

**LE RISORSE METALLIFERE E LAPIDEE DELL'ISOLA D'ELBA.
FATTORI GEOLOGICI PREDISPONENTI, CENNI STORICI SUGLI UTILIZZI,
PROSPETTIVE DI TUTELA E VALORIZZAZIONE**

Dott.ssa Emanuela Ferretti

**Tutor: Dott.ssa Myriam D'Andrea
Cotutor: Dott. Flavio Capitanio**

Indice

1. Introduzione: finalità e metodologie di studio	pag.1
2. Presenza di reperti minerali e lapidei elbani nelle Collezioni APAT	pag. 3
2.1 Minerali	pag. 3
2.2 Materiali lapidei	pag.4
3. Inquadramento geologico, tettonico e petrologico	pag. 5
3.1 Caratteri geologici generali	pag. 5
3.2 Tettonica e stratigrafia	pag.7
3.3 Tettonica e metallogenesi	pag. 13
4. I giacimenti ferriferi	pag. 16
4.1 Studi e teorie metallogeniche sull'Isola d'Elba	pag. 16
4.2 Le miniere di Rio Marina-Rio Albano-Calendozio	pag. 28
4.3 La miniere di Capo Calamita	pag. 40
4.4 Le miniere del Ginevro	pag. 49
4.5 Intrusioni e minerali connessi: il plutone di Monte Capanne	pag. 51
5. Storia ed economia dello sfruttamento	pag. 54
6. Prospettive di tutela e valorizzazione	pag. 72
Referenze bibliografiche	Pag. 79

“Le risorse metallifere e lapidee dell’isola d’Elba.

Fattori geologici predisponenti, cenni storici sugli utilizzi, prospettive di tutela e valorizzazione”

1. Introduzione: finalità e metodologie di studio

Il presente lavoro è dedicato al Distretto minerario elbano, il più importante in Italia e celebre nel mondo sia per quantità e qualità dei materiali estratti, sia per l’influenza che l’attività estrattiva sviluppatasi in questa piccola isola ha avuto per la storia dell’intero bacino mediterraneo.

L’Isola d’Elba, infatti, ha fornito minerali di ferro fin dall’epoca protostorica, e l’estrazione e la lavorazione di questo metallo fu uno dei fattori economici portanti della civiltà etrusca.

Inoltre, non va dimenticato il fatto che il “granito” elbano ha costituito un materiale da costruzione largamente utilizzato a partire dai Romani fino ai giorni odierni, materiale per altro molto apprezzato per le ottime qualità litotecniche.

Data l’estrema vastità e complessità dell’argomento, ricco di interconnessioni con altre discipline sia scientifiche sia umanistiche, con notevoli risvolti che dal campo geologico passano a quelli storico, archeologico ed artistico, ma anche economico e sociale, nel presente lavoro si è deciso di partire dal fattore fondamentale: il territorio e la sua geologia. Infatti, la peculiare costituzione geologica dell’Isola d’Elba, dalla quale deriva l’eccezionale concentrazione di molteplici tipi di rocce e minerali in uno spazio estremamente ristretto, è alla base della sua ricchezza mineraria.

Scopo del presente studio, quindi, è quello di illustrare come l’evoluzione geologica dell’Isola d’Elba abbia portato alla messa in posto di mineralizzazioni e materiali litoidi utili per l’Uomo. Dopo aver definito i principali caratteri geologici ed i loro rapporti con la metallogenesi, sarà descritta la storia dello sfruttamento minerario dell’isola, con particolare riguardo agli aspetti macroeconomici. Infine, saranno tracciate le prospettive di valorizzazione di questo patrimonio minerario, ormai in massima parte dimesso, alla luce dell’attuale stato normativo.

I dati utilizzati nel presente studio derivano da un accurato lavoro di ricerca bibliografica. Si deve considerare, infatti, che la bibliografia a carattere geologico e mineralogico sull’Isola d’Elba è vastissima, dal momento che comprende oltre trecento tra articoli e monografie.

La ricerca bibliografica è stato eseguito nelle principali biblioteche a carattere sia scientifico che archeologico presenti in Roma:

- Biblioteca del Dipartimento di Scienze Geologiche dell’Università “La Sapienza”;
- Biblioteca del Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade di Geologia applicata dell’Università “La Sapienza”;

- Biblioteca Centrale di Economia e Commercio dell'Università "La Sapienza";
- Biblioteca del Dipartimento di Scienze Storiche ed Archeologiche ed Antropologiche della facoltà di Lettere dell'Università "La Sapienza";
- Biblioteca del Dipartimento di Biologia vegetale dell'Università "La Sapienza";
- Biblioteca del Dipartimento di Matematica "Guido Castelnuovo" dell'Università "La Sapienza"
- Biblioteca del Consiglio Nazionale delle Ricerche;
- Biblioteca dell'École Française presso palazzo Farnese;
- Biblioteca A.P.A.T.

Un ringraziamento speciale va al sig. Agostino Virga, della Biblioteca del Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade di Geologia applicata dell'Università "La Sapienza" per l'importante aiuto fornito nella ricerca di alcuni testi antichi ed introvabili, per la passione nel suo lavoro, per i preziosi consigli e, soprattutto, perché "memoria preziosa dei luoghi";

2. Presenza di reperti minerali e lapidei elbani nelle Collezioni APAT

Numerosi campioni di minerali e rocce, provenienti dalle più note località di rinvenimento dell'Isola d'Elba, sono presenti nelle Collezioni Geologiche e Storiche dell'APAT, ereditate dal Servizio Geologico d'Italia. In particolare, dette raccolte afferiscono al Dipartimento per le Attività Bibliotecarie Documentali e per l'Informazione, Servizio Attività Museali, Settore Collezioni Litomineralogiche.

2.1. Minerali

Per quanto riguarda i minerali utili, sono presenti i seguenti campioni, appartenenti quasi esclusivamente alla *Collezione di Mineralogia Sistemática*:

- n. 9 campioni di **ematite**, di aspetto cristallino, talora associata ad pirite e quarzo, provenienti dalle località di Capo Calamita, Rio Marina e Vigneria (n. inv.: 454.M, 506.M, 514.M, 515.M, 518.M, 524.M, 526.M, 529.M, 3/364);
- n. 2 campioni di **magnetite**, di aspetto massivo, provenienti dalle località di Cala Ginevra e Capo Calamita (n. inv.: 2164.M, 2369.M);
- n. 3 campioni di **pirite**, di aspetto cristallino, talora associata ad ematite, provenienti dalla località di Rio (n. inv.: 446.M, 447.M, 491.M);
- sono inoltre presenti un campione di calcopirite, uno di goethite, uno di pirolusite ed uno di ilvaite.



Fig. 1_ Ematite (n. inv. 3/364, Collezione Fenomeni geologici). Ammasso (circa 30 x 25 x 17 cm) di ematite lamellare ("ferro oligisto") in aggregati a rosetta ("rosa di ferro"). Sono associati cristalli di pirite pentagonododecaedrici perfettamente formati, di dimensioni centimetriche.

2.2. Materiali lapidei

Per quanto riguarda i materiali lapidei, sono presenti i seguenti campioni:

- n. 5 campioni di **granito**, di cui uno porfiroide e gli altri equigranulari, provenienti dagli scavi del Palatino, del Quirinale o del Colosseo (n. inv.: da 140.D a 144.D). Essi appartengono alla *Collezione Pescetto*. La raccolta venne realizzata da Federico Pescetto intorno al 1870 ed è costituita da “marmi antichi”, provenienti cioè da scavi archeologici e antiche cave, in massima parte di epoca romana. I campioni hanno la forma di parallelepipedi con spigoli di $20 \times 10 \times 5$ cm, lucidati su cinque facce. Le dimensioni dei reperti risultano tra le maggiori che si conoscano per questa tipologia di raccolte;
- n. 1 campione di **granito**, proveniente dalla località di Marciana (n. inv. 5520.D). Esso appartiene alla *Collezione regionale materiali decorativi* in blocchetti. La Collezione comprende campioni rappresentativi dei materiali cavati nel Regno d'Italia immediatamente dopo l'unificazione. I reperti hanno la forma di parallelepipedi con spigoli in genere di $20 \times 10 \times 5$ cm, per lo più lucidati su diverse facce. Il primo nucleo di questa raccolta fu presentato all'Esposizione Internazionale di Vienna del 1873;
- n. 16 campioni di **granito**, di cui alcuni porfiroidi ed alcuni a tormalina, proveniente dalle località di Campiglia Marittima, Campo nell'Elba, Marciana e Portoferraio (n. inv.: 3106.L, 4357.L, 4425.L, 4650.L, 4660.L, 12013.L, 16594.L, 20432.L, 20700.L, 20702.L, 20704.L, 20706.L, 20712.L, 20717.L, 20732.L, 20804.L). Essi appartengono alla *Raccolta Carta Geologica d'Italia*. Questa raccolta, che comprende circa 40.000 reperti, è il risultato del lavoro di rilevamento propedeutico alla redazione della cartografia geologica ufficiale, lavoro protrattosi, in più riprese, per oltre centotrenta anni.



Fig. 2_ Granito dell'Elba o “Granitello antico” (n. inv. 144.D, Collezione Pescetto di marmi antichi). Blocchetto di $20 \times 10 \times 5$ cm, lucidato su cinque facce, proveniente da Seccheto.

3. Inquadramento geologico, tettonico e petrologico

3.1. Caratteri geologici generali

“L’Elba cha da’ Latini *Ilva*, da’ Greci *Aetholia* fu chiamata, è una piccola isola del mare mediterraneo situata tra le coste della Toscana, e la Corsica. Essa per Greco è precisamente in faccia a Piombino, ed è alle adiacenze marittime, che ha questa città verso levante; e da questa è distante circa dieci miglia fiorentine: nel qual spazio è racchiusa quella porzione di mare, o di canale, che dalla città medesima prese il nome: canale che a’ naviganti suol dare non piccola noja” (Pinna, 1777).



Fig. 3 _ L’isola d’Elba (da Pinna, 1777).

L’Isola d’Elba, terza fra le isole italiane per dimensione, e la più grande dell’Arcipelago Toscano, si configura con una morfologia piuttosto articolata con coste frastagliate, alte e basse, sabbiose e rocciose, cale e promontori, fra cui il più alto è Monte Capanne a quota 1018 m s.l.m.. Il Monte Capanne, che costituisce e caratterizza la porzione occidentale dell’Elba, è un plutone granodioritico databile al Miocene superiore: datazioni K/Ar e Rb/Sr indicano 7 M.a. (Bonatti, 1965).

Geologicamente l'isola d'Elba appartiene all'Appennino settentrionale. Non sono stati rinvenuti sull'isola depositi marini appartenenti al Neogene, fenomeno, probabilmente, legato ad una recente subsidenza dell'isola.

Dall'analisi della flora e della fauna del Miocene superiore deriva che la Corsica e le altre isole dell'Arcipelago Toscano erano collegate alla porzione continentale; la comunicazione terrestre fu interrotta nel Pliocene, per ripristinarsi durante la glaciazione di Mindel nel Quaternario.

Considerata ancora valida, la carta geologica al 25.000 del Lotti (1886) individua il terreno più antico affiorante all'Elba in quello costituito da una serie di rocce metamorfiche varie definite "gneiss di Calamita", e fra i terreni poggianti su questi gneiss vale la pena ricordare gli "*scistes lustrés*", che l'Autore assimila alla serie omonima presente nelle Alpi occidentali ed in Corsica ed assegna temporalmente al Mesozoico. In essi compaiono termini diversi, ma l'insieme presenta caratteri eterogenei nei rapporti fra i diversi elementi; la struttura d'insieme è fluitale, dovuta, probabilmente, a moti di traslazione di una massa eminentemente plastica, inglobante meccanicamente lembi di rocce varie.

Gli "*scistes lustrés*" rappresentano una coltre di ricoprimento, l'età della loro dislocazione è ante-carbonifera o pre-ercinica (Beneo, 1952).

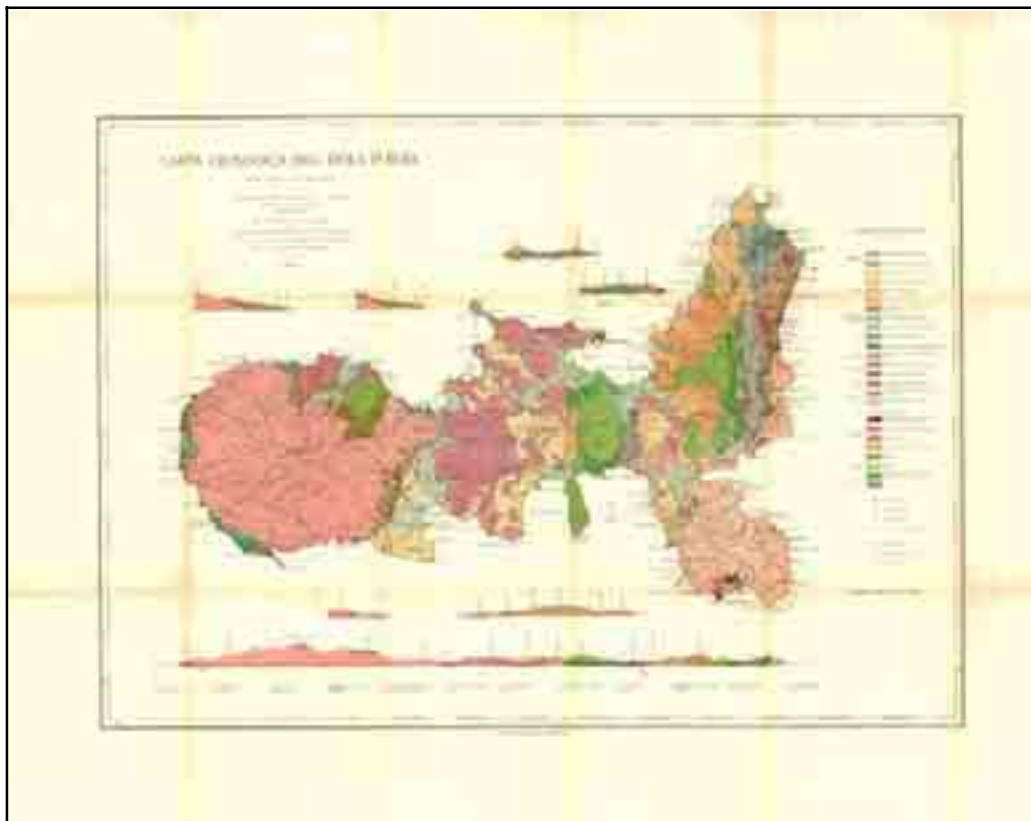


Fig. 4 _ Carta geologica dell'isola d'Elba (da Lotti, 1886).

