling such integration are administration (planning, organization, control), preservation and development.

Primary effects of articulation of management for the purposes of protection of geological heritage are to be expected in adequate protection of isolated geological objects, whereas as a secondary effect we may expect to make profit (directly or indirectly). In order to achieve desired effects it is necessary to complete proper research of geological objects and their classification, and also provide good coordination of fragmented elements of what is on offer in the field of geology.

We distinguish the following categories of users of geological heritage: professional researches; students and bachelor's degree holders; students of elementary schools and courses; amateurs and collectors; general public (ATTENBOROUGH *et alii*, 1991).

Although there is a variety of approaches in the existing (European) classifications depending on the country in which any particular classification is being used, we distinguish the following common categories:

- geological objects with scientific value;
- geological objects with educational value;

(*) M.G.S The Institute for Protection of Nature of Serbia. - III bulevar 106 - 11070 Novi Beograd

- geological objects with unique contents at given level of observation;
- geological objects with aesthetic value;
- geological parks.

On the basis of these two classifications we may develop a unique functional system with the following elementary components (GUNN, 1979):

- information component which includes understanding of significance of promotion, i.e. all elements of a promotional mix, such as: image and presentation; promotion; marketing; information dissemination and publicity.
- people/visitors.
- traffic infrastructure.
- attractiveness.
- particular services (accommodation, catering, etc.).

The most important characteristic within this functional system, either preexisting (clearly visible specific feature on the basis of which an object has been placed in one of the above categories) or developed, regardless of the object category, is image. It is not an easy task to make use of the existing image of an object or create a new one if we bear in mind its direct relation to profit. What follows is a presentation of various types of geological objects and related images.

Geological Objects with Scientific Value

Compared to overall number of profiles (objects) within given territory, geological objects with scientific value are found in smallest numbers. Their protection is not questioned and the image is already developed in part. It is necessary to enforce the image by keeping the expert circles informed, and thus induce interest for research. Management is expected to provide promotion and propaganda, and management of geological objects in this category is based on adequate protection. Correct approach to this group of objects includes development of interest for research among experts in the country and abroad, further promotion of the object by means of exhibitions, propaganda materials, etc.

Djavalja varos is a group of pyramids formed in unconnected sediments, which fall in and form again. Due to its exceptional scientific value this object is registered in the IUCN list, and there is a curator taking care of its image.

Geological Objects with Educational Value

Geological objects in this category may belong to any typical profile, geomorphologic formation, etc., included in educational system. Management of these

objects is based on adequate actions aiming at creation of image which is not expressed in profit, but stimulation of educational institutions (at all levels) to organize excursions and similar activities. That would contribute to development of future exponents of management in this field (students) able and willing to recognize and protect objects of this category. Geological objects with such contents may develop an image of a training polygon, where direct work on the object and around the object yields desired effects.

Geological Objects with Unique Contents at Certain Level of Observation

Uniqueness of contents of a geological object, in the form of fossils, minerals and other values, at certain level of observation, calls for isolation, taking an inventory and protection. Image of objects with such contents is already developed, and at higher levels of management such objects may be included in tourist offer of the region, so that future image can be shaped in accordance with intentions of the curator. This kind of approach may result in limited profit.

Examples are the following: hydrographic junction of the Balkan Peninsula - Drmanska glava, volcanic formation of Zvecani, the longest gorge in Europe - Rugovska klisura.

Geological Objects with Aesthetic Value

Geological object with aesthetic value can be a sub-category of one of the above categories or a separate category. Image of this kind of objects requires almost no extra effort because its is readily recognizable to a layman. However, management may help in labeling such object "a pearl of the region, county..." which can contribute to identification of other values in the region (especially biotop) and declaration of the protected object as a part of a national park or strict natural reservation... In this manner the original object is used for purposes of advertising the protected area.

Geological Park

A number of geological objects (values) concentrated in a small area, which demonstrate development of geological structures in certain period or epoch, is known as geological park and is equivalent to the economic concept of a park with a purpose. In such areas other values should be identified as well (biological, geo-archeological...) in order to help in

creation of high image and establishment of original environment for the purpose of achieving high profit rates. This can be achieved through legal protection of such resources and specification of special terms and conditions, such as the number of visitors, varying stimulation for tourists - old tree, geological object with aesthetic value, souvenir-specimens of sediment rocks and fossils, etc.

Complexity of elements involved in creation of image of a geological park as a destination is demonstrated in tab. 1.

The place of Druzetic is an example of geological park that illustrates complete development of upper Paleozoic in Serbia.

Finally, we must specify the negative effects to be expected or just prepared for:

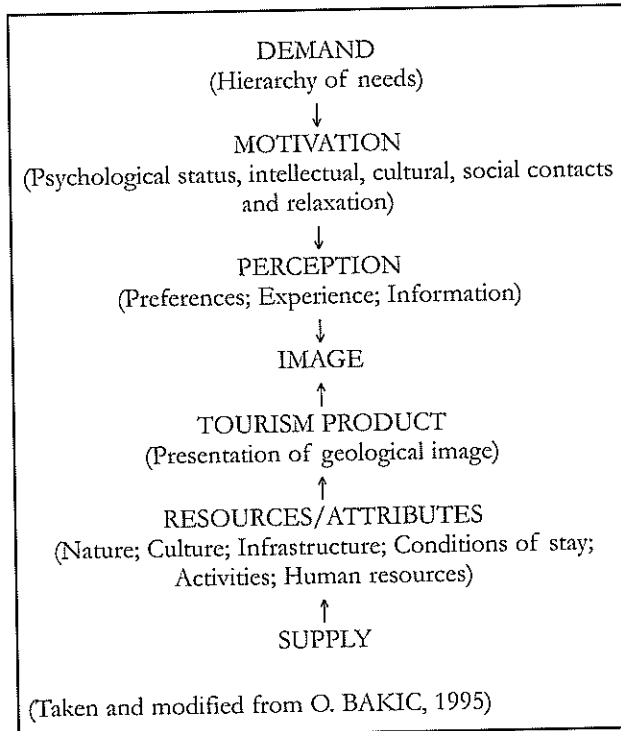
- Management of most objects cannot fulfill its function if they are ruined or completely destroyed;
- Possibility of losses is closely related to profit, so that good and flexible image must be applied to minimize this possibility;
- It is necessary to introduce strict control, in certain cases in proportion to evaluation of the object;
- In areas which lose their original purpose or function due to introduction of regime of protection for geological heritage, the government must indemnify the local population;
- In case that certain geological object is being exploited for industrial purposes which belong to the primary sector, the management will face a difficult task, because it is necessary to allow possibility of utilization under certain regime only.

Acknowledgements

We express our deepest gratitude to Mr. RAJKO UBIPARIP, B.S.Economist, for effort he invested in this work so unselfishly.

TAB. 1. - Relation between demand and supply in creation of image of a geological park as a destination.

- *Relazione fra domanda e offerta nella creazione di immagine di un parco geologico come una destinazione.*



REFERENCES

- ATTENBOROUGH D. et alii (1991) - *Earth science conservation in Great Britain - A strategy*. Nature conservancy council, 85, London.
- BAKIC O. (1995) - *Marketing menadžment turističke destinacije*. Èigoja štampa, 243, Beograd.
- ERIKSTAD L.(ed.) (1993) - *Proceedings from the Third meeting of the European working group of East science conservation*. NINA, 72, Oslo.
- WIMBLEDON W. et alii (1994) - *The development of a methodology for the selection of British Geological sites for conservation: part 1*, Modern Geology, OPA, 1-55, Amsterdam.

Una diversa strategia per la tutela dei beni ambientali *New strategies on natural resources protection*

POLI G. & SCARELLI M. (*)

RIASSUNTO – Ancor oggi in Italia la politica della conservazione è basata sui censimenti, e qualunque programma di tutela si esaurisce quasi sempre nella catalogazione, sempre più completa e precisa degli oggetti appartenenti alle classi da tutelare; queste metodologie, per quanto esatte ed approfondite, forniscono semplici elenchi di oggetti singoli, separati dal loro contesto di appartenenza.

