



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.

Troppo 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 scienzizzazione 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 avvilita 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 posseda 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, nè 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 Quartziti 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 varistian 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 renohercynian 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 flo-ro-faunistiche. Le superfici dei versanti sono interrotte da pareti rocciose a strapiombo sul Reno.

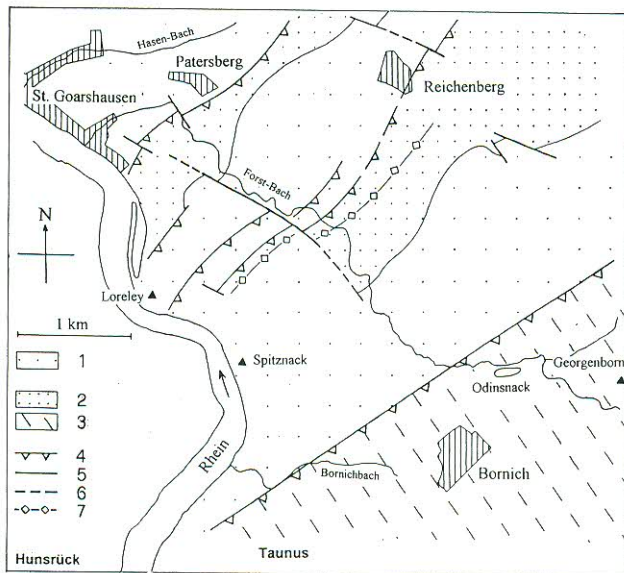


Fig. 1. – Carta geologica generale del territorio della Loreley (da ANDERLE, 1967; 1987). Legenda: 1) strati di Singhofener (con porfiroidi); 2) strati di Spitznack; 3) scisti del Hunsrück; 4) sovrascorrimento; 5) disturbo tettonico; 6) presunto; 7) anticlinale.

– Geological general map of Loreley land (from ANDERLE, 1967, 1987). Legend: 1) singhofener schichten (porphyroid-fubrend); 2) Spitznack-schichten; 3) Hunsrückshiefer; 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

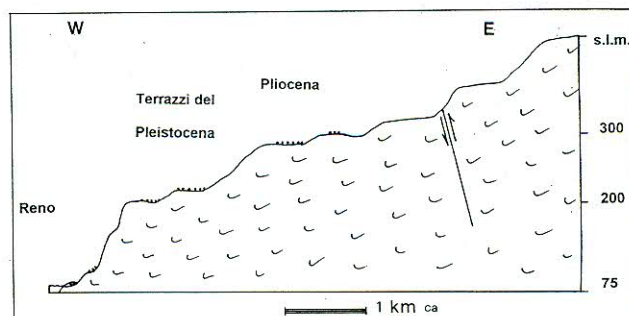


Fig. 3. – Sezione della Loreley vista da E. Si mette in evidenza la sequenza a gradini di diverse superfici piane, che salgono rapidamente dalla sponde del Reno fino alla Rupe della Loreley. Fino alla quota di 280m s.l.m. si rinvengono i terrazzi pleistocenici, alla quota di 300 m si trovano i resti 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 pleistocenice terraces are present, at the elevation of 300 m there is a pliocenic terrace at which the leveling tertiary surfaces are correlated.

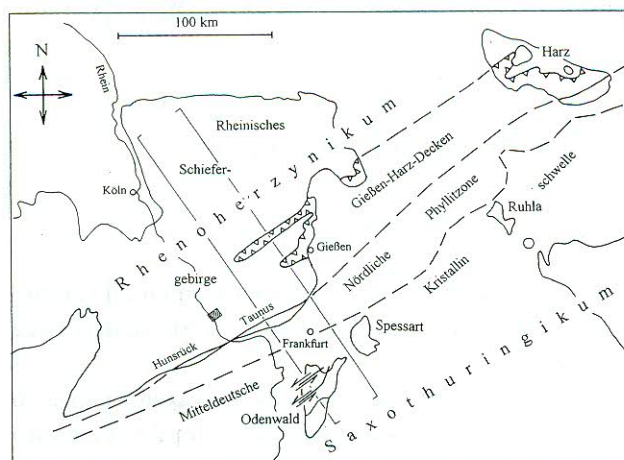


Fig. 2. – Carta semplificata di un settore dell'Europa centrale in epoca Varistica (da FRANK 1989, aggiornata da KROHE 1991). Parte tratteggiata: territorio della Loreley.