3.2. Tettonica e stratigrafia

Dal punto di vista tettono-stratigrafico, nell'Isola d'Elba è possibile distinguere cinque complessi (Trevisan, 1950) che a partire dalla base sono (Bonatti, 1965; Barberi *et alii* 1969; Pandeli 1996):

COMPLESSO I (Complesso di Monte Calamita)

Costituito in prevalenza da una potente formazione scistosa (**gc**) con all'interno sporadiche intercalazioni anfibolitiche e quarzitiche, all'interno della quale si rinvencono vene e filoni granitici ed aplitici con rare zone pegmatitiche (area di Porto Azzurro), su cui poggiano in discordanza alcuni lembi calcarei termometamorfosati.

E' il prodotto di un metamorfismo termico di grado medio-alto su rocce sedimentarie di tipo arenaceo o argilloso. In letteratura sono noti come "gneiss di Calamita" al cui interno è possibile individuare due fasi metamorfiche, una di tipo regionale ed una successiva termica.

Da un punto di vista petrografico sono stati individuati scisti muscovitico-biotitici ad andalusite, nella parte bassa della serie, e scisti muscovitico-biotitici con metablastesi plagioclasica; i minerali individuati all'interno di queste rocce sono: quarzo, biotite e sericite, e subordinate andalusite ed albite, in prossimità dei filoni aplitici si rinvencono sillimanite e cordierite (indici di un grado di metamorfismo più elevato) e ortoclasti e plagioclasti acidi.

Tale complesso è considerato autoctono in quanto il più basso affiorante nell'isola e non è nota la sua base stratigrafica.

Gli scisti muscovitico-biotitici ad andalusite nella parte bassa della serie potrebbero essere datati al Paleozoico, mentre, gli scisti muscovitico-biotitici con metablastesi plagioclasica potrebbero corrispondere al Verrucano (Ladinico-Carnico).

Questa unità è separata dagli altri complessi soprastanti, caratterizzati da una generale giacitura embricata immergente verso occidente, da una superficie cataclastico-milonitica, generalmente poco inclinata ("Faglia di Zuccale" Auctt.) che tronca i filoni aplitici presenti nelle metamorfiti dell'Unità di Monte Calamita.

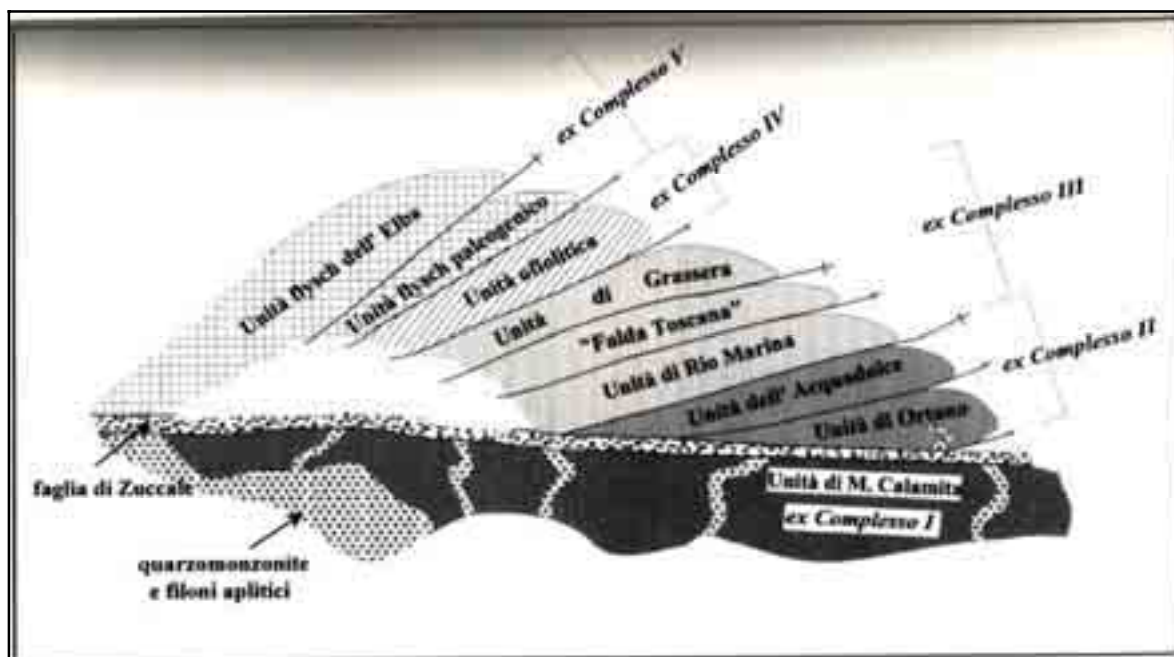


Fig. 5 _ Nuovo schema delle unità tettoniche elbane proposto da Corti *et alii*, 1996.

COMPLESSO II (Valle di Ortano e Caldana)

Questo complesso è stato correlato da Trevisan (1951), da Boccaletti *et alii* (1977), da Barberi *et alii* (1969) e da Keller e Pialli (1990), con la successione metamorfica paleozoica-terziaria delle Alpi Apuane.

Il complesso è suddiviso in due unità da un orizzonte cataclastico ("calcari dolomitici a cellette" Auctt.). A partire dal basso si ha:

UNITA' DI ORTANO: costituita da una successione epimetamorfica di filladi cornubianitizzate con livelli quarzitici ("Scisti di Ortano" Auctt.).

Sono state correlate con le formazioni dell'Ordoviciano delle Alpi Apuane e della Sardegna centrale.

UNITA' DELL'ACQUADOLCE: costituita da marmi e calcescisti passanti superiormente a filladi quarzose e arenarie metamorfiche; la successione è chiusa da un sottile strato di serpentinite.

All'interno di questa unità è stata individuata un'associazione fossilifera del Cretaceo inferiore analoga a quella delle argille a Palombini del Complesso IV: ciò ha portato Duranti *et alii* (1992) a considerare tali litologie come Liguridi metamorfosate e deformate dalle intrusioni magmatiche del Messiniano-Pliocene inferiore. Tuttavia, datazioni radiometriche $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ forniscono un'età di 19-20 M.a.: ciò porta a ritenere che la scistosità di tali sedimenti sia correlabile con gli eventi metamorfici del Miocene inferiore.

Queste informazioni hanno indotto Corti (1996) ad attribuire queste rocce e la sottile fascia a serpentine che chiude in alto l'unità, all'Unità dei Calcescisti con Ofioliti o "*scistes lustrés*" del Dominio Ligure-piemontese.

In dettaglio, nel Complesso II possono essere distinti a partire dal basso:

go: scisti macchiettati, grafitosi e con livelli arenacei, termometamorfici; tali scisti, in analogia con la Serie Toscana, sono attribuiti al Carbonifero superiore. Al di sopra si trovano porfiroidi e scisti porfirici attribuibili al Permiano inferiore.

Tc: calcari dolomitici, gialli, termometamorfici, in strati di 30-40 cm, noti come il "marmo giallo a periclasio della Caldana". Età: Norico-Retico per analogia con la serie evaporitica toscana.

G: nella porzione inferiore si presentano come calcare massiccio saccaroide (marmo), bianco-giallastro. Età: Hettangiano

Superiormente passano a calcari cipollini e calcescisti derivanti da intercalazioni di calcari marnosi e marne per metamorfismo termico. Età: Lias.

Cf: filladi con lenti e banchi di calcescisti corrispondenti ai livelli calcareo-marnosi a *Posidonia alpina* della Toscana. Età: Dogger.

Σ: placche di serpentiniti tettonizzate.

COMPLESSO III (Rio Marina-Cavo)

E' stato suddiviso in tre unità, che a partire dal basso sono:

UNITÀ DI RIO MARINA: con alla base dei sedimenti metamorfici del Carbonifero-Permiano ("Formazione di Rio Marina" Auctt.) sui quali poggiano, in continuità stratigrafica, le successioni anagenitico-quarzitiche e filladiche del Verrucano (Trias medio?-superiore?).

FALDA TOSCANA: rappresentata da una successione non metamorfica di tipo "toscano" che include al di sopra dell'orizzonte basale di brecce tettoniche vacuolari ad elementi calcareo-dolomitici ("Calcare cavernoso" Auctt.), calcari dolomitici con intercalazioni marnose ("Calcari a *Rhaetavicula contorta*" del Trias superiore), calcari mal stratificati ed oolitici ("Calcare massiccio" del Lias), calcari selciferi talvolta nodulari ("Calcari selciferi" e "Rosso ammonitico" del Lias medio-superiore) e calcari localmente selciferi con intercalazioni marnose e brecce sedimentarie ad elementi calcarei ("marne a Posidonia" p.p. del Dogger).

UNITÀ DI GRASSERA: è un'unità di incerta collocazione stratigrafica e paleogeografia, ed è costituita da argilloscisti/filladi siltose varicolori, di possibile provenienza ligure o ligure-piemontese.

In dettaglio, nel Complesso III a partire dal basso verso l'alto possono distinguersi:

Cs: scisti quarzoso-sericitici con quantità variabili di muscovite, biotite, clorite, feldspati e livelli carboniosi, arenarie quarzifere con conglomerati quarzosi. Il grado di metamorfismo aumenta dai sedimenti settentrionali verso quelli più meridionali, dove sono stati rinvenuti scisti ad andalusite

Età: Carbonifero superiore, in base alla presenza fossile analizzata da De Stefani nel 1894.

Tv: conglomerati quarzosi con quarzo rosa, arenarie quarzitiche, scisti quarzitici e filladici, livello trasgressivo e discordante con i terreni carboniferi. Età: Ladinico e Carnico per analogia con la serie del Verrucano dei Monti Pisani.

Td: Calcari più o meno cavernosi e a cellette, con passaggi eteropici a calcari neri e strati di marne a *Rhaetavicula contorta* nella zona del Cavo. Età: Norico-Retico.

Gc: calcare massiccio bianco-grigio chiaro e rosato. Età: Hettangiano.

Calcari stratificati, bianchi, selciferi, grigio scuro, calcari rossicci e rosei nodulari, stratificati. Età: Hettangiano sup.(?)- Domeriano inf.

Calcari selciferi stratificati di colore grigio chiaro. Età: Lias superiore.

Gm: inferiormente argille marnose sottilmente stratificate di colore grigio chiaro-grigio verdastro passanti verso l'alto ad argille marnose rosse, verdi, grigio-verdastre con vene di quarzo. Nella parte superiore sono presenti sporadici livelli di calcari selciferi. Età: Dogger.

I Complessi II e III sono costituiti da formazioni analoghe a quelle della Serie Toscana.

COMPLESSO IV, è il complesso alloctono delle argille scagliose ofiolitifere, non metamorfico nell'Elba orientale, di basso grado nella parte centrale dell'isola (Golfo della Stella).

E' caratterizzato dalle rocce ofiolitiche del basamento oceanico tetideo sulle quali poggiano sedimenti vulcanici (pillows basaltici) e sedimentari di età giurassico-cretacea.

Alcuni Autori ipotizzano una situazione di *trapped oceanic crust* (Pandeli *et alii*, 1996).

In ordine di sovrapposizione troviamo:

Σ: serpentiniti lherzolitico-harzburgitiche.

Γ: gabbro con sporadici ammassi di aplite gabbrica (**Γα**) affiorante nella zona di Monte Orello e Golfo di Lacona.

Δ: diabasi massicci ed in *pillow*.

Gd: radiolariti calcarifere sottilmente stratificate rosse o nerastre, talvolta mangesifere con spessori di ca. 150 m. Età: Malm.

Cc: calcari stratificati bianchi, rosei e grigi, verdastri, sublitografici con Calpionelle. Età: Titonico superiore-Cretaceo inferiore per la presenza di *Calpionella alpina*, *C. elliptica* e *calpionellites darderi*.

Ca: argilloscisti siltosi con intercalazioni di calcari silicei a palombini, al di sotto si rinvencono arenarie. Età: Cretaceo medio-inferiore.

COMPLESSO V, occupa quasi la totalità dell'Elba centrale, è noto in letteratura come il "Flysch dell'Elba".

E' costituito dall'insieme di due formazioni: quello geometricamente inferiore (**Ef**, "Flysch paleogenico"), che comprende terreni del Paleocene-Eocene, è costituito prevalentemente da argille con strati calcarei, calcareo-marnosi ed arenarie. All'interno dei calcari sono state rivenute microfaune terziarie di tipo paleocenico con Globigerine, Globorotalie ed Heterohelici. Sono presenti anche breccie ofiolitiche, microbreccie calcaree e microforaminiferi eocenici (Nummuliti, Discocyclina, Globigerine e Globorotalie).

La formazione geometricamente superiore (**Cf**, "Flysch dell'Elba" s.s. o "Flysch ad Elmintoidi" Auctt.) è riferibile al Cretaceo superiore ed è costituita da calcari marnosi e marne grigio-scure, arenarie calcarifere e quarzoso-feldspatiche. Nei calcari e nelle arenarie sono stati rinvenuti microfossili cretacei quali *Pithonella ovalis*, *Heteroelix* sp., Globigerine, Hantkeninidae, *Globotruncana* sp.

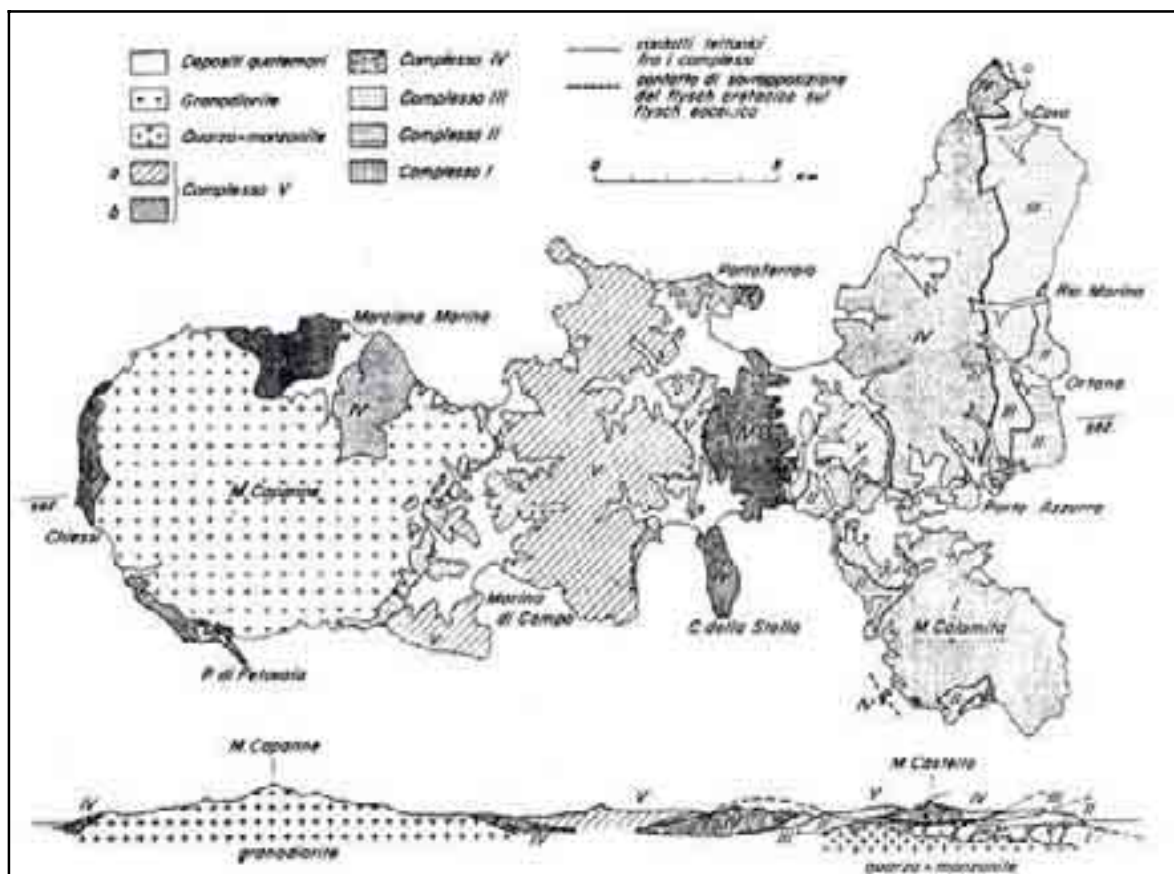


Fig. 6 _ Distribuzione dei cinque complessi tettonici dell'Isola d'Elba (da Barberi *et alii*, 1969).