Il problema che si pone è che l'avere individuato ed elencato tutti gli oggetti non è di per sé sufficiente a supportare scelte e decisioni di tutela, se non viene compiuta una operazione fondamentale di inserimento degli oggetti individuati nel loro sistema di riferimento. Infatti solo una visione di questo tipo permette di selezionare i modi più corretti di conservazione e d'uso avendo presente il significato, il valore ed il ruolo di ogni singolo elemento.

Un corretto approccio di questo tipo è stato utilizzato nel Piano Territoriale Paesistico della Regione Emilia-Romagna, in cui si è affrontata la lettura di tutto il territorio regionale nelle sue componenti e nei suoi equilibri, in modo da potere individuare, in funzione di situazioni territoriali eterogenee, modalità di gestione differenziate, capaci di impedire modificazioni tali da distruggere o alterare in modo significativo l'insieme dei caratteri che qualificano le diverse parti del territorio regionale e l'equilibrio complessivo del sistema.

In conclusione si deve quindi porre la domanda se sia giustificata una semplice politica di tutela per settori, nel momento in cui si riconosce l'esistenza di una complessità di sistema e conseguentemente l'impossibilità di tutelare isolatamente una determinata categoria di oggetti omettendo la visione organica dei rapporti e degli equilibri che questa categoria mantiene con le altre.

PAROLE CHIAVE: Geotopi, conservazione, censimento, gestione, cave.

ABSTRACT – Up to now the politics on conservation is based upon census and most programs of protection are only concerned about a collection and organization, though more and more complete and precise, of the items belonging to the categories object of protection; these methodologies, even though careful and thorough, end up in simple lists of the single items separated from their context.

To recognize and list all the items is not sufficient to support protection choices and decisions, yet it is necessary to refer them to a system. In fact this perspective allows the selection of the most correct conservation and use plans keeping in mind the significance, the value and the role of each element.

This correct approach is used in the "Piano Territoriale Paesistico della Regione Emilia-Romagna", the Landscape Conservation Plan of the Region Emilia-Romagna, where the whole regional territory is studied, including its components and their balances, so that a diverse management is possible for heterogeneous land situations. The aim is to avoid those changes that may significantly alter or destroy the whole of characters that define the various parts of the regional territory and the whole system balance.

When it is recognized a complexity in the system, the consequence is that it is impossible to protect a single category of items excluding the interrelationships and the balances among different categories. Concluding, a simple politics of protection of individual items appears not justified anymore.

KEY WORDS: Geotopes, conservation, census, management, quarry.

(*) Regione Emilia-Romagna - Servizio Paesaggio, Parchi e Patrimonio naturale - Via dei Mille, 21 - 40121 Bologna (Italy).

L'approccio alla conservazione, in Italia, è ancora fortemente incentrato sulla catalogazione delle più svariate categorie di beni, tanto che ormai tale attività ricognitiva non è più condotta solo dagli enti e istituti preposti, ma correda da tempo anche la maggior parte degli strumenti di pianificazione, in particolare quelli urbanistico-territoriali.

Una tale situazione, che potrebbe sembrare a prima vista ideale premessa per la tutela e la valorizzazione degli oggetti individuati nei repertori, in realtà nulla o poco incide sulle scelte di pianificazione, in quanto gli elenchi il più delle volte assumono il ruolo di allegato tecnico con funzione documentaria, non essendo stata effettuata nessuna scelta operativa conseguente ad una valutazione su come le singole emergenze partecipano alle dinamiche delle trasformazioni territoriali indotte dalle scelte di piano.

Questo fatto ha portato di conseguenza ad una situazione paradossale e cioè quella di territori ben conosciuti, puntualmente pianificati e soggetti a vincoli diffusi (di imposizione statale, regionale e comunale spesso tra loro sovrapposti) su oggetti e beni censiti e catalogati, nei confronti dei quali non si verifica di fatto nessuna conservazione bensì massicci interventi di trasformazione, anche distruttivi. Basti pensare ai corsi d'acqua occupati da infrastrutture, alle emergenze geologiche e botaniche cancellate dalle cave, alle aree archeologiche che vengono edificate, agli edifici storici interessati da trasformazioni improprie o da effetti diretti e indiretti derivanti dalla realizzazione di altre opere: la città di Roma è un caso emblematico a questo proposito.

È pertanto necessario interrogarsi sull'efficacia dell'azione pianificatoria e gestionale, in quanto appare di tutta evidenza come l'obiettivo di conservare i beni naturali e culturali non sia semplicisticamente raggiungibile con la redazione di censimenti, nè risolvibile con l'imposizione di vincoli «amministrativi» sugli oggetti che si ritengono meritevoli di tutela ma vada affrontata su altri piani e con un diverso approccio.

Nonostante l'indubbia correttezza dell'utilizzare una catalogazione il più possibile completa e precisa degli oggetti appartenenti alla categoria che si vuole tutelare, come momento iniziale d'indagine, non si può fare a meno di constatare come tali sistemi di catalogazione, pur sempre meno empirici e scientificamente più esatti, non producano nient'altro che un elenco di oggetti indifferenziato a cui è attribuito di fatto un valore sempre omogeneo.

A ciò si può aggiungere che molto spesso non sono chiari neppure i criteri con cui vengono formati i repertori; cioè sulla base di quali motivazioni alcuni

oggetti siano ritenuti meritevoli di essere inclusi nei repertori medesimi ed altri no.

A questo riguardo non si può fare a meno di pensare come attualmente non esista ancora un'univoca definizione di geotopo, nè una sistematica universalmente condivisa, nè un approccio moderno alla conservazione e alla valorizzazione delle manifestazioni e degli elementi fisici del territorio, tutt'ora ancorate a concetti obsoleti e in sostanza privi di un reale significato quali il «bene geologico», «i monumenti geologici», «le rarità geologiche», termini rinvenibili nell'attuale, vetusta legislazione di settore.

La componente ulteriore da introdurre per una diversa gestione dei «beni» in genere, siano essi geologici o di altre categorie, è perciò quello del riconoscimento del significato, del valore (intrinseco e di contesto) e del ruolo di ogni singolo elemento rispetto al complesso degli oggetti presenti nel sistema di riferimento. In tale contesto sono possibili speculazioni sulla fragilità dei singoli oggetti considerati nei termini della dinamica del sistema naturale in cui sono inseriti ed in funzione del livello di pressione esterna cui questi sono sottoposti.

Un approccio di questo tipo è stato usato nel Piano Territoriale Paesistico della Regione Emilia-Romagna, in cui si è affrontata la lettura di tutto il territorio regionale nelle sue componenti e negli equilibri tra queste, in funzione della necessità di individuare, in presenza di eterogenee situazioni territoriali, modalità di gestione differenziate, capaci di produrre modificazioni tali da non distruggere o alterare significativamente l'insieme dei caratteri e dei connotati che qualificano le diverse parti del territorio regionale.

Secondo tale punto di vista i singoli «beni» non sono cosa diversa, disgiunta o comunque enucleabile dal substrato territoriale di appartenenza, ma più razionalmente un modo semplificato di rappresentare oggetti che di volta in volta assumono configurazioni e significati prevalenti sugli altri, in funzione sia di proprie caratteristiche intrinseche che del grado di partecipazione alla definizione della connotazione complessiva di un determinato territorio.

La geologia fissa infatti sempre le condizioni di partenza ed in rapporto al regime delle acque, agli andamenti climatici, etc. si determina la morfologia la quale, a sua volta, insieme a fattori diversi quali l'esposizione, la pendenza dei versanti e l'altimetria, concorre al disporsi dell'assetto della vegetazione e, ultima, interviene l'attività antropica che in un processo di andata e ritorno è condizionata e condiziona i fattori naturali di base.

Tornando agli elenchi, non solo le situazioni che si presentano nella realtà risultano difficilmente compa-

rabili, in quanto anche oggetti teoricamente omologhi assumono valore e significato diversi in rapporto al contesto (concreto e valutativo) in cui sono inseriti, ma questa conoscenza non fornisce neppure un valido supporto per la loro gestione, in quanto sempre singolarmente riferita a ciascun oggetto.