– Simplified map of a part of central Europe during Variscan epoch (by FRANK, 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 ruscigliamento 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 disgregabili (zirconio 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 rinvengono 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 rinvengono 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 rinvengono 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-

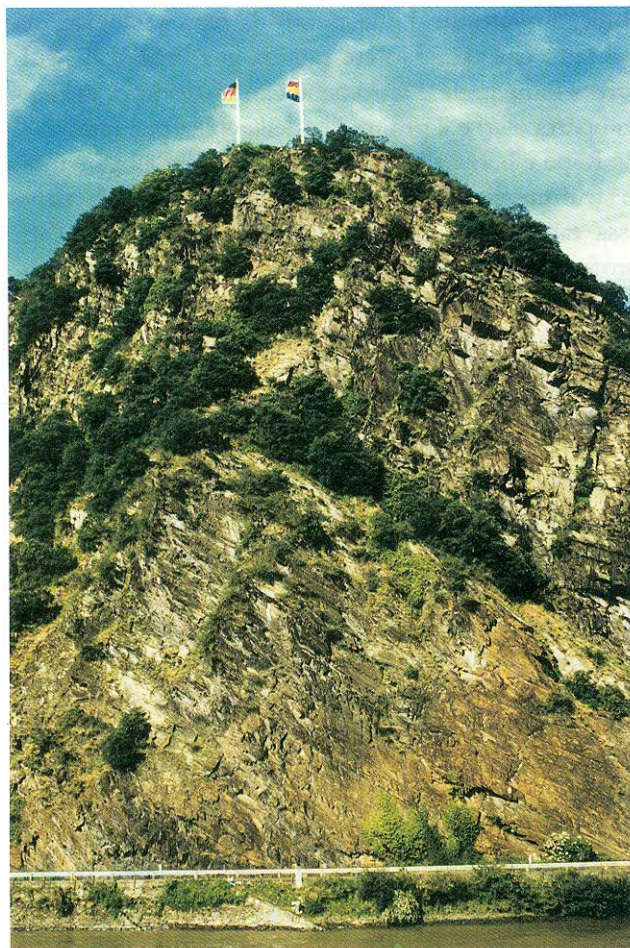


Fig. 4. – Foto della Rupe della Loreley vista da W (fatta dall'autore nel 1995).

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

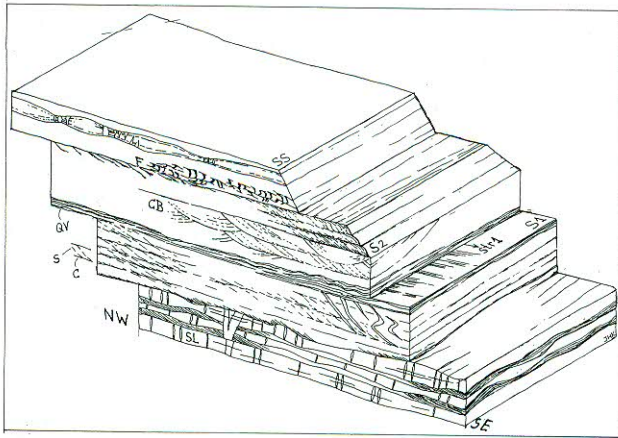


Fig. 5. - Schizzo dettagliato della Rupe della Loreley (da KRÜHL in ZURRU & KRÜHL 1996). Per una descrizione più approfondita si rimanda al testo.

- Detailed sketch of Loreley Cliff (from KRÜHL in ZURRU & KRÜHL, 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 rinvencono 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.