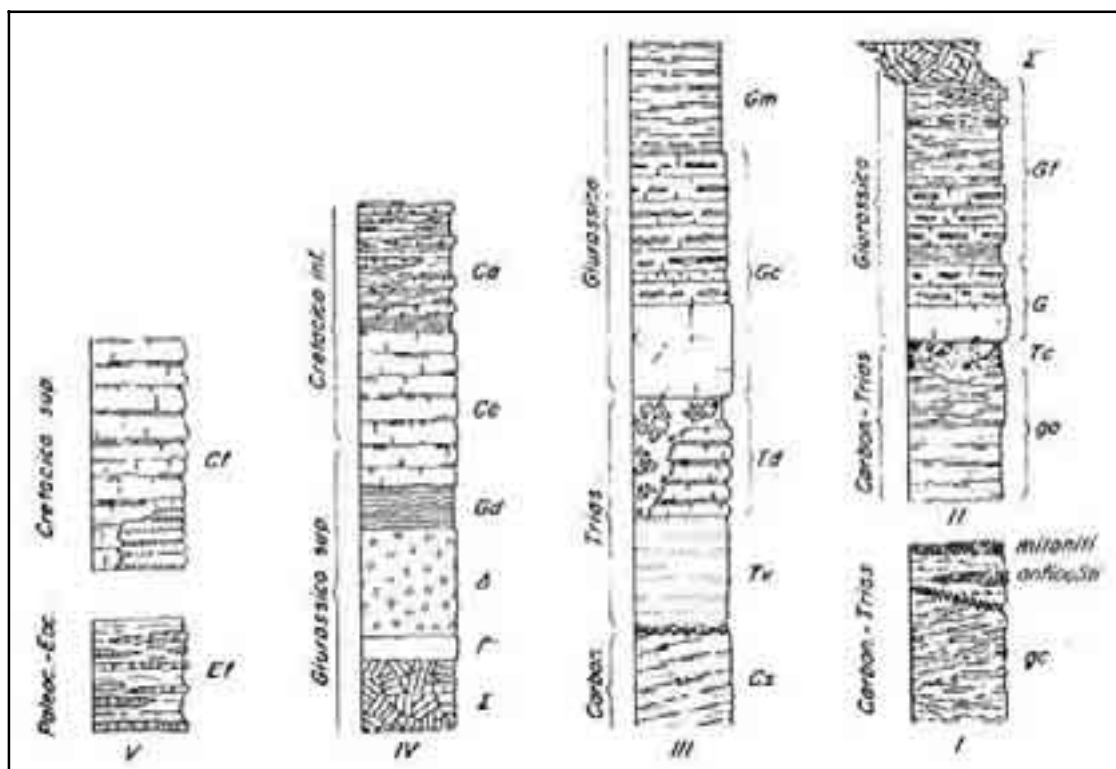


Fig. 7 _ Colonne stratigrafiche dei cinque complessi tettonici dell'Isola d'Elba (da Barberi *et alii*, 1969).

Dalle ricerche minerarie condotte da Beneo nel 1952 si può sintetizzare come all'Elba sia presente una serie metamorfica composta da rocce cristalline suddivisibile in due parti:

- ✓ in basso gli “Gneiss di Calamita”,
- ✓ in alto calcescisti o “scistés lustrés” in coltre di ricoprimento.

Su questa serie metamorfica poggia una serie non metamorfica costituita da terreni databili a partire dal Carbonifero.

Al di sopra di questa serie poggia una coltre “ofiolitica” o delle “Liguridi”.

Non ci sono dati che facciano ritenere possibile uno scivolamento della massa non metamorfica sui calcescisti.

Appurato che la coltre “ofiolitica” o delle “Liguridi” è certamente di età alpina, tutti i terreni sottostanti ad essa sono considerati autoctoni.

3.3. Tettonica e metallogenesi

Secondo quanto esposto da Penta nel 1952, nell'Isola d'Elba possono individuarsi due fasi tettono-metallogeniche:

- ✓ alla prima si possono attribuire i piccoli lembi mineralizzati di M. Perrone e di Procchio,
- ✓ alla seconda sono attribuiti i maggiori giacimenti dell'Elba orientale.



Fig. 8 _ Schema semplificato del Monte Capanne che illustra le principali caratteristiche geologico-strutturali (da Dini, 1996).

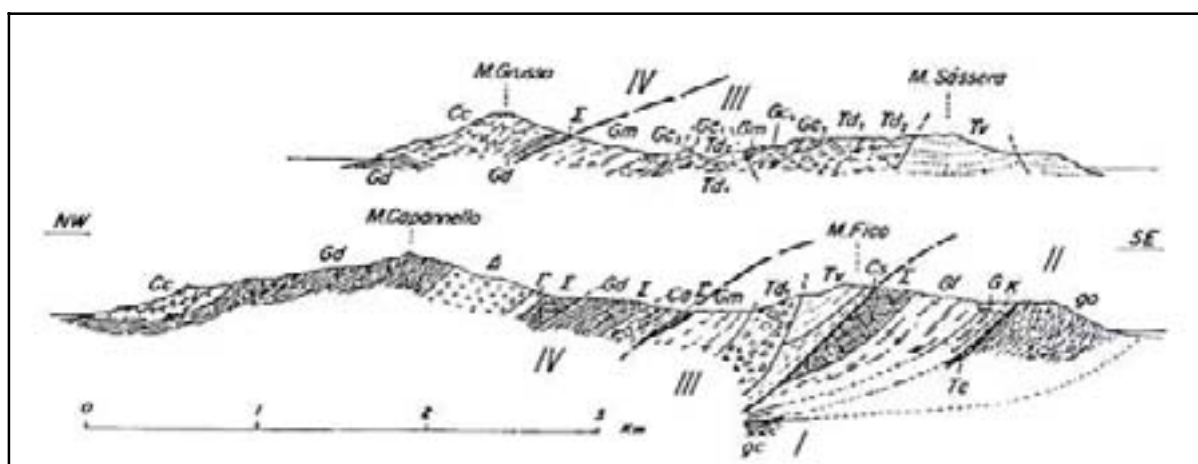


Fig. 9 _ Sezioni geologiche attraverso l'Elba orientale.

La sezione in alto mostra la sovrapposizione del complesso IV sul III.

La sezione in basso mostra i rapporti di sovrascorrimento dei complessi I, II, III.

La struttura sotto il Monte Fico è stata ricostruita sulla base di un sondaggio della Soc. Montecatini, che ha raggiunto verso i 650 m di profondità , sotto un sottile strato di marmo, le cornubianiti con quarzo e cordierite, tipiche del Complesso I (da Barberi *et alii*, 1969).

Nelle varie miniere della parte orientale dell'isola, il minerale utile si ricollega alle faglie dirette di questa seconda fase tettonica e le correnti mineralizzatrici risultano essersi propagate attraverso le brecce di frizione preesistenti ed appartenenti alla prima fase.

Le masse irregolari sia del minerale che degli skarn, che hanno sostituito in parte il calcare, si estendono seguendo l'andamento della stratificazione originaria e delle fasce brecciate legate alla prima fase tettonica: infatti, in tutte le miniere la mineralizzazione appare come il risultato di un'impregnazione lungo fasce cataclastiche prive di calcari.

Barberi *et alii* (1969) hanno individuato numerosi piani di distacco e di scivolamento leggermente inclinati, individuando cinque eventi tettonici:

- 1_ sovrapposizione della serie ofiolitica sopra quella toscana;
- 2_ scivolamenti gravitativi della copertura in direzione est;
- 3_ sollevamento del plutone granodioritico di Monte Capanne;
- 4_ sollevamento del corpo intrusivo dell'Elba orientale;
- 5_ fase di distensione tettonica.

Pandeli (1996) propone un quadro stratigrafico-strutturale distinto in tre stadi:

STADIO DI ACCREZIONE. Riferibile a tutti quegli eventi che hanno portato all'impilamento delle unità oceaniche liguri e liguri-piemontesi su quelle tosco-umbre, culminando con la tettonizzazione del paleomargine africano. L'inizio di questi eventi deformativo-traslativi può essere fatto risalire all'Eocene, almeno nell'area oceanica (limite superiore di età del "Flysch

paleogenico”); questi eventi sono, poi, proseguiti nell’Eocene superiore-Oligocene/Miocene inferiore durante la fase di collisione e di serraggio dei margini continentali europeo ed africano (Boccaletti *et alii*, 1980; Principi e Treves, 1984; Carmignani e Kligfield, 1990).

In corrispondenza con questa fase, le Unità di M. Calamita, Ortano, Rio Marina ed Acquadolce, ad affinità ligure-piemontese, hanno subita la fase metamorfica principale a livello regionale.

Sempre nel Miocene inferiore (Burdigaliano) gli “*scistes lustrés*” hanno terminato la loro traslazione sulle “Unità toscane”.

STADIO ESTENSIONALE PRE-INTRUSIONI. Legato alla risalita ed emersione dell’edificio orogenetico, probabilmente connesse con il riequilibrio isostatico successivo alle fasi di impilamento. Probabilmente questa fase è coeva alla fase distensiva nell’area tirrenica corrispondente all’apertura del Bacino Corso.

STADIO SIN-/POST-INTRUSIONI. Alla messa in posto dei corpi magmatici intrusivi si deve la fase termometamorfica elbana. La “Faglia di Zuccale” rappresenta la principale superficie di sovrascorrimento fra l’Unità di Monte Calamita ed il sovrastante embrice tettonico.

Questa fase traslativa finale è stata messa in relazione, da molti Autori, con lo scivolamento gravitativo delle unità tettoniche sul fianco delle intrusioni che si stavano innalzando.

Meno di 2 M.a. fa si devono essere originati i sistemi di faglie ad alto angolo ed ad andamento nord-sud ai quali sono legati i processi minerogenetici idrotermali che hanno portato alla formazione dei giacimenti di *skarn* nella porzione orientale dell’Elba.

4. I giacimenti ferriferi

4.1. Studi e teorie metallogenetiche sull'Isola d'Elba

Gli studi condotti da Stella, in collaborazione con Pullé, nel 1921 portarono alla conclusione di un'origine di tutti i giacimenti ferriferi dell'isola d'Elba ascrivibile ad una medesima serie di fenomeni di circolazione idrotermale.

Secondo tali studi, questi fenomeni hanno avuto la loro sede principale nei primi terreni incontrati dai fluidi, cioè nei terreni metamorfici di base, i quali, sottoposti più volte a movimenti orogenetici intensi, si fratturarono offrendo facile accesso alle soluzioni dei fluidi di provenienza profonda. Dopo aver attraversato la zona degli scisti gneissici, le soluzioni risalenti ebbero modo di espandersi lungo le superfici di contatto con le formazioni superiori o in seno a queste formazioni stesse, inducendovi anche trasformazioni d'ordine chimico quando la natura dei terreni si prestò a tali modificazioni.

Per quanto riguarda l'epoca di formazione dei giacimenti si è fatta questione se sia più probabile l'età post-eocenica o quella "oolitica".

La tesi a favore di un "periodo oolitico" fu sostenuta da Cortese negli studi del 1879-99. Egli aveva notato come non vi fossero terreni più giovani del Lias superiore interessati dalla mineralizzazione, negando l'esistenza di vene e di impregnazioni nei calcari e negli scisti eocenici di Cala Seregola, ammessa, invece, dal Lotti nel 1886, e confrontandoli con i terreni oolitici di Pazzano in Calabria ed altri analoghi.

Ancora, Cortese confermò nel 1936 il fatto che l'emanazione ferrifera fosse tutta della stessa età, permiana, non avendo interessato i calcari liassici inferiori, o quelli superiori, né quelli infraliassici.

Stella (1921), a seguito di sopralluoghi, affermò l'esistenza di impregnazioni di ossidi in questi terreni, le quali, forse, non sono così comprovanti come definito dal Lotti, perché in realtà potrebbero essersi formate successivamente per rimaneggiamento degli ossidi ferriferi presenti nei circostanti scisti liassici.

Anche se in altre località, come lungo la strada che da Rio conduce a Longone, si vedono filoni ferriferi attraversare nettamente le formazioni eoceniche sedimentarie e serpentinosi, non è improbabile che questi filoni debbano condividere l'origine dei giacimenti principali.

Secondo le più recenti ipotesi sulla tettonica elbana, sembra che i terreni in *facies* normale costituiscano una serie di trasporto la quale si sovrappose alla serie dei terreni metamorfici di età posteocenica, e questo confermerebbe l'origine recente dei giacimenti ferriferi elbani.

La caratteristica più saliente delle masse ferrifere dei giacimenti elbani è la diffusione generalizzata della limonite: di questo bisogna tener conto sia come effetto dello sfruttamento delle escavazioni sia dal punto di vista della genesi dei giacimenti stessi.

Gli studi e le analisi del Pullé (1921) sembrano confermare l'origine idrotermale dei giacimenti stessi così come proposto dal Lotti, che, a sua volta, aveva sviluppato le idee di Von Rath (1870) e di D'Achiardi (1872) che avevano intravisto il legame fra l'intrusione granitica miocenica ed i fenomeni metallogenici dell'Elba.

Il legame si precisa confrontando la silicatizzazione dei calcari metamorfici a contatto immediato con il granito e caratterizzati dalla seguente associazione mineralogica: pirosseno augitico, wollastonite, scapolite, humite, granato grossularico, vesuviana, con quella dei calcari mineralizzati a ferro caratterizzati dall'associazione: granato melanitico, pirosseno hedenbergitico, epidoto ferriero, ilvaite e clorite.

Questa associazione è più completa nel gruppo ferriero meridionale che trova continuità con i filoni granitici della costa, mentre, nei gruppi ferrieri settentrionali vi si sostituisce l'associazione quarzo-feldspato (adularia) con oligisto.

Ciò corrisponderebbe, oltre alla diversa natura delle rocce incassanti, anche a condizioni di temperature decrescenti man mano che ci si allontana dal contatto eruttivo.