Si portano a chiarimento di quanto argomentato due casi di studio che sono stati affrontati nell'impostazione della pianificazione delle attività estrattive a scala regionale e che hanno incidenza proprio sui cosiddetti «beni geologici» riguardanti gli affioramenti ofiolitici e le emergenze gessose messiniane.

I primi, le «pietre verdi», per via del loro colore più caratteristico, costituiscono un'associazione di rocce comprendenti gli unici prodotti di origine magmatica affioranti nel territorio emiliano-romagnolo, testimonianza dell'esistenza dell'antico oceano della Tetide.

L'importanza di questi affioramenti è molteplice, dal valore scientifico per la ricostruzione paleogeografica e geologica del nostro continente, alle associazioni mineralogiche in passato spesso sfruttate industrialmente (talco e rame), alle associazioni botaniche e floristiche che vi allignano, anch'esse assolutamente tipiche a causa della particolare composizione chimico-fisica del substrato, alle preesistenze di natura antropica. I nostri antenati scelsero queste rupi per costruirvi villaggi, posti di osservazione e castelli, molti dei quali tuttora esistenti e ben conservati come ad esempio il castello di Bardi in Provincia di Parma (fig. 1).



Fig. 1. – Il maestoso castello di Bardi (PR) domina l'alta valle Ceno dall'alto di una rupe di diaspro rosso.

– The stately Bardi castle overlooks the high Ceno valley from the top of a red jasper rock.

I gessi messiniani testimoniano l'instaurarsi, circa 7 milioni di anni fa, di una serie di lagune evaporitiche lungo il margine appenninico in connessione a particolari condizioni climatiche; nelle quali si sono depositati ciclicamente notevoli spessori di sali dando luogo alla cosiddetta «vena del gesso», come oggi noi la vediamo in forma di rilievi collinari e montani.

Gli affioramenti gessosi sono di eccezionale interesse naturalistico oltre che storico e archeologico; ad essi infatti si accompagnano forme e fenomeni carsici (grotte, doline, inghiottitoi, etc.), una flora tipica di ambienti freddi e della macchia mediterranea nelle parti sommitali delle rupi, una fauna molto varia e ricca, in particolare quella legata all'ambiente ipogeo (chiotteri), minerali gessosi, soprattutto i geminati e i limpidi cristalli a ferro di lancia esposti in tutti i musei del mondo, stazioni preistoriche e protostoriche (una per tutte la grotta e il sottoroccia del Farneto presso Bologna), giacimenti paleontologici, oltre a forme insediative assolutamente tipiche.

Il gesso è stato altresì storicamente utilizzato come materiale da costruzione dall'uomo (come ad esempio nell'antica cinta muraria di Bologna e nel basamento delle torri bolognesi) determinando intense trasformazioni del paesaggio originario.

La decisione finale a cui la Regione è pervenuta è stata, per i gessi messiniani, quella di procedere alla progressiva chiusura di tutte le cave esistenti concentrando l'attività in un unico polo regionale indentificato nella cava ex ANIC di Riolo Terme e Casola Valsenio - Ravenna (fig. 2) e per gli ammassi ofiolitici di sele-



Fig. 2. – Le imponenti bancate dell'ex Cava ANIC di Monte Tondo (RA), unico polo regionale per l'estrazione del gesso.

– The grand reefs of the former ANIC Quarry at Monte Tondo (RA), the only regional pole for digging out of gypsum.

zionare per l'attività estrattiva gli affioramenti, posti in realtà territoriali anche molto diverse, il cui sfruttamento determinava nel complesso un impatto ambientale minore, ma soprattutto evitava la perdita dei caratteri tipici dei territori connotati dalla presenza di tali rocce.

A queste due scelte strutturalmente diverse, ma analoghe, dovendosi decidere in ambedue i casi quali affioramenti salvaguardare dalle attività estrattive, si è pervenuti attraverso una riflessione i cui fondamenti principali riguardano:

- l'esigenza di attribuire una scala di valori agli oggetti presenti nei repertori, che nasce da un bilancio complessivo, attento sia ai caratteri propri dell'oggetto che a quelli di relazione intrattenuta con gli altri oggetti appartenenti alla stessa categoria;

- la necessità di conoscere le dinamiche evolutive che determinano il grado di modificazione del sistema ambientale nel suo complesso;

- l'inefficienza di decisioni assunte di volta in volta sui singoli oggetti, che non consente di tenere sotto controllo la sommatoria delle trasformazioni autorizzate;

- l'opportunità di non porre le questioni solamente sotto un determinato profilo, ma di estendere le valutazioni al complesso delle opzioni possibili; ad esempio, non ridurre il problema del fabbisogno estrattivo alla sola scelta tra lo sfruttamento delle ghiaie e sabbie alluvionali ed i cosiddetti materiali alternativi, ma affrontare tutti i settori che possono influenzare le decisioni finali come quello della progettazione, delle tecniche costruttive, dei capitolati speciali d'appalto, delle scelte dei modi di trasporto, etc.

In conclusione, si ritiene che oggi non si giustifichi più una politica di tutela «per settori» o «per punti di eccellenza», con riferimento a beni ambientali, culturali, naturali o paesaggistici, nel momento in cui si riconosce l'esistenza di una complessità più generale, di sistema, ma soprattutto in quanto non efficace a salvaguardare la fisionomia e la fisiologia di un qualsiasi territorio, il deterioramento complessivo del quale si riflette inevitabilmente anche su quegli oggetti che tanto accuratamente abbiamo catalogato.

Procedendo con l'impostazione attuale, l'unico risultato che si potrà ottenere sarà quello di produrre repertori che certificano lo scarto tra ciò che esiste ad una certa data con ciò che esisteva in epoche precedenti.

Creation of a database of the geological heritage of Russia with use the computer information retrieval system

Creazione di un database del patrimonio geologico della Russia con l'utilizzo di un sistema informativo

VDOVETS M.S. (*)

ABSTRACT – For creation of a database of geological heritage sites (geosites) the itemized data list on geosites is developed. This list includes: the geographical location of the geosite, the history of its investigation, brief characteristic of the geosite, the type and subtype of the geological heritage, the level of significance using geological criteria, the official and proposed status of the geosite, a category of international registration, danger factors, the use of the geosite, non-geological importance, bibliography, etc. All of these data enable one to receive the comprehensive characteristic of a geosite. The data about geosites are stored in an information retrieval system (IRS). The system permits the correction of information, search on 20 most significant attributes and printing documents of various types by the user's inquiry.

KEY WORDS: Information retrieval system, database, geological heritage, geosites.

RIASSUNTO – Per la creazione di un database dei siti per il patrimonio geologico (geositi) viene sviluppata la lista dettagliata di dati sui geositi. Questa lista comprende: la collocazione geografica del geosito, la storia del suo studio, una breve descrizione del geosito, il tipo ed il sottotipo del patrimonio geologico, il livello di significatività utilizzando criteri geologici, lo *status* ufficiale e proposto del geotopo, una categoria di registrazione internazionale, i fattori di pericolo, l'utilizzo del geotopo, l'importanza non-geologica, la bibliografia, ecc. Tutti questi dati permettono di ricevere le comprensive caratteristiche di un geotopo.

I dati riguardanti i geositi sono archiviati in un sistema di recupero delle informazioni (IRS). Il sistema consente la correzione delle informazioni, la ricerca sui venti attributi più significativi e la stampa di documenti di vario tipo a richiesta dell'utente.

PAROLE CHIAVE: Sistema di recupero informazioni, campi dati, patrimonio geologico, geositi.

(*) All-Russian Geological Research Institute (VSEGEI) - Sredny pr., 74 - St. Petersburg, 199026 - Russia.

1. – INTRODUCTION

In Russian Federation some federal acts dealing with the geoconservation were accepted. According to these acts geological heritage can be under the protection in a structure of protected natural territories of different categories: natural reserves, natural partial reserves, national parks, natural parks, natural monuments, health resorts and other kinds of sanitation territories, historical and cultural reserves, museums and museums complexes, archaeological monuments (LAPO & VDOVETS, 1996). The protected territories, including geosites may be of federal, regional and local significance.