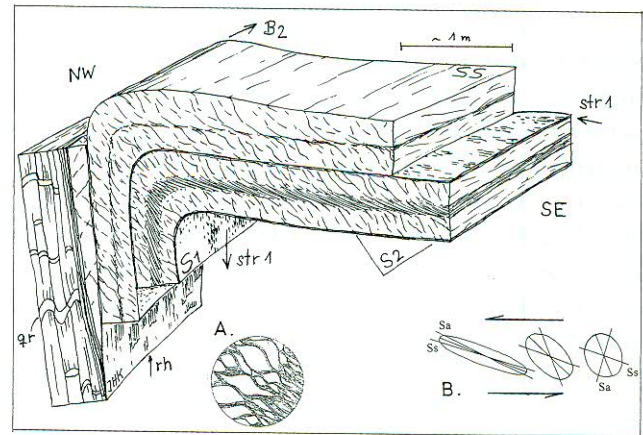


Fig. 6. - Disegno schematico della piega di Spitznack (da KRÜHL in ZURRU & KRÜHL 1996). Mostra le strutture che si sono formate durante la compressione NW-vergente dei sedimenti devoniani. Prima fase deformativa: parallela alla stratificazione SS è la scistosità S1, sulla quale si ritrovano delle strie 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 KRÜHL in ZURRU & KRÜHL 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 allungate).

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 rinvengono 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 GEOTOPPI

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. Perdipiù 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.

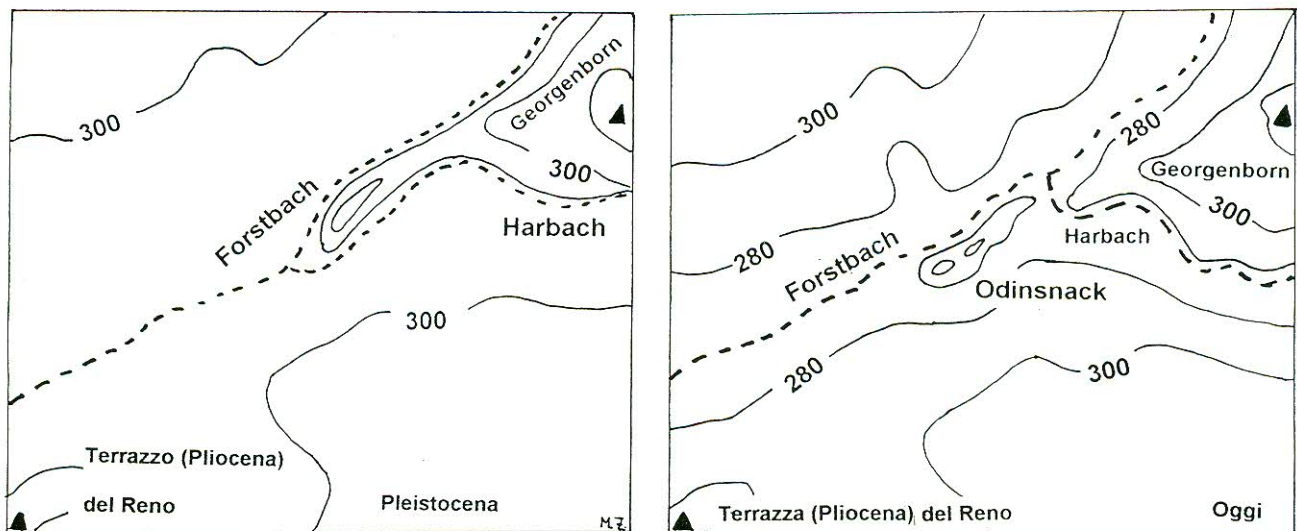


Fig. 7. - Carta d'insieme della probabile formazione della valle di Odinsnack, dal Pliocene ad oggi.

- 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 Lorelei-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., HEINRICH 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 Mittelbeinterrassen*. - In: Catena **4**, S. 385-408, Gießen.
- BIBUS E. (1980) - *Zur Relief, Boden- und Sedimententwicklung am Unteren Mittelbein*. - Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D, **1**, 296 S., Frankfurt am Main.
- BOENIGK W. (1990) - *Die pleistozänen Rheinterrassen 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 Verwitterungssdecke (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 tormaline 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 plurimillennaria 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 fed 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 philosophy” 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, Hauy, 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 Ginevra, 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 (Ginevra) shut down, thus ending up a trimillennaire 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 fnt. the overlying Calcare Cavernoso fnt.
- 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, arsenopyrite, chalcopyrite, 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 Polverai**o).
- b) Skarn bodies with sodic amphibole (ferropargasite), garnet, plagioclase (ilmenite, ferrotremolite...) within “Calamita Gneisses”, in close association with aplitic dykes (e.g.: **Ginevra, 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 quartzmonzonitic 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.