La presenza di magnetite, oligisto, pirite associate con ed accompagnate da ganga scarsa di quarzo e scarsissima di carbonato indica l'intervento assolutamente prevalente di vapori di Cl, H₂S, H₂O ed in modo subordinato CO₂ come mineralizzatori di provenienza profonda, i quali hanno esplicato prima azioni pneumatolitiche, poi azioni più schiettamente idrotermali, in maniera via via prevalente da sud a nord, dove sparisce la magnetite ed alla pirite si associano minerali di galena e bismutinite.

La persistenza di sporadici silicati ferro-calciferi e di magnetite fino alla zona di Rio Albano, e la presenza di oligisto e pirite nelle masse ferrifere, escludono la diretta deposizione delle masse di limonite da soluzioni metallifere traboccate in bacini superficiali.

I depositi dei minerali di ferro dell'Elba ricadono all'interno di quelle formazioni sedimentarie o metamorfiche che hanno subito le azioni di termo- e chemio-contatto diretto od indiretto con il batolite granitico del Miocene inferiore e con il relativo corteo di dicchi differenziati (apliti e pegmatiti) ed indifferenziati (Penta, 1952).

Secondo gli studi e le analisi del Penta, possono distinguersi, in virtù dell'alterazione esterna e dell'erosione subita dai giacimenti, quattro tipi di depositi utilizzati:

1 _DEPOSITI PRIMARI PIROMETASOMATICI di ematite e magnetite;

1.1 _di METASOMATOSI PNEUMATOLITICA;

1.2_di METASOMATOSI PNEUMATOLITICO-IDROTERMALE;

2_ DEPOSITI DI LIMONITE (\pm Mn) SECONDARI;

3_ DEPOSITI CLASTICI ALLUVIONALI DI VALLI E SPIAGGE;

4_ DEPOSITI CLASTICI DELLE DISCARICHE.

Da un punto di vista generale, i giacimenti a *skarn* toscani (Tanelli, 1977) sono rappresentati dai depositi ad ossidi di ferro di Capo Calamita e Ginevro, dai depositi di pirite di Ortano e Noccioleta e da quelli a solfuri misti presenti a Campiglia Marittima ed a Massa Marittima.

Ed in generale, il ferro è presente, quasi esclusivamente, come magnetite pseudomorfa su ematite lamellare, rintracciabile all'interno come relitto. Gli studi di Cocco e Garavelli nel 1954 evidenziarono il fenomeno della "mushketovizzazione" all'Elba come caratteristico dell'ematite associata a silicati di *skarn*. Dunque, un fattore chiave dei depositi a *skarn* toscani è la presenza di ilvaite, ematite mushketovizzata e pirite; a Ginevro, in particolare, vi è la presenza di grossularia e ferropargasite.

Inoltre, i giacimenti di Capo Calamita e Noccioleta presentano delle caratteristiche paragenetiche peculiari e simili fra loro: in entrambi questi giacimenti l'ematite mushketovizzata sembra antecedente o coeva alla pirite, a sua volta in parte antecedente ai silicati.

L'associazione mineralogica di questi depositi è costituita da: hedenbergite, ilvaite, granato, epidoto, anfibolo, quarzo, calcite, anidride, ematite, magnetite, pirite, pirrotina, calcopirite, blenda e galena.

Le rocce incassanti degli *skarn* presentano un grado di metamorfismo termico che, mediamente, le conduce alle *facies* delle cornubianiti ad orneblenda.

Tanelli (1977) propose come modello genetico il seguente:

1_ un ambiente di formazione, aperto verso la superficie, con temperature decrescenti fra i 450 °C ed i 200 °C, e pressioni di poche centinaia di bar, con un campo di fugacità predominanti (f_{S_2} e f_{O_2}) tale da determinare la stabilità della magnetite e della pirite.

Indici di variazioni ricorrenti delle condizioni chimico-fisiche di formazione sono dati da alcuni aspetti quali: le tessiture che si presentano in generale a bande ricorrenti, con evidenti azioni di dissoluzione e rideposizione fra fasi a solfuri, nonché l'irregolare distribuzione del ferro nelle blende.

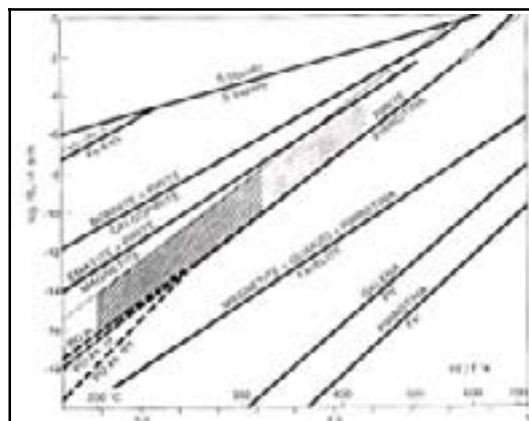


Fig. 10 _ Diagramma log f_{O_2} -t di alcune associazioni tampone di ossigeno (Ernst, 1966; Gustafson, 1968, 1974). La superficie ombreggiata indica il campo di formazione più probabile dello stadio a silicati degli skarn toscani (AND = andradite; MAG = magnetite; QTZ = quarzo; HED =hedenbergite; WOL = wollastonite).

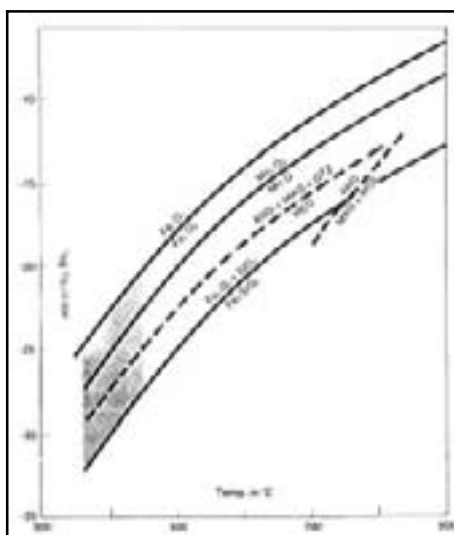


Fig. 11 _ Diagramma log f_{S_2} -t per alcune associazioni tampone di zolfo. Le curve 1 e 20 (in parte sovrapposta alla curva pirite-pirrotina) si riferiscono a blende contenenti rispettivamente l'1% ed il 20% mol di FeS (Barton e Toulmin, 1966; Barton, 1970; Scott e Kissin, 1973). La superficie ombreggiata delimita il campo di formazione più probabile dei giacimenti a skarn toscani. In questo campo il tratteggio delimita il campo di formazione dei minerali dello stadio a solfuri nei giacimenti di Campiglia Marittima e Niccioleta (POm = pirrotina monoclinica; PO es. or. = pirrotina esagonale ordinata; PO es. dis. = pirrotina esagonale disordinata).

2_ Il periodo di formazione dei “giacimenti a *skarn*” di sostituzione è posto nel Pliocene in associazione con il magmatismo acido della Toscana occidentale. Questi giacimenti hanno interessato i terreni dei complessi geometricamente inferiori (I e II).

3_ Gli elementi di sorgente sono posti nei depositi sedimentari ad “ossidi” e “solfuri” di Fe ed in minor misura Cu, Pb, Zn associati a formazioni carbonatiche, solfatiche e quarzoso-micacee (Verrucano s.l.), ricristallizzate, rimobilizzate e skarnizzate in conseguenza degli eventi di metamorfismo iniziati nel Miocene a livello regionale, i quali raggiunsero il culmine nel Pliocene con la messa in posto dei diversi stock granitici.

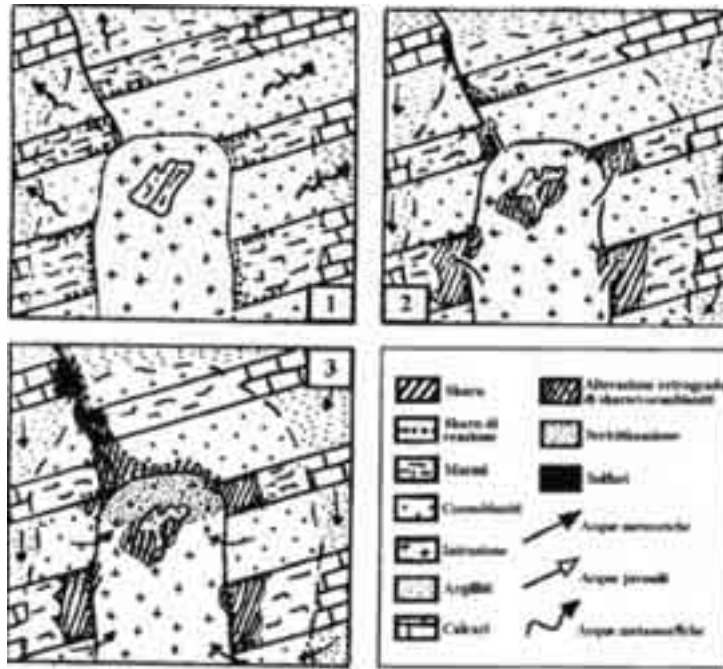


Fig. 12 _ Modello di formazione dei giacimenti di skarn (Benvenuti, 1996).

1) stadio termometamorfico; 2) stadio (progrado) di formazione dei minerali di skarn; 3) stadio (retrogrado) di alterazione idrotermale ed eventuale deposizione dei solfuri.

4_ I depositi sedimentari del Trias superiore di Capo Calamita ed Ortano sull'Elba e di Niccioleta in Toscana risultano localmente mobilizzati e skarnizzati, ed idealmente riconducibili a giacimenti termometamorfici.

Facendo riferimento alla genesi dei giacimenti metallici, questi possono essere suddivisi in: PIROMETASOMATICI e MESOTERMALI.

I GIACIMENTI PIROMETASOMATICI sono ubicati nelle zone di Torre di Rio, di Capo d'Arco e di Calamita inferiore.

I GIACIMENTI MESOTERMALI in fase idrotermale sono individuabili nei settori compresi fra le Fornacelle, Rio Albano, Conche, Rio Marina, Terra Nera, Capo d'Arco, e nella sezione nord-occidentale di Calamita.

Nonostante la differenza di genesi di questi due tipi di giacimenti, studi ed analisi hanno confermato che esiste un diretto legame fra essi, tanto che, se ci si limita a considerazioni di carattere puramente geologico, si possono considerare molto probabili le seguenti proposizioni:

1_ i giacimenti sono collegati topograficamente e cronologicamente all'intrusione granitica;

2_ la formazione dei giacimenti pirometasomatici e di quelli mesotermali è da attribuirsi ad una stessa azione mineralizzatrice anche se avvenuta in due

momenti diversi;

3_ i giacimenti pirometasomatici sono autoctoni e nell'autoctono;

4_ i giacimenti mesotermali sono anch'essi autoctoni e localizzati lungo un contatto tettonico.

Nel 1887, il Lotti portò avanti uno studio ed una comparazione con alcuni giacimenti ferriferi nel Banato, i risultati delle osservazioni furono confermati, successivamente, anche dal lavoro del Fabri (1887). Tali osservazioni mettevano in luce come:

1_ la posizione stratigrafica dei giacimenti ferriferi elbani sia collocata fra rocce silicee scistose, alla base, e rocce calcaree, al tetto;

2_ i componenti principali siano costituiti da ossidi di ferro, cui si accompagnavano, in quantità inferiori, altri minerali quali solfuri metallici (calcopirite, blenda, galena e pirite), minerali cobaltiferi, titaniferi ed arseniati;

3_ le masse ferrifere presentino stratificazioni in banchi con la medesima direzione ed inclinazione degli strati calcarei cui si associano;

4_ non si riscontrino in nessun luogo filoni iniettati;

5_ i solfuri si trovino, solitamente, alla base delle masse ferrifere o diffusi nei silicati;

6_ nel giacimento di Calamita si osservino vari frammenti calcarei disseminati nella massa pirossenica-ilvaitica, e poiché la disposizione di tali masse frammentarie e quelle dei loro strati sono in perfetto accordo con gli strati circostanti, questo confermerebbe che la tale roccia pirossenica-ilvaitica si sia formata per sostituzione sui calcari stessi, della quale i frammenti non ne sarebbero che i relitti;

7_ i giacimenti elbani siano presenti a diversi livelli stratigrafici:

Calamita, Calginevra, Terranera ed altri sono associati ai micascisti ed ai calcari presiluruiani,

Rio Marina agli strati presiluriani, permiani ed infraliassici,

Rio Albano e Calendozio sono posizionati fra le rocce permiane, infraliassiche, liassiche ed eoceniche;

8_ non sia visibile una relazione diretta fra i giacimenti ferriferi e le rocce granitiche.

Il Lotti, nel suo lavoro del 1887 conclude asserendo che i giacimenti ferriferi elbani sono indipendenti dall'età delle rocce incassanti e si sono formati nel Cenozoico per sostituzione chimica.

Il Toso, nei suoi appunti sui giacimenti ferriferi dell'Isola d'Elba del 1908, osservava come il carattere generale nella disposizione di questi ultimi fosse tale da formare una serie di ammassi superficiali affioranti e poggianti sugli scisti presiluriani, o sulle quarziti e sugli scisti permiani, e circondati in alcuni punti da banchi di calcari.

Gli ammassi metalliferi depositati in avvallamenti formati dagli scisti e dalle quarziti forniscono prevalentemente oligisto, mentre quelli che si sono depositi negli sprofondamenti prodotti da rotture subite dagli scisti, ricoperti dai soprastanti calcari infraliassici (come ad es. a Rio Marina ed a Rio Albano), sono formati in basso da oligisto, spesso friabile, ricoperto da ematite, a volte impregnata di quarzo.

Tutti i giacimenti di ferro presenti sull'Isola d'Elba sono chiaramente allineati lungo un sistema di faglie ad andamento nord-sud (Dimanche, 1971).

Ma questo sistema di faglie non sembra così importante in merito al rigetto, quanto al ruolo che le faglie stesse hanno giocato nella risalita dei fluidi responsabili della mineralizzazione.

Queste faglie mettono in contatto tettonico i depositi delle cornubianiti argillose dell'orizzonte litologico inferiore con quelli quarziferi dell'orizzonte litologico superiore.

I giacimenti della parte nord dell'isola si presentano come ammassi limonitici o a solfuri, quelli della parte a sud sono lenticolari e la magnetite e l'ematite sono accompagnate da diversi silicati di calcio e ferro.

La configurazione data dagli assi tettonici, nell'Elba orientale, dei complessi sedimentari orientati in direzione nord-sud ha permesso di individuare tre gruppi di miniere:

- a) Rio Marina- Rio Albano- Calendozio
- b) Capo Calamita
- c) Ginevro

Zuffardi (1990) ha definito i caratteri generali che presentano i depositi di ferro dell'Isola d'Elba:

- 1_ le concentrazioni di ferro si presentano generalmente stratoidi;
- 2_ le faglie che interessano i giacimenti minerali sono posteriori alle mineralizzazioni, quindi non hanno alimentato il processo;
- 3_ nelle brecce delle zone di frizione e sovrascorrimento sono presenti blocchi mineralizzati;
- 4_ i calcari cavernosi sono di origine evaporitica;

magmatico appenninico si sarebbero verificati i fenomeni di metamorfismo, metasomatosi e rimobilizzazione a vari livelli degli accumuli singenetici (Benvenuti, 1996).