In 1992 the Council for the Study and Conservation of the Cultural and Natural Heritage was founded at the Russian Academy of Sciences; geologists are among its members.

At present at the All-Russian Geological Research Institute (VSEGEI) a database and the map of location of geosites of Russia is being created (LAPO *et alii* 1993). The computer information retrieval system is developed for the creation of a database of geosites. Description of the geosite is realised by filling the list of itemized data. The Author has proposed the following list of itemized data on geosites:

1. The geosite number
2. The geosite name
3. The name of the spatially related group of geosites
- 4*. The name of a geological region
- 5*. The administrative address
6. Geographical position
- 7*. The number of the geological map sheet with scale 1:200000
- 8*. Co-ordinates
9. Elevation mark (in m)
10. Brief characteristic of the geosite
- 11*. The history of investigation of the geosite
- 12*. Scientific and training excursions to the geosite
- 13*. Accessibility
- 14*. The degree of exposure
- 15*. The type and subtype of the geological heritage
- 16*. The dominant type
- 17*. The geological age
18. Radiogeological age
- 19*. A category of protected territory
- 20*. The level of significance using geological criteria
- 21*. The official status of the protected territory

- 22*. The official status of cultural object
23. The document on the status
- 24*. The proposed status of the geosite
- 25*. A category of international registration
- 26*. Danger factors
- 27*. Protection category
- 28*. The use of the geosite
- 29*. Availability of an exposition on the geosite
- 30*. The places of storage of collections
31. Non-geological importance (the geosite may be also botanical, landscape, historical and cultural)
- 32*. Bibliography
- 33*. Key words
34. The author of the description

2. – DICTIONARIES

For the majority of items, labelled by asterisks, lists of variants which the author names dictionaries have been elaborated. Two types of dictionaries are distinguished: one with data coding and another one without it. Data input into electronic catalogue have been made from corresponding dictionaries by selecting required information. For the items which have no dictionaries (the geosite name, brief characteristic of the geosite, non-geological importance, etc.) a keyboard input have been used. The database structure is illustrated in fig. 1.

Let us consider some examples of dictionaries. The territory of Russia is divided into several regions according to geological structure. The dictionary 4 "Name of a geological region" includes all of them.

For creating dictionary 11 "History of investigation of the geosite" it was taken into consideration, that the geology began to develop in Russia since 1825. The Russian Geological Committee was established in St-Petersburg in 1882.

Dictionary 11 History of investigation of the geosite

Known before 1825
Described in the period from 1825 till 1882
Studied by famous scientists after 1882
Served as the base of creation of the new theory
The first find of geological phenomenon

The geosites may be used as the object of different kind of excursions. The dictionary 12 "Scientific and training excursions to the geosite" looks as follows:

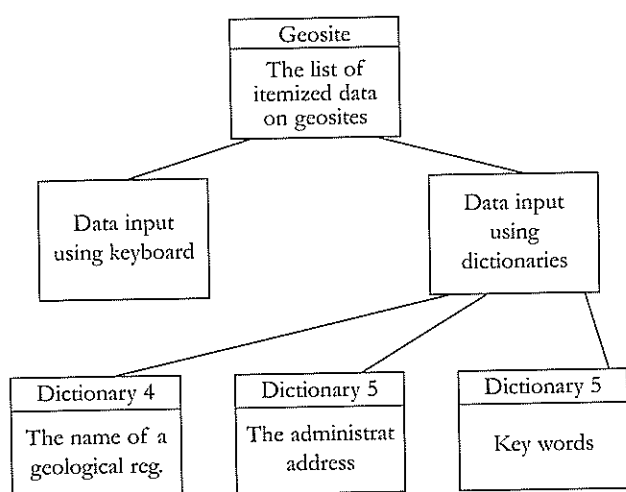


Fig. 1. – The database structure.

– L'architettura logica del sistema informativo.

Dictionary 12
Scientific and training excursions to the geosite

Excursions of International Geological Congresses (IGC)
 Excursions of International conferences
 Excursions of other conferences and congresses
 Student training
 Excursions and student training were not conducted
 No data

For the organization of excursions to the geosite the accessibility should be considered.

Dictionary 13
Accessibility

Easily accessible (available to reach by common transport)
 Accessible (one-day trip is necessary)
 Difficulty of access (more then one-day trip is necessary)
 Very difficulty of access (transport as a plane or a helicopter is necessary)

An important characteristic of the geosite is the degree of exposure. The appropriate dictionary looks as follows:

Dictionary 14
Degree of exposure

Full
 Satisfactory
 Not satisfactory
 Artificial exposure

Dictionary 15
"Type and Subtype"

For creating dictionary 15 "Type and Subtype" it was taken into consideration that geological heritage has been classified into the types and subtypes according to specific geological disciplines (LAPO & PASHKEVICH, 1996). 16 types are established such as:

01. Stratigraphic
02. Paleontological
03. Mineralogical
04. Ore-Petrographical
05. Geochemical
06. Radiogeological
07. Neotectonic
08. Paleotectonic
09. Structural-geological
10. Cosmogenical
11. Geothermal
12. Paleoenvironmental
13. Geocryological
14. Geomorphologic
15. Hydrologic-hydrogeologic
16. History of geology and mining

Each of the types mention above is divided into subtypes. For example, ore-petrographical type (04) is divided on following subtypes: 0401 - localities of sedimentary rocks and ores; 0402 - localities of magmatic rocks and ores; 0403 - localities of metamorphic rocks and ores; 0404 - localities of coptogenic rocks and ores; 0405 - localities of hydrothermal-metasomatic rocks and ores; 0406 - localities of weathering crust and hypergenic ores.

Dictionary 16
Dominant type

The dictionary 16 "Dominant type" includes all of these types of the geological heritage. Usually several types are manifested in one geosite, moreover they have different ranges according to geological criteria.

The types which have the highest range in the geosite are considered as dominant ones.

Dictionary 17
The geological age

For creating dictionary 17 "The geological age" it was taken into consideration that the age is defined according to stratigraphic units: erathems for Precambrian (excluding Vendian), series for Vendian and Phanerozoic, divisions for Quaternary.

The dictionary 19 "Category of protected territory" looks as follows:

Dictionary 19
Category of protected territory

1. Natural reserves
2. Historical and cultural reserves, museums and museum's complexes
3. Natural partial reserves
4. National parks
5. Natural parks
6. Health resorts and other kinds of sanitation territories
7. Natural monuments
8. Archaeological monuments
9. Other kinds of protected territories
10. Not protected territory

The geological heritage is being ranked into levels of significance using geological criteria. The dictionary 20 includes all of these levels of significance.

Dictionary 20
Levels of significance using geological criteria

Global
Subglobal
Regional
Local

In accordance with the existing official status the dictionary 21 was created.

Dictionary 21
The official status of the geosite

Federal
Regional
Local
No official status

In some cases the official status may be recommended to be changed. For this purpose dictionary 24 is offered.

Dictionary 24
The proposed level of the geosite

World
Federal
Regional
Local

The geosite can have various categories of international registration. The appropriate dictionary looks as follows:

Dictionary 25
Category of international registration

1. The geosite is offered in the "Global Indicative List of Geological Sites (GILGES)"
2. The geosite is included in GILGES
3. The geosite is offered in the Database of Geosites
4. The geosite is included in the Database of Geosites
5. The geosite is offered in the World Heritage List (WHL)
6. The geosite is included in WHL
7. UNESCO Biosphere reserve
8. Territories, protected together with foreign countries
9. The geosite is not registered in any official international system

For organization of protection of geological heritage it is necessary to know the danger factors.

Dictionary 26
Danger factors

1. Mining
2. Construction

3. Danger of flood
4. Natural destruction
5. Change of thermal regime
6. Other kinds of economic activity
7. No danger

Geosites are classified in three categories of protection. The first category comprises those geosites that can be valuable both for commerce and sample collection. The second category of protection includes geosites with special scientific importance. The third category of protection covers geosites important for tourism and study. Dictionary 27 "Protection category" looks as follows:

Dictionary 27
Protection category

1. Especially strict protection
2. Limited protection without recommendation for tourism
3. Limited protection with recommendation for tourism

The geosites can be used for different purposes. With this object in view the dictionary 28 was created.