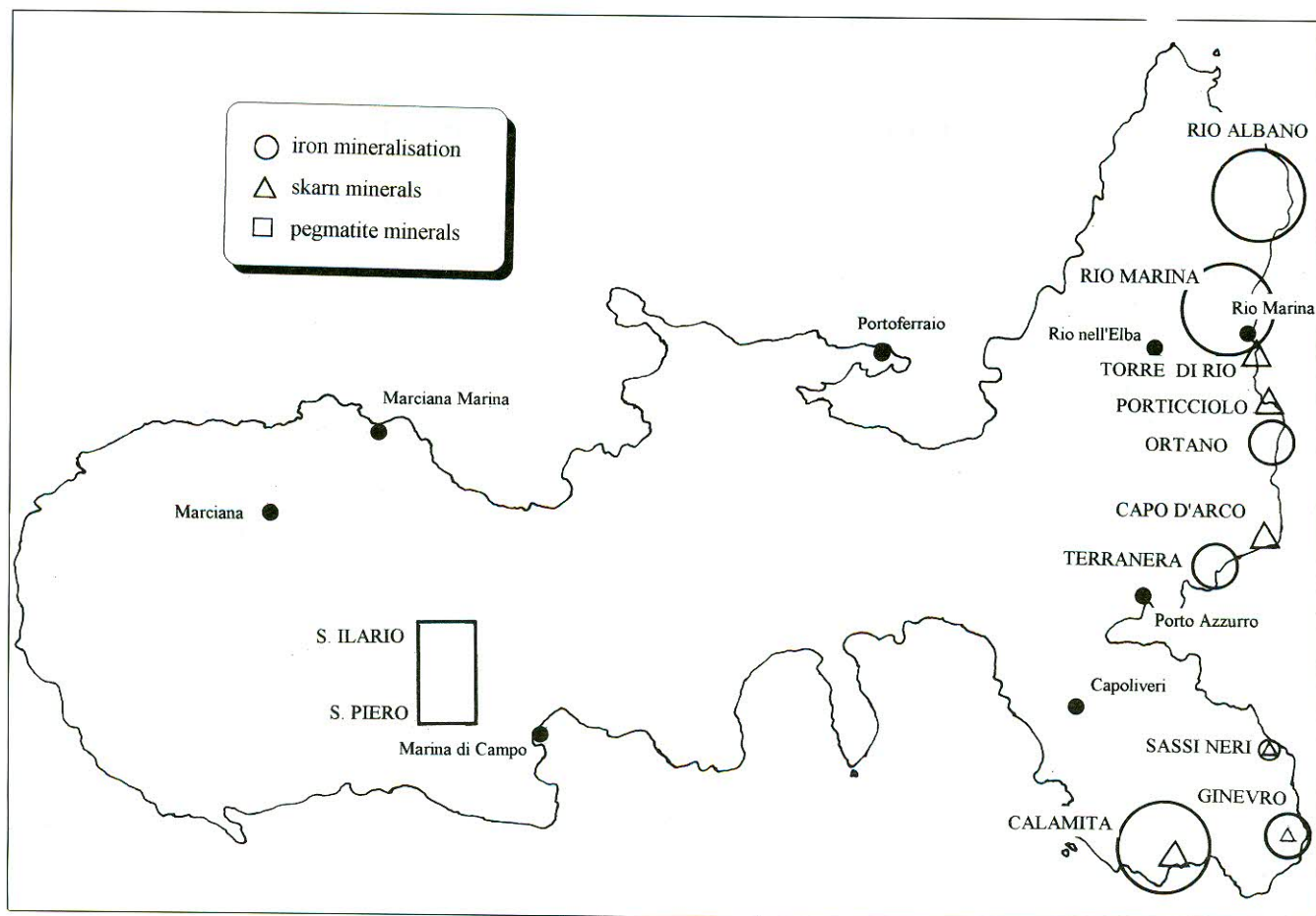


Fig. 1. – Location of the most important mineralogical areas of Elba Island.

– 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" AUCTT). 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 adjoining 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 Polverario, 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'Ebbero (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 Polverario (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-hématite 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.
- PRATURLON 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.