Tuttavia, la genesi dei giacimenti di ferro dell'Isola d'Elba presenta ancora dei nodi da sciogliere:

- 1_ le relazioni fra *skarn*, intrusioni e giacimenti di Fe non appaiono mai particolarmente stringenti;
- 2_ fra rocce incassanti e mineralizzazioni sussistono, spesso, difficoltà nel caratterizzare l'età e la pertinenza paleogeografia di alcune formazioni che ospitano i giacimenti di Fe (Gneiss di Calamita, Calcari di Vigneria, Calcari cavernosi), anche se la maggior parte di esse sono collocate in un determinato orizzonte stratigrafico, indipendente dall'attuale pertinenza strutturale;
- 3_ quale sia l'entità, la tipologia e l'evoluzione dei processi di (ri)mobilitazione, quasi certamente all'evento appenninico si può attribuire la quantificazione più puntuale dei processi minerogenetici.

E' possibile, in virtù di questi nuovi dati, introdurre un modello genetico, così come proposto da Benvenuti nel 1996, che prevede una fase metallogenica pre-appenninica (Permiano-Triassico?), cui segue un notevole evento appenninico (Miocene-Pliocene), al quale è legata la rimobilizzazione delle pre-concentrazioni ferriifere. In questo quadro, la collocazione spaziale dei corpi pre-appenninici rispetto al picco termico (intrusione mio-pliocenica) assume un ruolo determinante per l'entità dei processi di ristrutturazione.

Il passaggio Permiano-Triassico coincide con la più grande catastrofe geologica e biologica della storia della Terra: estinzione di circa il 90% delle specie esistenti negli oceani e circa i 2/3 della fauna a mammiferi terrestri. Ma soprattutto, una fase parossistica di vulcanismo con diminuzione dell'ossigeno nell'atmosfera e nel mare, conseguente aumento della CO₂ che innescò un brusco cambiamento climatico, con diminuzione dello strato d'ozono nell'atmosfera, abbassamento e successivo innalzamento del livello marino e forte aumento delle sostanze riducenti nell'atmosfera e nell'idrosfera. Ciò favorì l'instaurarsi di condizioni idonee ad una maggiore concentrazione di Fe nelle acque oceaniche, in seguito ad apporti di tipo continentale e/o esalativo-idrotermale, ed una successiva precipitazione sotto forma di idrossidi di ferro in seguito a reazioni di ossidazione più o meno favorite da catalizzatori organici (Benvenuti, 1996).

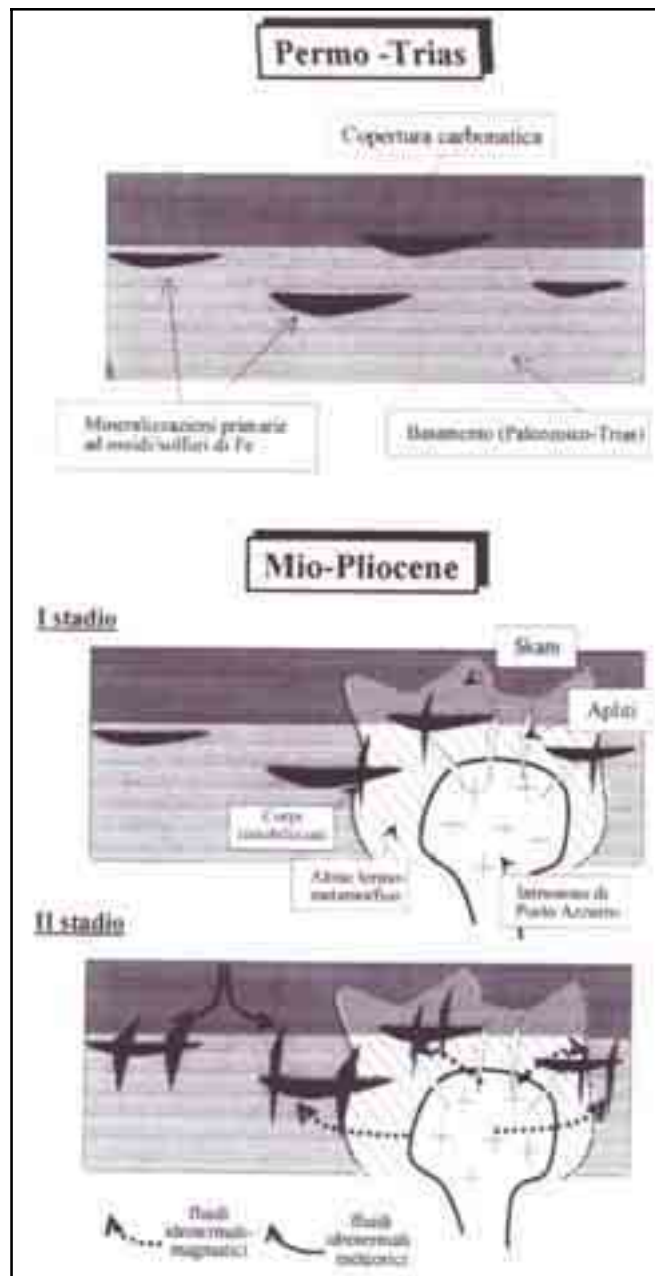


Fig. 14 _ Modello genetico qualitativo di formazione dei giacimenti a Fe dell'Isola d'Elba (da Benvenuti, 1996).



Fig. 16 _ Carta geologica della parte orientale dell'Isola d'Elba (da Fabri, 1887).

La zona fra Capobianco – Terranova - Ortano - Rio Marina - Rio Albano - Le Conche - Le Fornacelle è caratterizzata da ammassi di limonite in scisti della coltre ofiolitica che poggia direttamente sugli “*scistes lustrés*”: la limonite deve la sua origine ad ossidazione ed idratazione di filoni piritosi, ed idratazione degli ossidi contenuti nei sottostanti scisti antichi.

Il giacimento di Terranera è costituito da ossidi misti a pirite in *scistes lustrés* ed in scisti del Carbonifero localmente metamorfosati.

4.2. Le miniere di Rio Marina - Rio Albano - Calendozio

L'area geologica delle miniere del gruppo del Rio è stato oggetto, nel tempo, di un intenso lavoro di rilevamento. A sud del Fosso di Reale sono visibili in affioramento gli ultimi lembi della serie metamorfica (micascisti lucenti, calcescisti e marmi saccaroidi localmente associati ad una potente formazione di silicati ferro-calciferi di tipo ilvaítico e ricoperti da serpentine antiche).

Su questi terreni poggiano, in discordanza, le formazioni da Stella attribuite, nel 1921, al Carbonifero e quelle Permiane. Le prime sono visibili in affioramento fra le Ripe Bianche e Vigneria, dove scompaiono nella bassa valle del Giove e nel piano della stessa miniera di Vigneria. Le seconde occupano per intero la zona mineralizzata, costituendo il vero letto della massa ferrosa di Rio. Queste hanno una direzione predominante molto prossima al meridiano ed un'inclinazione generale verso ovest, anche se lo schiacciamento di alcune pieghe secondarie ha provocato rovesciamenti locali in seno alle serie, i quali simulano un'alternanza di scisti e quarziti che in realtà non esiste. Il minerale doveva affiorare, una volta, proprio allo sfocio della Valle del Reale, avendo al letto le serpentine lucenti e gli scisti.

Dai rilevamenti e dalle successive osservazioni dello Stella si è potuto constatare che, dove i calcari dell'infralias si opposero al libero espandimento dei fluidi mineralizzatori, le emanazioni seguirono le soluzioni di continuità esistenti lungo la linea di contatto e lungo le litoclasti della roccia calcarea, inducendovi anche fenomeni di sostituzione da ritenersi di secondaria importanza rispetto alla genesi del giacimento di Rio.

In regione Sòlana esiste un bacino di frattura dove il minerale sembra essersi rideposto, e con questo bacino sembrano in relazione le vene di oligisto che attraversano in più punti le rocce circostanti.



Fig. 17 _ Disegno della Cava della Miniera di Ferro di Rio nell'Isola d'Elba (da Pinna, 1777).

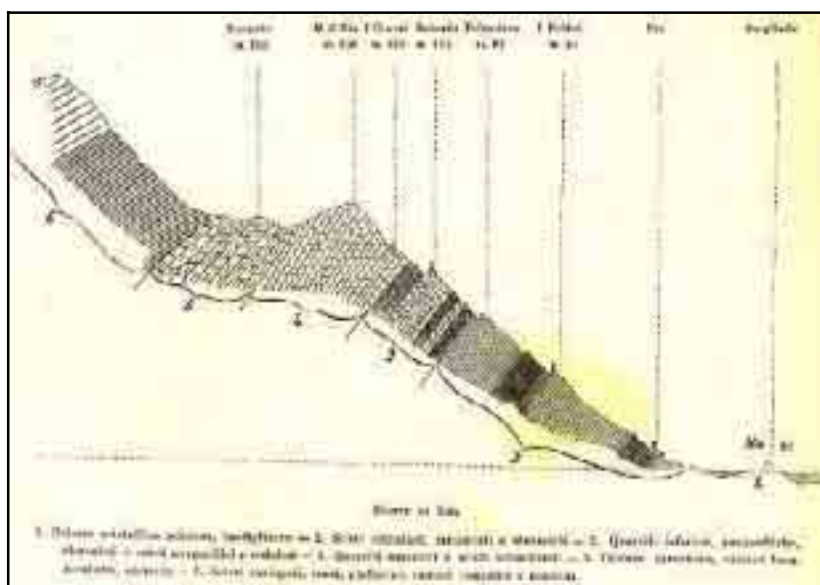
I giacimenti di Rio Marina sono fra i depositi di ferro più antichi sfruttati al Mondo. Già dal IX-VIII sec. a.C., agli albori della Civiltà Etrusca, essi furono intensamente utilizzati, ma probabilmente già i Micenei nella prima Età del Ferro sfruttarono tali miniere.

Lo sfruttamento del ferro dell'Elba diminuì fino ad arrestarsi con il “*Senatus Consultus Patrum interdictum*”, emanato negli anni iniziali dell'impero romano per proteggere sia le foreste della Toscana che del Lazio costiero già fortemente depauperate dagli altoforni etruschi.

Nella zona di Polulonia (massimo centro etrusco di lavorazione del ferro), a testimonianza della grande importanza di queste antiche lavorazioni, è stato ritrovato un deposito di ca. 2 milioni di tonnellate di scorie ad alto tenore in ferro.

Le miniere di Rio furono di nuovo utilizzate verso il 1100 d.C. da parte della Repubblica di Pisa; poi, passarono allo Stato di Piombino, e, dopo il Congresso di Vienna del 1815, passarono al Granducato di Toscana.

Allo stato attuale sono di proprietà dello Stato italiano e date in concessione alla soc. “Ferromin” del gruppo Finsider.



Dalla Relazione al Servizio Mineralogico del Toso del 1908, il giacimento di Rio risultava comprendere i cantieri di Pozzo Fondi, Zoccoleto, Rosseto, Cavacce, Sanguinaccio.

Essenzialmente, il giacimento è formato da una massa ferrosa che, ad est della linea Fabbriche - Pozzo Fondi - Zoccoleto, riempie grandi avvallamenti negli scisti prodotti dalle rotture subite dal terreno, mentre verso ovest si adagia sopra la formazione scistosa pianeggiante e si protrae fino al contatto con i dei banchi di calcare che da quella parte la circoscrivono.

Entro gli avvallamenti che presentano gli scisti, formanti diversi bacini nei cantieri Fabbriche, Pozzo Fondi, Zoccoleto, in basso si incontrano il minerale oligisto e l'ematite, ed in alto la limonite e le ocre.

Nella parte più occidentale della massa ferrosa, ove gli scisti sono pianeggianti, nei cantieri Rosseto, Cavacce, Sanguinaccio, man mano che ci si allontana dagli sprofondamenti subiti dagli scisti, il minerale è essenzialmente formato da limonite, ocre e terre ocracee di galena e cerussite argentifera.



Fig. 19 _ Disegno della Miniera e del paese di Rio e di Vigneria (da Cocchi, 1871).

La mineralizzazione è impostata su una gradinata di faglie a direzione nord-sud che scende da ovest verso est e che rigetta verso mare e verso ovest la serie del Complesso III di Trevisan (arenarie e scisti arenaci e filladici del Trias-Verrucano con al di sopra il calcare cavernoso del Triassico).

Quindi, i giacimenti di Rio Marina rappresentano un esempio di mineralizzazione negli scisti filladici e nei calcescisti.

Nelle due grandi miniere di Rio Marina e Vigneria il letto del minerale è dato dalle arenarie e dai conglomerati del Permiano. La sostituzione dei calcari dolomitici a cellette del Retico è chiara sia per la posizione stratigrafica, sia per i residui sparsi di questi calcari.

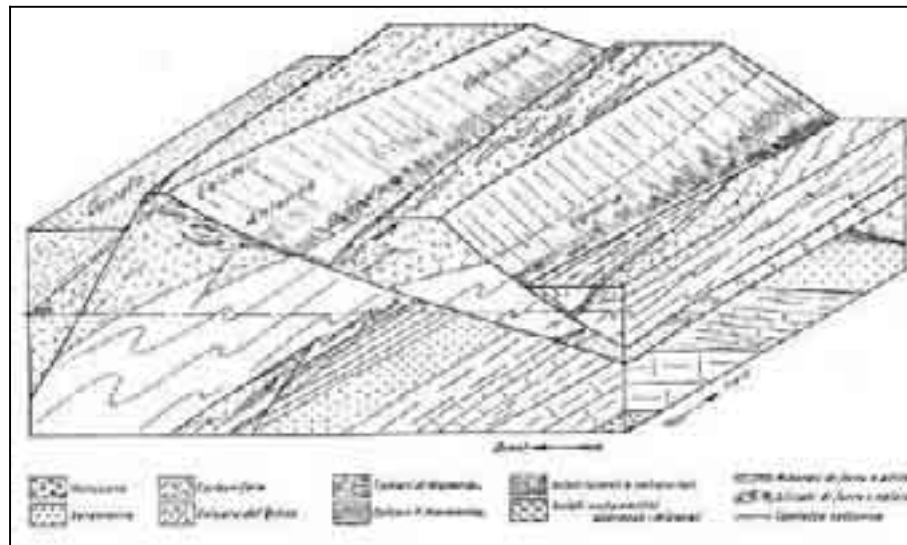


Fig. 20 _ Rappresentazione schematica delle Miniere di Rio Marina (da Gilliéron, 1959).

Il minerale più diffuso è l'ematite (oligisto) (Penta, 1952), principalmente sotto forma lamellare, o in bellissimi cristalli con la caratteristica associazione del romboedro appiattito con il romboedro fondamentale ed una bipiramide esagonale; quasi sempre e verso il basso, ad essa è associata la pirite.