Dictionary 28
Use of the geosite

1. For research purpose
2. For organization of scientific excursions
3. For didactic purpose
4. For recreation purpose
5. For medical purpose
6. Not used

Sometimes there is a museum exposition on the geosite. For this case the dictionary 29 is offered.

Dictionary 29
Availability of an exposition in the geosite

1. Museum exposition on the geosite
2. No museum exposition in situ

3. – THE FUNCTIONS OF THE SYSTEM

The system works with computers IBM compatible, with an operating system MS DOS 3.3 and above, with RAM not less 640 Kb. Necessary volume of disk memory for the system is 3 Mb. The following languages are used: Clipper 5.01 and Microsoft C 5.1. The amount of writing is unlimited. The system is convenient in use. The dictionaries and list of itemized data on geosites can be edited and supplemented if necessary.

The system permits one to execute input, storage, editing, search for information, various variants of its output, printing of documents of different kinds. In the system the circuit of storage of the information, ensuring variable length of field and repeatability of fields is realised.

Data of items NN: 19, 25, 28, 29 see in corresponding dictionaries.

Data of item N15: 0305 - mineralogical type, subtype: localities of great diversity of minerals; 0402 - ore-petrographical type, subtype: localities of magmatic rocks and ores; 0403 - ore-petrographical type, subtype: localities of metamorphic rocks and ores; 1417 - geomorphologic type, subtype: prepared intrusive bodies; 1419 - geomorphologic type, subtype: tectonic landforms. Data of item N16: 04 - ore-petrographical type.

The information search in the electronic catalogue can be conducted on 20 the most significant attributes: the number of the geosite, name, region, administrative address, number of the map sheet, type and subtype, dominant type, geological excursions, accessibility, geological age, level of significance using geological criteria, category of protected territory, the official status, category of international registration, protection category, use, places of storage of collections, the author of the description, key words. The search with expansion, refinement, denying is possible. The example of description of the geosite Lapland Biospheric Reserve is given in Tab. 1.

The data exchange with local, regional and international systems is possible due to built-in format MARC. At present the author considers the possibility of presentation of this system in Internet.

The use of the proposed IRS will allow us to include unique information on Russia geosites into the World geological heritage, to provide their systematisation, more comprehensive study, and their conservation in the end.

TAB. 1. – Display view IRS by the example of geosite Lapland Biospheric Reserve

– *Vista al video del sito Lapland Biospheric Reserve*

GEOSITE INFORMATION

- 1 . Geosite number: 1
- 2 . Geosite name: **Lapland Biospheric Reserve**
- 3 . Name of the spatially related group of geosites: No
- 4*. Name of a geological region: **Baltic Shield**
- 5*. Administrative address: **Murmansk Province**
- 6 . Geogr posit.: **Kola Distr. 5 km W from Monchegorsk**
- 7*. Number of the geological map sheet with scale 1:200000: **Q-36-III**
- 8*. Co-ordinates: **32°00' E, 67°52' N**
- 9 . Elevation mark (in m): **130-1100**
- 10 . Brief characteristic of the geosite: **Monchegorsk laminated massif with unique series of PR1 norites; AR gneisses, which are typical for Baltic Shield**
- 11*. History of investigation of the geosite: **studied by famous scientists after 1882**
- 12*. Scientific and training excursions to the geosite: **no data**
- 13*. Accessibility: **easily accessible**
- 14*. Degree of exposure: **full**
- 15*. Type and subtype of the geological heritage: **0305; 0402; 0403; 1417; 1419**
- 16*. Dominant type: **04**
- 17*. Geological age: **AR₁ - PR**
- 18 . Radiogeological age: **2500-2400 My**
- 19 . Category of protected territory: **1**
- 20*. Level of significance using geologica criteria: **global**
- 21*. Official status of the protected territory: **federal**
- 22*. Official status of cultural object: **no**
- 23 . Document on the status: **Act of government of RSFSR N 1201 15.11.1957**
- 24*. Proposed status of the geosite: **Word**
- 25*. Category of international registration: **7**
- 26*. Danger factors: **7**
- 27*. Protection category: **1**
- 28*. Use of the geosite: **2**
- 29*. Availability of an exposition on the geosite: **2**
- 30*. Places of storage of collections: **IGEM**
- 31 . Non-geological importance: **pattern of tundra ecol. system with diversity of animals; picturesque landscape**
- 32*. Bibliography: **Zapovedniki Evropeiskoy chasti SSSR (Reserves of the European Part of the USSR). Mysl Publ., Moscow, 1988, v. 1, 288 pp.**
- 33*. Key words: **reserve, Kola peninsula**
- 34 . Authors of the description: **A. Lapo, M. Vdovets**

CATALOGUE

Catalogue: **Geology**
 Numbers of entered geosites: **1 - N** (¹ of the last geosite)
 Number of the current geosite: **1**

SEARCH ON

geosite number
 geosite name
 name of a geological region
 administrative address
 number of map sheet
 type and subtype
 dominant type
 excursions to the geosite
 accessibility
 geological age
 level of significance
 category of protected territory
 official status
 category of int. registration
 protection category
 danger factors
 use of the geosite
 author of the description
 key words
 places of storage of collection

INQUIRY

inquiry N
 selected geosites amount

1995), indicate the presence of Plio-Pleistocene sediments outcropping in some localities, coinciding with high structural zones.

The Lower Pliocene clayey sediments, belonging to the *Globorotalia margaritae* and *Globorotalia puncticulata* zones (here a new subdivision of the Pliocene will not be discussed; cfr. CARBONI *et alii*, 1991) outcrop in the area of Rome at Monte Mario (Marne Vaticane Auct.) at Pomezia and in the area of Anzio-Lavinio. They represent facies from bathial to littoral environment. During the Middle Pliocene the northern sector of the Roman Basin was uplifted and the sedimentation was localized in a narrow area, trending N-S, where was deposited the "Macco" Formation, a calcareous sandstone. Upper Pliocene clayey and sandy sediments, belonging to the *Globorotalia aemiliana* and *Globorotalia inflata* zones, outcrop in Rome and in the Pomezia area with littoral facies.

Lower Pleistocene clayey and sandy sediments constitute the Monte Mario Formation (or Unit, for MARRA & ROSA, 1995), subdivided in to the older M. Mario Serie and the younger M. delle Picche Serie. Faunistic assemblage, micro (*Hyalinea baltica*) and macro fauna (*Arctica islandica*), indicates an age corresponding to the Santerian-Emilian interval. The sediments, outcropping in the Rome area (Monte Mario) and along the coast at Ponte Galeria, Pomezia and Anzio-Lavinio, are rich of "Northern guests": *Arctica islandica*, *Pseudamussium septemradiatum*, *Spisula elliptica*, *Chlamys islandica*, etc.

This Lower Pleistocene sequence is closed by an uplift of the basin and on the erosion surface lies the Ponte Galeria Formation, that represents the first Middle Pleistocene (lower part 0,6-0,48 my) sedimentary cycle. It is a complex cycle, also recently mentioned as "depositional third order sequence" by MILLI (1992) (really MILLI considers that the Ponte Galeria sequence is extended between the Lower-Middle Pleistocene limit to the Present), constituted, from the bottom to the up, by fluvial gravel, lacustrine clay, marine sands and gravel, lagoonal and palustrine clay which present on the top the first product of Alban volcanic district (I pyroclastic flow). This sequence is correlated to the Middle Pleistocene for the presence of characteristic Mammalian faunas, in the continental layers, while the marine cold faunas are yet typical of lower Pleistocene.