Associati ad ematite e pirite si trovano, inoltre, (nella zona più settentrionale, dove la mineralizzazione presenta caratteri di idrotermalità molto elevata) galena argentifera con cerrussite ed anglesite, bismutinite e blenda ferriera con associate bismoclite e bismutite, arsenopirite, calcopirite e calcosina (Bonatti, 1965). Le associazioni mineralogiche della zona a nord di Rio Marina (ematite-quarzo-adularia; ematite±pirite-clorite-quarzo) indicano un grado di termalità bassa raggiunta dalle soluzioni mineralizzanti, fino alla fase idrotermale (Penta, 1952).

Tra i minerali di alterazione della pirite si rinvencono idrossidi di ferro, solfati e natronite, halloysite ed ocre ferrifere.

Come alterazione primaria caratteristica di tutte le zone piritose si nota al contatto clorite, probabilmente stilpnomelano. Fra le laminette di questo minerale sono presenti piccoli prismi idiomorfi di tormalina pleocroica sull'azzurro, cui si associano molta pirite in piccoli cristalli e granuli di quarzo: si tratta di un processo di metasomatosi interessante perché probabilmente insieme ad un apporto di Fe è presente anche un apporto di Mg. Inoltre, negli scisti della zona bismutifera si trovano vacuoli riempiti di cristalli ben formati di epidoto pistacite. Oltre all'epidoto,

negli scisti sono presenti clorite con i caratteri della pennina, ortoclasie in poche plaghe allotriomorfe, fascetti e ventagli di minute zeoliti.

La ganga è carbonatica con poco quarzo ove la mineralizzazione si trovi nel calcare cavernoso, con cloriti ferri-ferre quando la mineralizzazione si trova nella serie scistosa o al contatto fra questa ed i calcari sovrastanti.

Nella zona di Rio Marina è anche presente, al di sotto della serie carbonifera, un'estesa zona di mineralizzazione di tipo metasomatico in vari livelli calcarei del Complesso II.

Nella fascia meridionale di questa zona mineraria si trovano in prevalenza solfuri di ferro, in particolar modo la pirrotina, associata a calcopirite, magnetite ed arsenopirite. Associati a questi minerali metalliferi si trovano ammassi di silicati ferro-calciferi di varia entità. Lo skarn di questa zona è costituito da ilvaite ed hedenbergite, scarsi sono epidoti ferri-ferri, quarzo e cloriti.

Anche dove i calcari vengano a contatto con limonite ed ematite (Rosseto ed ad est dell'Antenna), questi non presentano tracce di metamorfismo. L'ematite spesso è circondata da un sottile strato di quarzo ma il calcare non ha subito modificazioni.

Nella zona bismutifera la temperatura deve esser stata più elevata rispetto alla zona di Rio Marina, ma le modificazioni delle rocce non sono dovute tanto alla temperatura quanto ad un apporto maggiore di elementi litofili associati all'apporto degli elementi metalliferi.

Giacitura, mineralizzazione ed alterazione delle rocce incassanti mostrano un omogeneo complesso di caratteri giacimentologici formati a temperature e pressioni non elevate: si tratta, quindi, di giacimenti mesotermali.

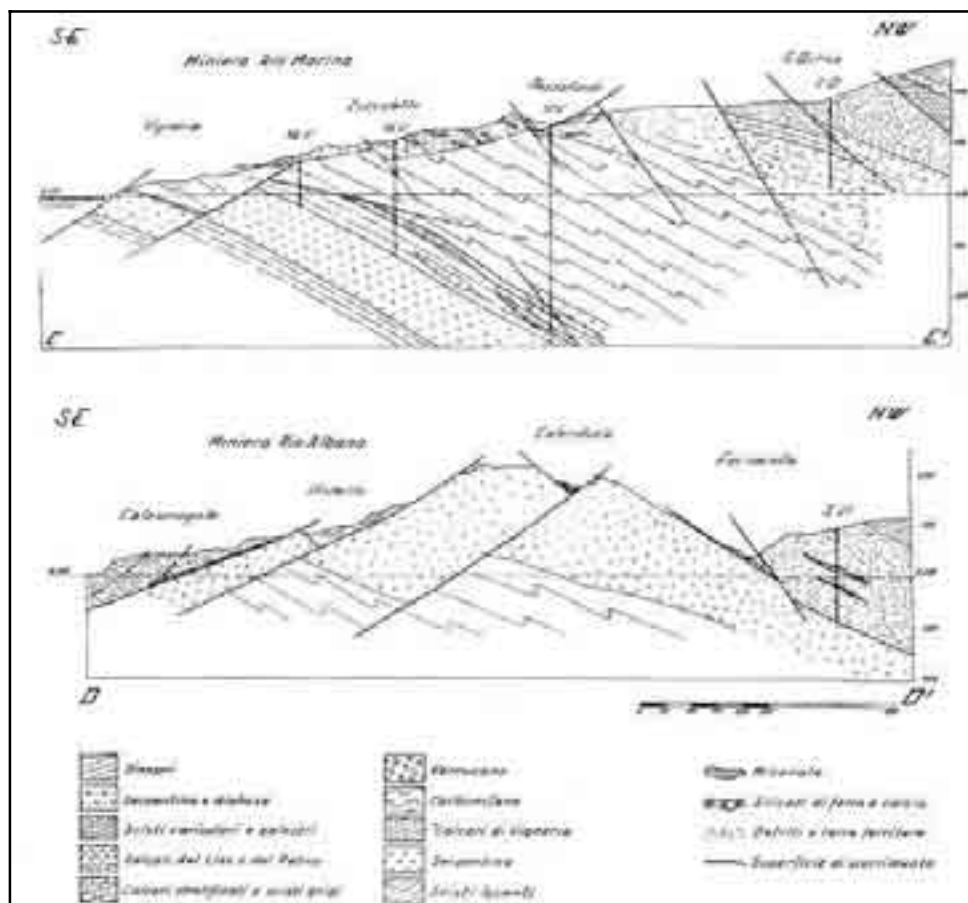


Fig. 21 _ Sezioni geologiche C-C' e D-D' delle zone di Rio Marina e Rio Albano (da Gilliéron, 1959).



Fig. 22 _ Indicazione dei profili della fig.19 (da Gilliéron, 1959).

“Veduto dal mare il Monte di Rio si presenta coperto dalle famose gettate delle lavorazioni antiche, le quali lo rivestono a guisa di gradinate o di sovrapposte terrazze. Il paese gli sta alle falde, parte sul mare e parte lungo il basso della valle di Rio. [...] Le gettate antiche terminano a questo con un conglomerato ferreo e il fianco della montagna che così lo chiude sulla sinistra è sterile come lo è quello di destra. [...] Presso lo sbocco del torrente sorgono le laverie nelle quali le gettate subiscono la lavatura che le sbarazza della terra e delle minute particelle ferruginose, residuandole alle parti grosse costituite quasi totalmente da Oligisto. Il torrente riceve le acque delle laverie cariche così di ocre rosse che il mare resta per largo tratto arrossato. Alla sua foce ha luogo una singolare sedimentazione di melma ocrea, e il minuto polverino di Oligisto cuopre per lungo tratto la spiaggia” (da Cocchi, 1871).

“A Ortano v’è agio di studiare un fenomeno non incontrato finora. Numerosi filoni feldspatici, di granito per lo più, attraversano in tutti i sensi la roccia stratificata, cominciandosi di qui a presentare un fenomeno geologico di molta importanza, destinato ad avere in appresso uno sviluppo considerevolmente maggiore. Si vedono nell’isolotto di questo nome specialmente dal lato che sta sopra la secca posta fra esso e la terra. Uno di questi filoni è verticale, e va dritto dalla base in alto, presentando un leggero piegamento nella parte superiore; e accanto a questo ve ne sono alcuni più piccoli. Un altro di 0^m,40 di grossezza che presto si assottiglia, è formato da di eurite durissima con tormaline disposte in due liste sui lati” (da Cocchi, 1871).

Ad Ortano si trovano filoni-strato di pirite e pirrotina in zone di dislocazione, ed epidoti vari fra cui abbonda l’ilvaite, in “*scistés lustrés*” in parte ossidati in limonite e dislocati dall’azione delle acque vadose. Anche in questo giacimento il calcare è stato parzialmente sostituito da silicati di ferro e calcio (Gilliéron, 1959).

Gli affioramenti di ossidi nella Valle di Ortano, che formano l’avanguardia delle masse ferrifere del Tignitoio e del Porticciolo, sono posizionati fra gli scisti ed i calcari (Stella, 1921).

Il giacimento di Rio Albano ha molta analogia con quello di Rio Marina. La massa ferrosa ha il suo massimo sviluppo lungo la linea che corre fra i cantieri Pistello e Grattarone (Toso, 1908; Stella, 1921), che rappresenta una sinclinale formata dalle quarziti permiane.

Qui le quarziti e gli scisti subiscono rotture, però, meno importanti che a Rio Marina, e non si hanno perciò i bacini ad alte sponde di rocce scistose caratteristiche dei cantieri Fabbriche e Pozzo Fondi: di conseguenza, vi è tanto meno importante l’oligisto e l’ematite e vi predominano le limoniti e le ocre. Rio Albano è la miniera che forniva la maggior percentuale di minerale ocreo di seconda qualità (Toso, 1908).

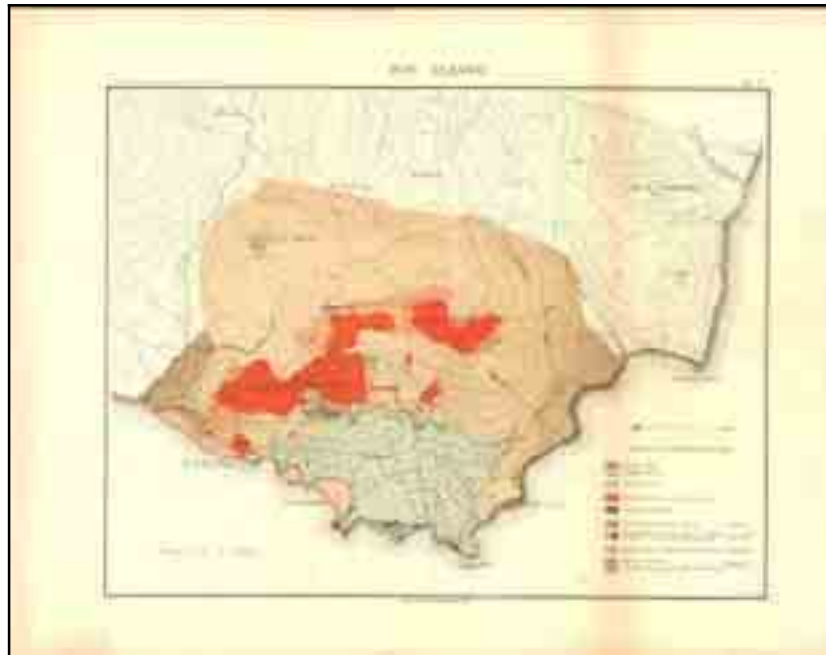


Fig. 23 _ Carta geologica delle Miniere di Rio Albano (da Fabri, 1887).

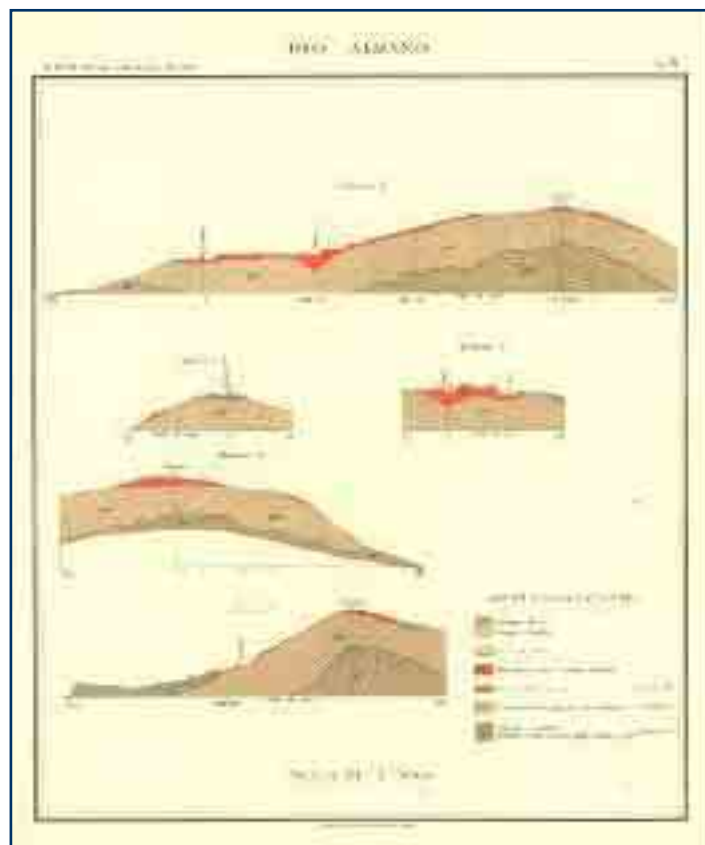


Fig. 24 _ Profili geologici delle Miniere di Rio Albano (da Fabri, 1887).

La coltivazione ha dimostrato che tali lenti non sono, però, isolate ma fanno parte di uno stesso giacimento che trova la sua continuazione in direzione sulle fronti dei cantieri Venezia e

Roma, e che corrisponde a un ben determinato sistema di fratture, il quale rese il terreno più adatto a ricevere le emanazioni ferrifere.

Fu dopo aver riempito i vani formati da queste fratture che le sorgenti dettero luogo, come a Rio, ad altre masse meno potenti ma più estese che si adagiarono sul mantello quarzítico, diverso dall'attuale, su cui esisteva una copertura scistosa più o meno continua.

E a questa fase susseguente sembra debbano doversi attribuire le lenti dell'Imbuto e di Capo Pero a sud, del Puppaio, di Giuncata, della Grotta e forse anche del Calendozio a nord (Stella, 1921).

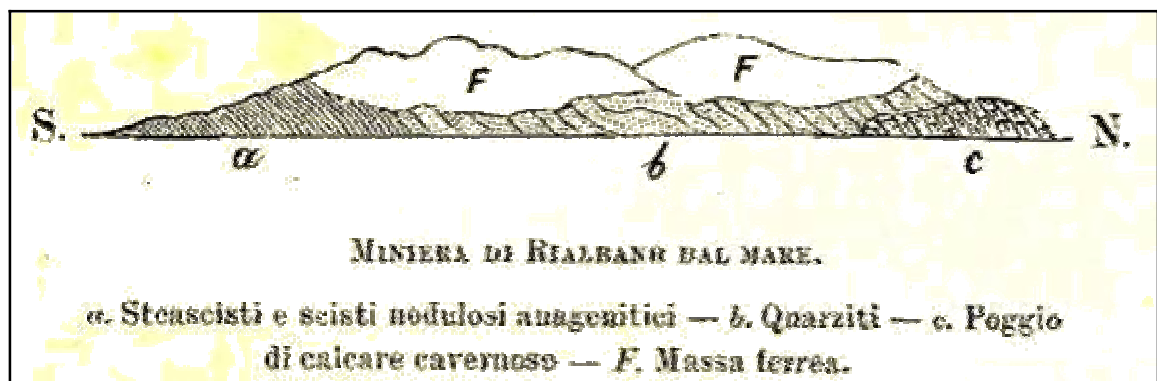


Fig. 25 _Disegno della Miniera di Rio Albano vista dal mare (da Cocchi, 1871).

Rio Albano presenta ammassi metasomatici di ossidi ed idrossidi in calcari mesozoici. Sia gli ammassi di Rio Marina che quelli di Rio Albano si sono depositi in sprofondamenti prodotti da rotture subite dagli scisti ricoperti dai soprastanti calcari infraliassici. Tali ammassi sono formati in basso da oligisto, talvolta molto friabile, coperto da ematite che in alcuni punti è impregnata di quarzo. Nelle parti superiori, come pure nei bordi di tali ammassi circoscritti dal calcare infraliassico, predominano le limoniti e le ocre.

Nella valle di Rio Albano gli scisti e le arenarie del Permiano si immergono sotto i conglomerati quarzosi superiori per ricomparire sulla costa dopo la Punta del Fiammingo, formando il cardine di un'anticlinale quarzosa che culmina sulla cima del Calendozio a 241 m s.l.m. Sul fianco ovest dell'anticlinale, i calcari quarzosi sono ricoperti in discordanza dai calcari dell'infralias, mentre al culmine e sul fianco destro, che scende al mare, sono scoperti, oppure ricoperti per brevi tratti e con discordanza anche più marcata dagli scisti varicolori del Lias superiore.

Il minerale comincia a comparire alla Punta di Rio Albano e, poi, fra Rio Albano e Cala Seregola in piccole masse generalmente superficiali; ma, al disopra della rotabile che lo conduce al Cavo, detto materiale assume un maggior sviluppo e riempie dei bacini che sono stati ritenuti formati in massima parte per fratture dell'anticlinale quarzosa (Stella, 1921).

Al Calendozio (Rio Albano) la limonite contiene rilevanti quantità di fosforo.

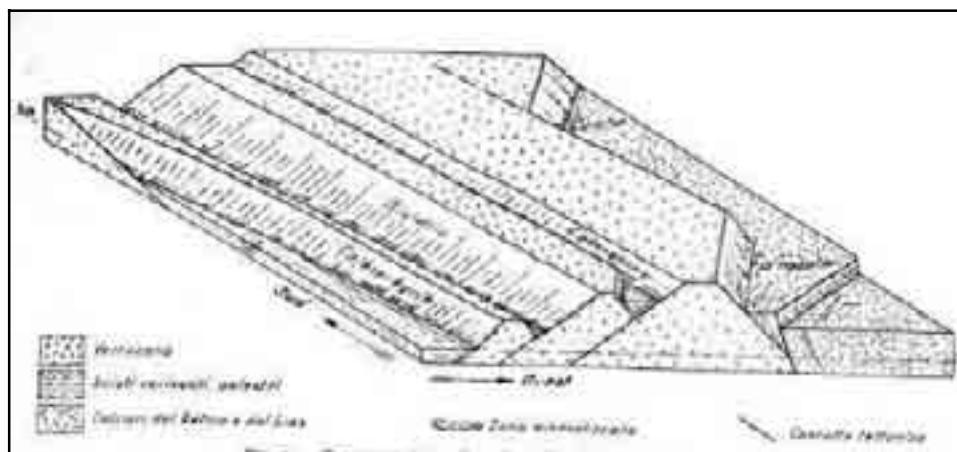


Fig. 26 _ Rappresentazione schematica della Miniera di Rio Albano (da Gilliéron, 1959).

“La miniera di *Vigneria* offre il ferro incassato nei terreni del basso. La massa ferrea non è grande, né può quindi pretendere a un grande avvenire. Il minerale è ematite eccellente, oppure limonite. La pirite è concentrata nella parte inferiore del giacimento metallifero, scevro restandone il minerale nella parte più alta. Il carattere singolare del Monte del Rio è quello che gli è impartito dagli scarichi degli antichi lavori noti col nome di *gettate*, le quali a guisa di terrazze si sovrappongono le une alle altre. Oggidì sono una ricchezza, imperocché si compongono di minerale minuto misto a poca terra dalla quale è facile sbarazzarlo, ed alcune antichissime gettate sono naturalmente lavate” (Cocchi, 1871).

Probabilmente questo giacimento è indipendente dalla massa ferrosa di Rio e, presumibilmente, si è originato come quello di Rio partendo da centri di risalita in sede metamorfica. Il minerale è costituito in prevalenza da oligisto e da ematite come a Pozzofondi Fabbriche, e la base del deposito è piritosa con spessori che aumentano in direzione del mare, dimostrando così la natura profonda dell’ammasso, il quale doveva una volta estendersi superficialmente molto più di quanto oggi non appaia.

Da Vigneria fino a Rio Albano il terreno roccioso forma una scogliera sopra una linea di spiagge ferrifere brevi e recenti (Stella, 1921).



Fig. 27 _ Carta geologica delle Miniere di Rio e Vigneria (da Fabri, 1887).

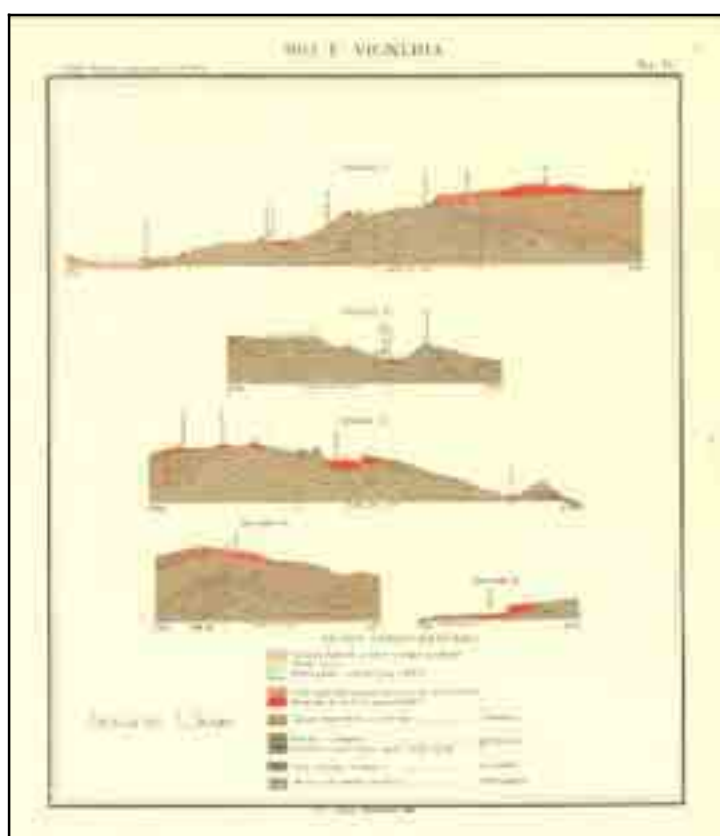


Fig. 28 _ Profili delle Miniere di Rio e Vigneria (da Fabri, 1887).

Alle Conche sono presenti ammassi di limonite da ossidazione ed idratazione di filoni-strato di pirite in scisti carboniferi non affioranti, ed ossidi da metasomatosi in calcari mesozoici (Triassico-Giurassico).

Qui si ha un giacimento esteso dove il minerale poggia sulle formazioni permiane in immediata prossimità dei calcari dell'infralias, che forse hanno ricoperto per qualche tempo il giacimento stesso e lo hanno preservato dall'erosione (Stella, 1921).

Le Fornacelle sono, invece, caratterizzate da ammassi originariamente metasomatici, limonitici con pirolusite, in calcari mesozoici

Tutti questi giacimenti del settore orientale dell'Elba presentano andamento nord-sud e sono caratterizzati da un sistema di faglie per lo più parallela alla linea di costa, tale sistema è a sua volta posteriore alla mineralizzazione.

Nella parte nord-orientale dell'isola (zona Rio Marina e Rio Albano) sono localizzati alcuni depositi residuali, provenienti dalle alterazioni subite dalle parti superficiali delle mineralizzazioni.

Tali fenomeni hanno così condotto sia alla deposizione *in loco* di idrossidi ferriferi, sia alla rimozione di elementi “indesiderabili”, con conseguente formazione di alcuni caratteristici adunamenti residuali (Zucchetti, 1962).

4.3. Le miniere di Capo Calamita

“Questa estesa massa ferrea ha due principali ingrossamenti a Capo Calamita ed al Polverio. In essa il minerale è talora compreso fra la massa di silicati ferriferi (pirosseno ed ilvaite) che sono in rapporto coi calcari presiluriani, talaltra è superficiale.

A Piano della Calamita invece esiste una zona di minerale d'ematite e magnetite sotto forma di massi isolati, arrotondati, frammisti alle argille. Nei cantieri Cotinere e Piana di Segno la magnetite e l'ematite sono in piccola quantità; abbonda invece la limonite” (da Cocchi, 1871).



Fig. 29 _ Disegno della spiaggia della Calamita fino alla punta di Rimaiolo (da Cocchi, 1871).

“La montagna della Calamita [...] è uno dei più importanti luoghi dell’Isola sotto l’aspetto geologico e industriale, ha la già difficile stratigrafia complicata maggiormente dalla vasta estensione de’ minerali di ferro e de’ minerali concomitanti. [...] Passata la *Valle del Salcio*, si prende a salire il Monte della Calamita là dove principia il minerale di ferro: in questo punto il minerale è in contatto colla quarzite. Poco dopo girando la montagna dal lato esterno, cioè verso il mare, si vede il ferro in contatto con il calcare [...]. Il giacimento ferifero trova qui pure il suo massimo sviluppo ed è formato di magnetite compatta con ematite, e nella cava maggiore delle Francesche ha apparenza di strati, proveniente da linee di rottura che assumono un certo parallelismo. In queste cave si formò un detrito ferrino abbondante [...]. Infatti i piccoli torrenti che scendendo dalla montagna attraversano le cave, abbandonano qua e colà un limo carico d’ocra, e le stesse acque del mare lungo la spiaggia sono colorate in rosso dalla stessa sostanza [...].

Esaminando la disposizione del ferro in questi luoghi si osserva com’esso presenti nella parte inferiore delle ramificazioni, le quali a guisa di altrettante radici penetrarono nell’interno delle rocce che gli servono da letto. Potrebbe spiegarsi la loro presenza ritenendo che siano come le vie o meati per cui gli ossidi metallici penetrarono nel luogo dove ora si trovano. La massa ferrea si sarebbe in tal guisa raccolta e condensata in una o più cavità preesistenti o formatesi contemporaneamente, e la denudazione l’avrebbe messa allo scoperto poi. [...] Esaminando la diversa disposizione dei minerali che formano la massa ferrea, si osserva che i solfuri sono concentrati nel letto, l’ematite sta nel basso, la magnetite nella parte più alta della massa medesima. Alla sommità del Polverario la roccia di ferro perde il suo aspetto brillante, acquista una tessitura granulare, è facilmente disgregabile ed è piena di granato ferifero. Questa parte della massa ferrea segna il limite fra il ferro e gli scisti del *Catro*” [...].

La cima di Monte Calamita è formata di pura magnetite. La ilvaite e l’augite sono sempre associate, e la prima è spesso in lunghi cristalli: sì l’uno che l’altro minerale formano diramazioni numerose nell’interno della montagna. Vi sono filoni che hanno lateralmente ilvaite e nel mezzo il pirosseno; in altri invece la disposizione de’ due minerali è invertita. Nel centro delle irradianti masse pirosseniche sta spesso l’oligisto, o il solfuro di ferro” (Cocchi, 1871).

“Capoliveri è uno de’ più antichi centri di popolazione, e quantunque i documenti storici che si hanno di esso siano posteriori di assai all’XI secolo, nonostante per le tradizioni e le condizioni stesse de’ luoghi può ragionevolmente supporre che fosse uno de’ primitivi centri di popolazione dell’Isola” (Cocchi, 1871).

A Calamita in parecchi punti la magnetite presenta traccia di rame (Toso, 1908), e contiene, infatti, una piccola percentuale di pirite. Gran parte della magnetite è pseudomorfa su ematite (Gilliéron, 1959; Cocco e Gavarelli, 1954).

Nelle zone superficiali del giacimento, la magnetite è in gran parte alterata in limonite; si trovano anche estesi depositi di materiali terrosi contenenti frammenti di minerale, chiamati “terre ferrifere”, prodotti della disintegrazione chimica e fisica del giacimento (Gilliéron, 1959).

L'azione di alterazione prodotta dall'anidrite carbonica, disciolta nelle acque di scorrimento e di percolazione, sui minerali silicatici femici ha prodotto una quantità di materiale che, ove la configurazione morfologica ne abbia impedito l'asportazione meccanica, ha favorito la formazione di accumuli residuali.

Il promontorio del Monte Calamita è costituito da una potente massa di scisti feldspatici e cloritici aventi struttura gneissica, associati a micascisti tormaliniferi ed a micascisti lucenti, attraversati in taluni punti da filoni di quarzo e granito.

Al di sopra di questa potente massa scistosa affiorano qua e là dei lembi di calcare profondamente metamorfosato.

All'interno dei calcari poggianti sugli scisti, si alternano in modo irregolare concentrazioni ferrifere e silicati ferriferi, tipici dei contatti calcari-graniti (skarn): entrambe le mineralizzazioni derivano dalla metasomatizzazione del calcare.

Questi calcari cristallini rappresenterebbero, quindi, il residuo di una massa calcarea inserita negli scisti e metasomatizzata per l'azione pneumoidatogena dovuta alla presenza di una sottostante massa di magma granitico.

In quest'area i calcari sono intimamente associati a silicati ferro-calciferi, formando nuclei e lenti di concentrazione nella loro massa senza alcuna legge apparente che ne regoli l'ubicazione, ed a minerali di ferro, che si definiscono nettamente tanto da essere denominati “minerale grigio”, i quali sono formati da magnetite granulare (talvolta con ematite e pirite di alterazione) e da un silicato (granato o pirosseno, ilvaite, subordinati epidoto, anfibolo asbestiforme, muscovite e biotite unita a clorite, ossia minerali di contatto) (Stella, 1933).

Anche per questo giacimento la risalita dei convogli mineralizzanti è avvenuta attraverso faglie dirette, con i caratteri di una tipica mineralizzazione pirometasomatica per sostituzione entro i calcari, e segna uno dei punti a termalità più elevata, fatto questo che potrebbe ricollegarsi alla relativa vicinanza con il sottostante plutone quarzo-monzonitico di Porto Azzurro.

Queste differenze nell'associazione dei minerali, secondo quanto studiato da Stella sono da attribuirsi al grado di dolomitizzazione ed impurità del calcare metamorfosato (Penta, 1952).