The deposits, coinciding with the Middle Pleistocene (middle and upper part; 0,48 and 0,15 my), represent several orders or cycles of alluvial fills of the Tiber river valley and the complex palaeonetwork of its tributaries (CALOI *et alii*, 1994). These sedimentary cycles are unconformable on those of Middle Pleistocene (lower part) (= "Ponte Galeria Formation") and older; they were also recently mentioned as "depositional fourth order sequences" by MILLI (1992). They are linked with the high standing phases of the sea level during the interglacial periods and distinguished as Formations: from older to younger, San Cosimato, Aurelia and Vitinia Formation, respectively corresponding the isotopic stages 11, 9 and 7 (CAVINATO *et alii*, 1993; CONATO *et alii*, 1980; DE RITA *et alii*, 1991; MALATESTA & ZARLENGA, 1986; 1986a; 1988).

The lack of uplift phases between the depositional cycles produced the missing of the alluvial terraces and on the contrary the presence of several alluvial fills overlapping, *sensu* LEOPOLD *et alii* (1964). The top of these deposits reaches an elevation of 50 and 80 m above present sea level, according to their larger or shorter distance from the sea. The depositional cycles show interbedded layers of brackish and marine environment in the outcrops near the coast and in the highest part of the sequences. The cycles are separated by three deep erosional surfaces, mostly palaeovalleys or erosional channels, they were formed during the low phases of the sea level and have been correlated to isotopic stages 12, 10 and 8. DE RITA *et alii* (1991; 1993) have evidenced how during these phases of low standing the most important volcanic episodes of Albano volcano have been also produced.

The Upper Pleistocene deposits (= Tyrrhenian = stage 5e= 0,125 m.y.) are present along the coast at an altitude lesser than 35 m a.s.l., only in the Pomezia area they reach an altitude of 45 m, related to a stronger uplift of that area (MILLI & ZARLENGA, 1991). Younger sediments, from marine to continental, are located in Maccarese area (0,08-0,04 my.) at an altitude of 15 m; finally the sediment of Versilian age, connected to the rise of sea level after the last glacial period, get embanked against all previous (ARNOLDUS-HUYZENDVELD *et alii*, 1993).

4. – CENTRAL LATIUM VOLCANISM: THE SABATINI VOLCANIC DISTRICT AND THE ALBAN HILLS VOLCANIC DISTRICT

The Sabatini Volcanic District and the Alban Hills Volcanic District are located about 25 km northwest and 20 km southeast of Rome respectively. They are part of the Central Italy alkali-potassic volcanic area, also known through the world as Roman Comagmatic Province (WASHINGTON, 1906; APPLETON, 1972; ROGERS *et alii*, 1985).

This area, characterized by a very high K_2O enrichment relative to silica in the volcanics, includes several volcanic districts developed starting from 0.6 Ma (BARBERI *et alii*, 1994). From north to the south: Vulsini Volcanic District, Vico Volcano, Sabatini Volcanic District, Alban Hills Volcanic District and Mean Latina Valley District are present, located inside a structurally depressed area, NW-SE striking, parallel to the Tyrrhenian Coast.

Volcanism is generally referred to the crustal extensional regime affecting the western margin of the Italian peninsula during the geodynamic evolution of the Tyrrhenian basin. Moreover the volcanic rocks have elevated concentrations of incompatible elements and typical lithospheric Sr, Pb and Nd isotopic compositions, indicating an origin and evolution of the corresponding magmas dominated by the interaction between crust and mantle components.

4.1. – THE SABATINI VOLCANIC DISTRICT

The Sabatini District cover an area of about 1200 km², limited to the North by the Vico Volcano, to the East and Southeast by the Monte Soratte sedimentary structure and the Tiber River Valley, and to the southwest by the Tyrrhenian Sea.

Volcanic activity, which had a very explosive character, started, as in the other Districts, about 0.6 Ma, in correspondence with a climax of the extensional tectonic activity of the Tyrrhenian Margin.

The sites of volcanic activity in the Sabatini Volcanic District, the styles of eruptions, and the relationships and distribution of volcanic units are strongly controlled by the pre-volcanic lithology and structural setting of the sedimentary basement (DE RITA & SPOSATO, 1986; DE RITA *et alii*, 1996).

The most important structural feature of this District is the Bracciano Basin, a volcano-tectonic depression occupied by the Bracciano Lake.

The first K-rich volcanic activity begins, with ignimbrites and strombolian and hydromagmatic products, in the eastern margin of the District on the east border of a NW-SE oriented main graben that cross the District, close to Monte Soratte at about 0.6 Ma (CIONI *et alii*, 1993), in a continental marshy environment (Morlupo-Castelnuovo di Porto centers).

Between 0.55 and 0.50 Ma a huge ignimbrite was emplaced in the eastern margin of the District: the “Tufo giallo della via Tiberina” ignimbrite.

This deposit includes almost three flow units separated by erosional surfaces and by fall and/or surges levels. These units shows homogeneous characteristics with a lithified yellow matrix rich in orange yellow, altered, small-sized pumices due to zeolitization processes. The deposition of this huge ignimbrite caused the diversion of the ancient Tiber river course from west of the Monte Soratte to the east (ALVAREZ, 1973).

The following activity, at 0.5-0.4 Ma (CIONI *et alii*, 1993), moved westward to the area of Sacrofano, at the boundary between the previous named graben and the Baccano-Cesano carbonatic “horst” (DE RITA *et alii*, 1983). This activity, mainly strombolian, produced a thick sequence (more than 50 meters) of ashy-pyroclastic fall deposits.

At about 0.43 Ma (CIONI *et alii*, 1993), in coincidence with the pick of regional extension (CAVINATO *et alii*, 1993), volcanism expanded westward to the NE-trending faults that cut the northern part of Baccano-Cesano “horst”. This episode deposited a large-volume (about 10 Km³) trachy-phonolitic ignimbrite, the “tufo rosso a scorie nere” sabatino, that was emplaced all the way to the periphery of the District and was influenced by the pre-existing topography, being absent on the Baccano-Cesano “horst” (CAVARRETTA *et alii*, 1990).

After this eruption, from 0.40 Ma to 0.28 Ma (FORNASERI, 1985), the continuing regional extension was accompanied by strombolian and effusive activity, and by the subsidence of the Baccano-Cesano “horst”. Interbedding of scoria cones with lava flows, geometry of these flows, and pre-effusive morphology indicate that the vents were located south and west of the Bracciano Lake area, perhaps at the intersection of NE-trending faults with the faults bounding the BC “horst”.

After the lavas, three ignimbrite were deposited out of fault systems just north of those that erupted the lavas, the last one, the “Bracciano Tuff” was dated to 0.17 Ma (BONADONNA & BIGAZZI, 1970). Co-ignimbrite breccias indicate that the vents were located the first close to the village of Anguillara, on the southeastern margin of the Lake, the second at its southern margin, and the third at its northwestern margin (CIONI & SBRANA, 1991), north of Bracciano Town.

Minor effusions of lava out of the same fracture system followed the ignimbrites. Lavas were emplaced also north of the Lake, where they are interbedded with scoria cones. Most of these cones aligned NE and NW. At this

time the Bracciano depression had partially formed, as shown by the lava that flowed towards its center. The last volcanic activity, from 0.17 Ma to less than 0.08 Ma (FORNASERI, 1985), erupted hydromagmatites from craters located at the eastern margin of the Bracciano Lake.

4.2. – THE ALBAN HILLS VOLCANIC DISTRICT

The Alban Hills Volcanic District is characterized by the presence of a main central structure, called Tuscolano-Artemisio, whose caldera rim is still recognizable and by a younger edifice, called Le Faete, developed inside the collapsed area. Volcanic activity started almost 0.6 Ma B.P. and ended about 0.02 Ma B.P. (MERCIER, 1993), when intense hydromagmatic explosions from several craters occurred in the western and northwestern sectors of the District.

The Alban Hills volcano developed on a sedimentary substratum, mainly consisting of marine to continental clays, sands and sandy clays (DE RITA *et alii*, 1992) of Plio-Pleistocene age.

The volcanic history of the Alban Hills can be subdivided into three main phases of activity:

- The Tuscolano Artemisio phase (from 0.6 to 0.3 Ma), during which volcanism was characterized by a very high explosive activity producing ignimbrites and lavas. This phase ended with the Tuscolano-Artemisio (TA) central area volcano-tectonic collapse.
- The Faete phase (from 0.3 to 0.2 Ma), during which activity was from the Faete edifice, located inside the collapsed TA area.
- The hydromagmatic phase (from 0.20 to 0.02 Ma), when violent phreatomagmatic explosions occurred from several craters in the western and northern sectors of the Alban Hills volcano.

All the volcanic products are characteristic of a high-potassium series (HKS) with less than 50% SiO₂ content (FORNASERI *et alii*, 1963; BERNARDI *et alii*, 1982; TRIGILA *et alii*, 1995).

4.2.1. – The Tuscolano-Artemisio phase (0.6-0.3 Ma)

This phase was the most important one in the life of the volcano. In this period more than 90% (by volume) of the products were erupted (283 km³) and it is characterized by the emplacement of several ignimbrites, and subordinate lavas. Each ignimbrite is covered by fall products that reduce in thickness from east to west, separated from the subsequent eruption unit by a paleosol. Four main cycles of activity have been distinguished, each characterized by the emplacement of ignimbrites at the base and fall and lava flows at the top. The emplacement of the TA ignimbrites determined important changes in the pre-existing drainage network of the volcanic area, contributing to the shifting of important river courses (Paleotiber westward, Paleoaniene northward) and in some cases to the complete inversion of the drainage direction (Paleosacco, in the Valle Latina area) (DE RITA *et alii*, 1990).

First TA cycle

The early products erupted from the Alban Hills volcano are not well known because the thick cover of the younger volcanics; they are only present as lava lithics inside the subsequent ignimbrites or as reworked volcanics interbedded with coastal and fluvial sediments.

The oldest outcropping primary deposits are two ignimbrites visible around the extreme periphery of the entire volcano. From bottom to top: "Tor di Cenci Unit" and "Palatino Unit". These deposits predominantly consist of an ashy matrix with minor pumice, frequently with laminated and cross laminated structures, that contain lava and sedimentary lithics. Levels enriched with centimetre-sized accretionary lapilli are frequent, from which the ancient name of these products is derived. These characteristics have been interpreted as due to magma\water interactions during the eruption and indicate that tectonic events, more than magmatic overpressure, were responsible for triggering the explosive activity. The presence of a paleosol interbedded indicates a quiescence period between these two events.

Fall products are present at the top of these ignimbrites, particularly in the eastern sector of the volcano, whereas lavas outcrop at the distal western margin (Acquacetosa lava flows). These lava flows represented a significant

extrusive event in the history of the volcano and are connected to fracture systems that developed during a climax of the regional extensional tectonism. In this episode more than 2 Km³ of phono-tephritic magmas were erupted. These extrusive lavas closed the first TA cycle activity.

Second TA cycle

One of the most important ignimbrites, in volume and extent, belongs to the second cycle of the Tuscolano-Artemisio phase: the "pozzolane rosse" unit (FORNASERI *et alii*, 1963). The "pozzolane rosse" Eruption Unit consists of a basal scoria-lapilli fall level directly overlaying a paleosol and dispersed toward the southwestern sector of the volcano (ROSA, 1995). The above mentioned ignimbrite is loose and massive, with a reddish sandy matrix containing reddish scoria and enriched in thermo-metamorphosed sedimentary and holocrystalline (leucite + pyroxene) lithics. Many pipe structures developed in the upper part of the deposit where its thickness reaches a maximum. This unit is more than 30 m thick and covered an area of about 1000 Km² with an almost circular distribution around the central sector. The "pozzolane rosse" ignimbrite has a volume in dense rock equivalent (DRE) of about 12 Km³. Its eruption probably caused a caldera collapse, presently masked by the subsequent activity. Stratigraphic correlations between this unit and the coastal depositional sequences, compared with the oxygen isotopic scale of SHACKLETON *et alii*, (1990), make it possible to attribute to it an age of between 0.5 and 0.4 Ma (MARRA *et alii*, 1995).

At the top of the ignimbrite, fall products prevail in the southern and eastern sectors, whereas lavas mainly outcrop in the western sector. Outcrops and drilling data also indicate that at the end of this cycle large lava flows occurred (Vallerano lava flows; DE RITA & ROSA, 1990). Emplacement of these lavas occurred during a period of strong erosion (lowstanding sea level correlated with isotopic stage 12, MARRA *et alii*, 1995a) and so they filled a progressively shifted paleovalley excavated inside the "second TA pyroclastic flow unit", reaching a thickness of about 20 m. BERNARDI *et alii* (1982) indicate an age of 0.46 ± 0.006 Ma for these lava flows, in agreement with stratigraphic data. A volume of more than 0.5 Km³ of erupted magma has been calculated for this extrusive episode.

Third TA cycle

The second and the third TA cycles are separated by the presence of a paleosol. Above this paleosol is present another ignimbrite: the "pozzolane nere" unit.

The pozzolane nere Eruption Unit to which the "pozzolane nere" ignimbrite belongs has a basal scoria-lapilli fall level, dispersed mainly towards the east in the Valle Latina area and showing a variable thickness up to a maximum of 75 cm. Above this deposit, a 2-15 cm-thick level is present that consists of lava lithics and crystals which is impoverished in fines; it has been interpreted as a ground layer; it is overlaid by an ashy deposit having an average thickness of 30 cm (layer 2a of SPARKS *et alii*, 1973). This last basal ash layer, sometimes lithified, is always present at the base of the "pozzolane nere" ignimbrite around the entire volcano, representing an important marker horizon for stratigraphic correlations. The ignimbrite above is loose and massive, with a black sandy matrix containing black scoria and thermo-metamorphosed sedimentary and lava lithics. The unit's thickness is highly variable from 1 m in the distal western area (south of Rome) to more than 20 m in the eastern sector. A volume in DRE of about 8.7 Km³ has been calculated (ROSA, 1995). In the upper part of the deposit pipe structures are locally present where the ignimbrite reaches its maximum thickness. At the Fontana Ranuccio locality (Sacco River valley), the radiometric K/Ar dating of two leucite-rich levels (one below and the other above the "pozzolane nere" ignimbrite; BIDDITTU *et alii*, 1978) ascribe to this unit an age of between 0.528 ± 0.006 and 0.487 ± 0.0075 Ma. These ages, however, are not in agreement with the stratigraphic evidence which allows the correlation of the "pozzolane nere" ignimbrite with coastal sediments deposited between the isotope stages 10 and 11 (MARRA *et alii*, 1995a). This correlation ascribes an age younger than 0.40 Ma to the "pozzolane nere" ignimbrite.

The "pozzolane nere" ignimbrite, as the previous ones, is covered by fall products whose maximum thickness is visible in the eastern sector. The preferential dispersal of the fall products in the eastern sector is probably due to the prevailing wind direction. Like the previous two cycles, the third TA cycle ends with lava extrusions, mainly encountered by drillings in the western and eastern sectors.

Fourth TA cycle

The "tufo lionato" and the "tufo di Villa Senni" ignimbrites represent the lower and upper flow units respectively, belonging to the same eruption unit named the "Villa Senni eruption unit" (VSEU) (ROSA *et alii*, 1993; GAETA

et alii, 1994). At the base of the eruption unit an ashy layer with laminar structures exists that is interpreted as a ground surge deposit; it ranges from 0 to 10 cm in thickness. Above this level, a scoria-lapilli fall deposit is locally present, with an average thickness of 50-60 cm and a NE-oriented dispersal axis. A discontinuous lithics and crystals-rich ground layer deposit is present between the basal deposits and the above mentioned ignimbrite. The "tufo lionato" ignimbrite is lithified and is characterized by a yellowy-reddish ashy matrix containing yellow pumice, black scoria and lava lithics; leucite and pyroxene phenocrysts are dispersed in the matrix and holocrystalline (leucite + pyroxene) lithics (italite of WASHINGTON, 1920; 1927) are present in the basal part of the ignimbrite. The unit always shows intense zeolitization of the vitric matrix. Pipe structures are present sometimes in the upper part of the deposit. In distal areas the unit is confined to deeply eroded paleovalleys, suggesting emplacement during a lowstanding of the sea level. Correlation with coastal sediments indicates a correspondence with isotopic stage 10. At the base of the upper flow unit ("tufo di Villa Senni") a co-ignimbrite breccia layer is present in the proximal part of the western sector. Large lava lithics of this breccia are often observed "sunk" inside the upper part of the lower flow unit ("tufo lionato"), suggesting a short time interval between the emplacement of the two flow units and the still plastic behaviour of the "tufo lionato". The "Villa Senni" ignimbrite is usually loose, massive and leucite rich. The presence of abundant euhedral leucite crystals (about 1 cm in size) is considered a diagnostic characteristic. Holocrystalline lithics with leucite and pyroxene (italite of WASHINGTON, 1920, 1927) are also abundant. The "Villa Senni" ignimbrite age was determined in an extremely accurate methodology study performed by RADICATI DI BROZOLO *et alii* (1981), who used different radiometric methods ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb/Sr) to define the following ages: an average $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of 0.338 ± 0.008 Ma and Rb/Sr ages ranging from 0.380 ± 0.020 Ma to 0.330 ± 0.020 Ma. According to this data, stratigraphic correlations with coastal sediments indicate that its deposition occurred during isotopic stage 10. The eruption responsible for the emplacement of these ignimbrites caused a caldera collapse, which concluded the Tuscolano-Artemisio phase. The caldera collapse was accompanied and followed by strombolian activity, with lava extrusions from the collapse fissures and local scoria cones. A work regarding the complex relationships between the "Tuscolano-Artemisio" caldera and the strombolian activity is in progress. In fact, this activity appears to be too great (more than 500 m in thickness) to be related to a single collapse event. This new research hypothesizes that tectonic events contributed to greatly enlarge the original collapsed area.

4.2.2. – Faete phase (0.30-0.20 Ma)

After the collapse of the Tuscolano-Artemisio caldera, and after the syn- and post-calderic strombolian activity, a new edifice formed inside the collapsed area: the Faete edifice. This new, smaller edifice erupted a much smaller volume of products (about 6 Km^3) and had mainly strombolian activity, with large extrusions prevailing during the last period of its activity. Interbedded with the scoria and lapilli levels is a massive pyroclastic flow deposit ("Campi di Annibale pyroclastic flow deposit") that only outcrops inside the northern wall of the Nemi crater. The huge leucitic Capo di Bove lava flow, on which the ancient Roman Appia road was built, was emplaced during this phase (0.292 ± 0.006 Ma K/Ar age; BERNARDI *et alii*, 1982).

The activity of the Faete edifice ended with a summit caldera collapse that formed the Campi di Annibale caldera, on whose rim the last Colle Iano and Monte Cavo scoria cones built up.

4.2.3. – Final hydromagmatic phase (0.20-0.020 Ma)

Hydromagmatic explosions from several craters, mainly located in the western and subordinately northern sectors, represent the last activity of the Alban Hills Volcanic District. The centers in the northern sector (Pantano Secco, Prata Porci, Valle Marciana and Castiglione) have smaller craters (about 1 Km in diameter) and are mainly monogenetic. The products of these craters are interbedded or covered by lava flows.

The case of the Castiglione crater is peculiar, as it seems to have developed in correspondence to an important collapsed sector (ROSA, 1995). The sediments filling the Castiglione crater have been drilled by an 88 m deep continuous borehole for multidisciplinary studies (concerning geochronology, geochemistry, fauna and pollen), and the age of the entire sequence has been estimated at slightly more than 250,000 years (NARCISI *et alii*, 1992). In order of age the following western sector craters were active: Ariccia, Nemi, Giuturna and Albano. Giuturna was active between the last but one and the last Albano explosions. These centers show polygenetic activity with bigger coalescent craters that are aligned along regional N-S and NW-SE fractures. All craters are tuff ring type and erupted wet

and dry surges and lahars. Ariccia, which is the oldest one, is the least known because its products are covered by the subsequent Albano and Nemi products. Nemi had complex activity, with eruptions from two different craters coalescent along N-S fractures. The Nemi activity (DE RITA & NARCISI, 1983) included the emplacement of a massive pyroclastic flow unit. Albano consists of almost five craters coalescent along NW-SE regional fractures. DE RITA *et alii*, (1988a) recognized four, almost complete cycles characterized by the emplacement of wet and dry surges separated by paleosols. The last activity from Albano has been dated by MERCIER (1993) with the thermoluminescence method at about 0.019 Ma.

5. – ITINERARY DESCRIPTION

First day 23/5/96

STOP 1: Tuscolo

It is one of the more spectacular and panoramic point of view to observe the morphology of the central area of the Latian Volcano. It has been also one of the most loved site from the Romans, who built up here their holiday houses and a small theatre that is still well preserved. The association of these historical beauties with that of naturalistic and geological interests and the possibility to observe from there the maestosity of an ancient volcanic edifice make this site particularly impressive. The road, ascending the Tuscolo Mount, cuts the welded scoria erupted from annular fracture systems active during the collapse of the central part of the Alban Hills volcano, almost 338.000 years ago (RADICATI DI BROZOLO *et alii*, 1981). At the top, below the cross of the Tuscolo, it is possible to see the outcrops of the welded scoria known as "sperone". This is one of the stones used for the construction of the Coliseum in Rome. From here it is possible to have an almost complete view through the Tuscolano-Artemisio caldera rim which appears opened toward West with an horse-shoe shape. The rim encircles the wide area of the Atrio (the collapsed area) from which many small scoria cones raise up. The highest of these scoria cones is Monte Cavo which is a scoria cone built up on the caldera rim of the Le Faete edifice, during the last phases of its activity. Behind the top of Monte Cavo it is possible to see the wide area of the Le Faete caldera which is limited by the Colle Iano scoria cone. If the weather is clear it is possible to see the northern rim of Albano crater.

STOP 2: Albano Lake

Albano crater developed in the western sector of the Alban Hills volcano where the convergence of favourable structural, hydrogeological and volcanological conditions allowed the final hydromagmatic activity (from almost 200.000 years ago to less than 20.000 years ago). The Albano crater developed along an important regional fracture system NW trending. Its activity consists in 5 explosive cycles coming out at least from 5 craters morphologically identified. The explosions probably started in the northern sector and ended in the southern one. The craters developed on the slope of the old central edifice of Le Faete and the southern ones are directly dug into its lava flows and pyroclastic deposits. The lithology of these deposits affected the morphology of the craters and controlled the emplacement of the products. The presence, in the explosive sequence, of rich soil levels and vegetation provides an useful indication to subdivide the Alban hydromagmatic activity in 5 main explosive cycles. The cycles have at the base an important explosive breccia followed by a sequence of parallel, cross-bedding and massive intervals. Each cycle consists of several levels rich in sedimentary and lava ejecta interpreted as small breccia levels caused by migration or deepening of the explosive axes along the NW-SE fracture.

STOP 3: Solfiorata

This place showed in the last centuries B.C. a marshy landscape, with a small lake rich in sulphurous gas emissions.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wish to express many thanks to T.V. VASILCHENKO and L.P. KUZNETSOVA (Russian Research Institute for Cultural and Natural Heritage, Moscow), A.V. LAPO, A.N. OLEYNIKOV (All-Russian Geological Research Institute, St.-Petersburg) and V.E. PASHKEVICH (St.-Petersburg State University) for consultation in preparing this paper.

REFERENCES

- LAPO A.V., DAVYDOV V.I., PASHKEVICH N.G., PETROV V.V. & VDOVETS M.S. (1993) - *Methodic principles of study of geological monuments of nature in Russia*. Stratigr. Geolog. Correl. 1 (6): 636-644. Moscow.
- LAPO A.V. & PASHKEVICH N.G. (1997) - *Typology of the geological heritage sites of Russia*. ProGEO-95 Proceedings. SGU, Uppsala (in Print).
- LAPO A.V. & VDOVETS M.S. (1996) - *The problem of conservation of the Russian geological heritage*. Otechestvennaya Geologia, 9: 6-12. Moscow (in Russian).