Degna di menzione è la massa ferrifera delle Francesche, nelle quali sono stati aperti, nel tempo, vari cantieri di coltivazione e dove sia il minerale utile che i silicati hanno profondamente pervaso la formazione calcarea, introducendosi nei giunti di stratificazione e sostituendosi al calcare stesso, presente come relitto inglobato nella formazione ferrifera.

Alla massa ferrifera delle Francesche fa seguito verso nord la lente del Vallone Alto, che ne costituiva il lembo più settentrionale. Nella zona del Polverio furono aperti vari cantieri: essa trova la sua regolare continuazione nelle lenti dell'Albaroccia.

Alla Punta Rossa Alta si coltivava una lente di minerale limonitico, ricoperta in parte da detriti ferriferi alluvionali e che si estendeva uniformemente sui calcari, mentre nella porzione inferiore, definita della Punta Rossa Bassa, si ritrova una formazione caotica superficiale prodotta da frane relativamente recenti, e la massa ferrifera si estende notevolmente e con continuità sopra i calcari. Nella zona dell'Aia del Polverio esisteva una lente di ematite che poggiava direttamente sugli scisti e che poteva considerarsi come un lembo periferico della massa del Polverio. Alle Coti Nere si ha un'altra lente che riposa sulla formazione scistosa ed è formata in prevalenza da minerale limonitico, spugnoso e concrezionare. Alle Piane di Calamita queste lenti formano una specie di terrazzo che poggia sugli scisti gneissici.



Fig. 30 _ Giacimento di Punta Rossa della Calamita (da Cocchi, 1871).



Fig. 31 _ Disposizione dei calcari nel giacimento della Calamita (da Cocchi, 1871).

La miniera di Calamita costituisce un'area metallifera ben definita che forma il centro minerario più importante del promontorio omonimo (A. Stella, 1921). Il giacimento di Calamita occupa una vasta area alle pendici meridionali del promontorio sudorientale dell'Isola d'Elba.



Fig. 32 _ profilo nel giacimento della Calamita (da Cocchi, 1871)

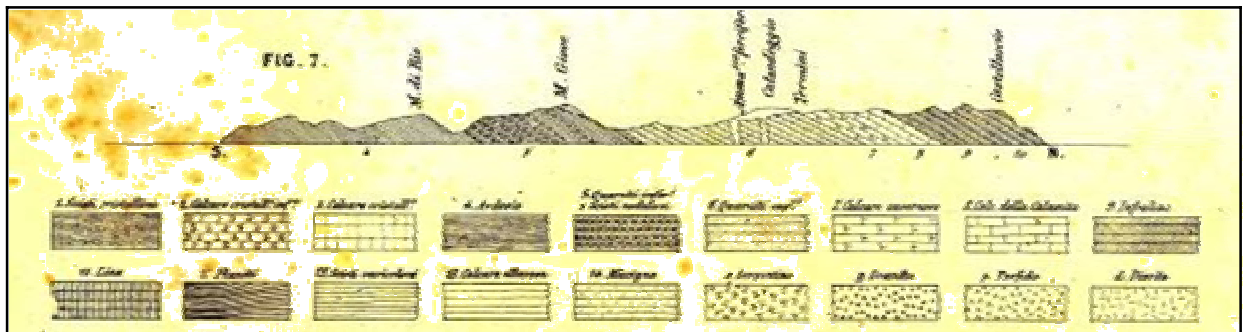


Fig. 33 _ Profili nel giacimento della Calamita (da Cocchi, 1871)

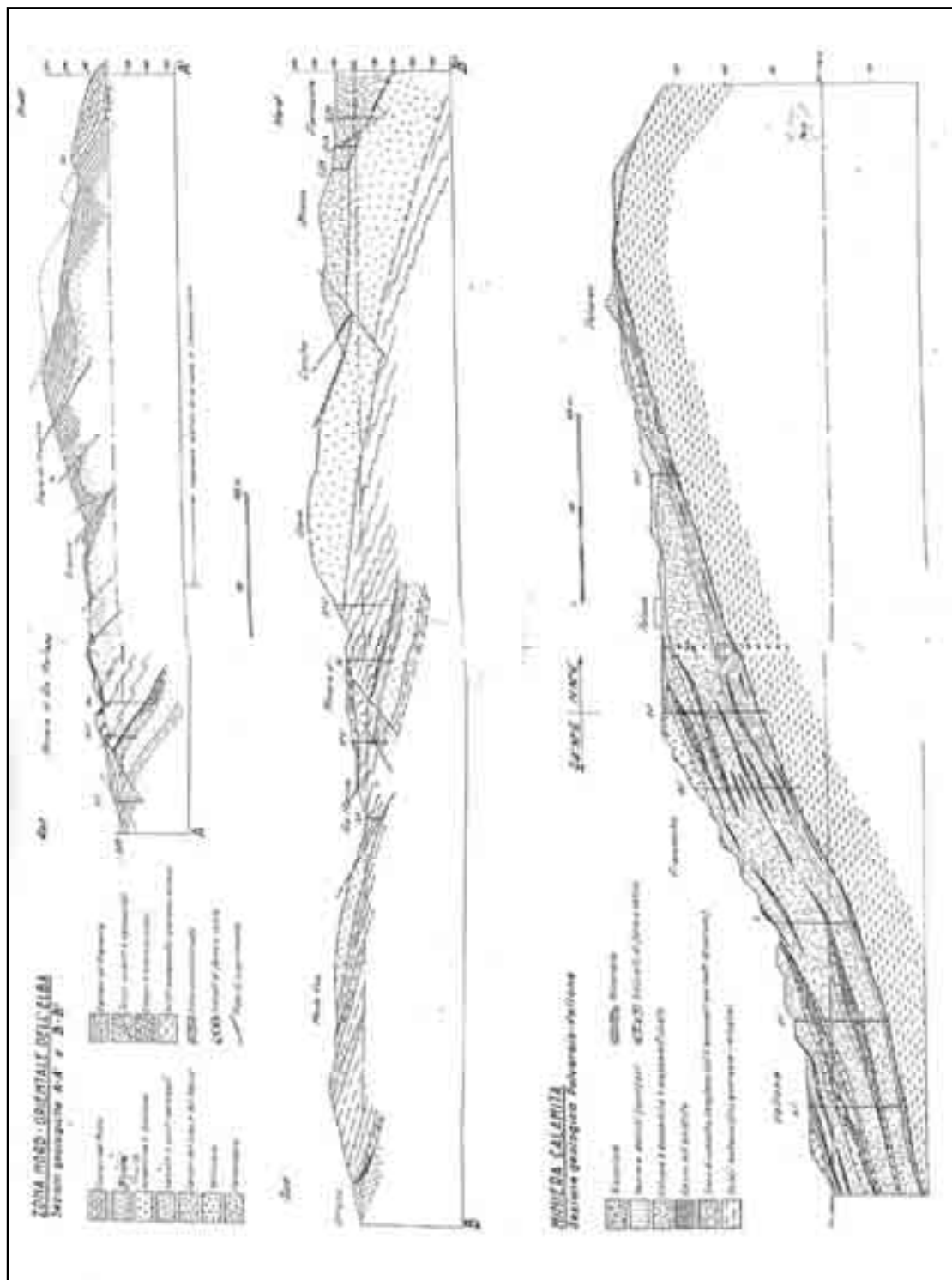


Fig. 34 _ Sezioni geologiche della zona nord-orientale dell'isola d'Elba (da Gillièron,1959)

Tipica di Calamita è la presenza di *skarn* costituito esclusivamente da granato andraditico, in cristalli trapezoidali e rombododecaedrici, privi di Mg.

I giacimenti di magnetite presenti a Calamita ed a Capo d'Arco e quelli di pirrotina di Torre Rio presentano caratteri differenti:

- ✓ la giacitura delle lenti di magnetite è concordante con quella delle rocce carbonatiche incassanti, le quali sono *in toto o partim* sostituite dal minerale. Nei giacimenti settentrionali le masse di ematite e pirite si distinguono chiaramente dalle rocce incassanti;
- ✓ tutto il complesso delle rocce incassanti ha subito una generale modificazione. La cloritizzazione della biotite, l'alterazione dell'andalusite e la piritizzazione della cordierite sono probabilmente dovute ad azioni connesse con la mineralizzazione, consecutive al metamorfismo di contatto;
- ✓ gli *skarn* sono a grana grossa, a struttura cristalloblastica. Componenti dominanti sono gli anfiboli, i pirosseni, la magnetite e gli epidoti, subordinatamente granati e plagioclasti, accessori: apatite, clorite, titanite e carbonati. Caratteristica degli *skarn* è la presenza di clorite non come specie secondaria di alterazione di altri silicati ferro-magnesiaci ma come vero e proprio componente primario degli *skarn*.

Negli *skarn* sono caratteristici l'abbondanza di silicati di ferro, specie di orneblenda, l'abbondanza di apatite; l'ordine di cristallizzazione dovrebbe essere stato: apatite-orneblenda-diopside-epidoto-magnetite; sono anche caratteristiche la presenza di clorite e dei suoi orli di reazione, la presenza di carbonati di neoformazione, la scarsità di granati e di tormalina, e la probabile assenza di wollastonite e di vesuviana.

Tutti questi caratteri indicano un'azione pneumatolitica predominante, e quindi, che rocce e minerali metallici si siano formati a pressione e temperature molto elevate: a prova di ciò sta il fatto che l'orneblenda sia anteriore al diopside, quindi la formazione degli *skarn* deve essere avvenuta prima della totale solidificazione del granito, cioè nella fase in cui la pressione ha un picco massimo.

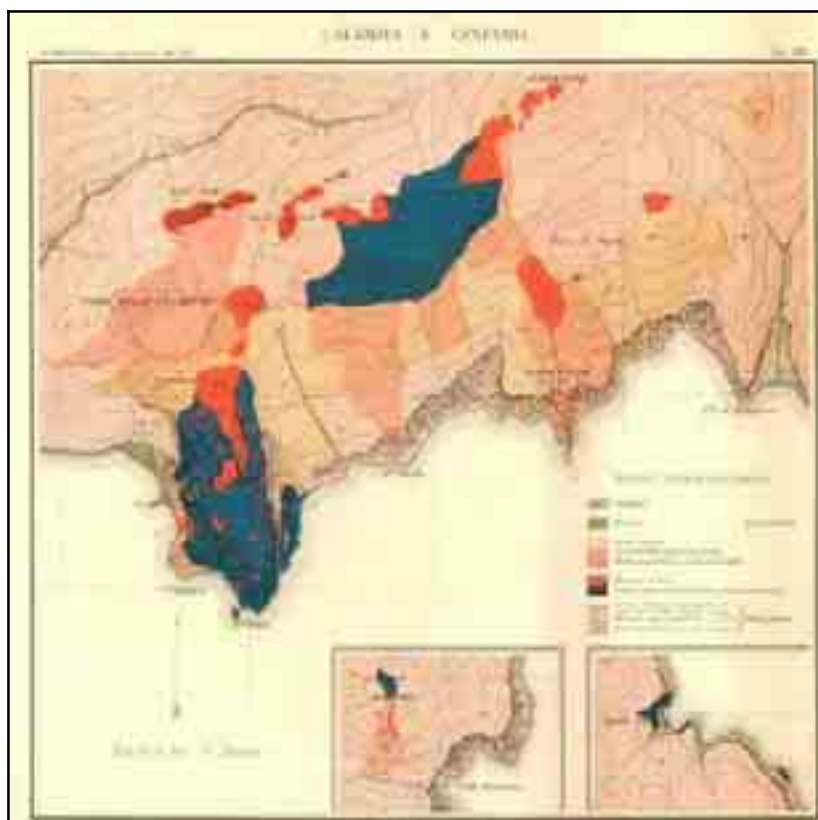


Fig 35 _ Carta geologica delle miniere di Calamita e di Ginevra (da Fabri, 1887).

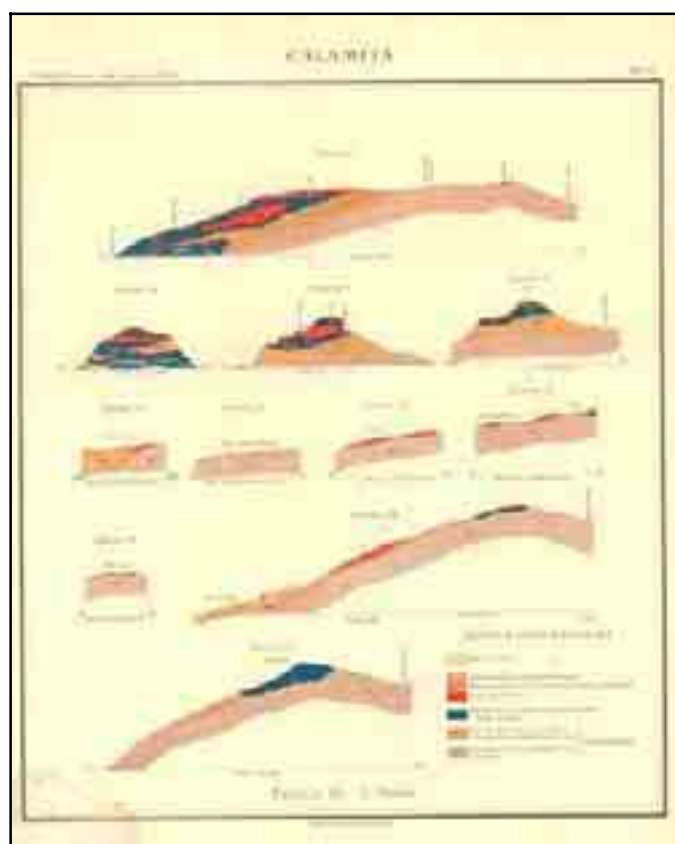


Fig. 36 _ Profili geologici delle miniere di Calamita (da Fabri, 1887).

4.4. Le miniere del Ginevro

La miniera di Ginevro si trova nella zona sud-orientale del promontorio di Calamita, circa 5 km ad est del gruppo di miniere di Calamita

La mineralizzazione è costituita da prevalente magnetite in ottaedri con associata orneblenda ferriera. Subordinatamente si trova pirrotina e, raramente, calcopirite.

Al Ginevro si coltivano due lenti subparallele a skarn anfibolico-magnetitico, aventi una direzione prevalente nord-sud ed immersione ad ovest.

Le due lenti, in assenza di rocce carbonatiche, sono completamente incluse nel Verrucano s.l. e presentano la caratteristica di essere avvolte in un involucro di cornubianiti a bande alterne costituite da cornubianiti calciche e cornubianiti silico-alluminifere.

Dimanche, nel 1971, ipotizza che queste strutture cornubianitiche pianeggianti siano delle strutture ereditate.

Si sono potute definire le relazioni spaziali fra i corpi mineralizzati e queste cornubianiti miste incassanti:

- ✓ la geometria d'insieme si presenta come una struttura anticlinale complessa, articolata intorno ad una cerniera principale avente direzione N70° e con immersione verso ovest ad W di 25°; la struttura di questa anticlinale complessa è rivolta verso sud, con piano assiale avente pendenza N di 65°-75°. Il piano di una faglia longitudinale coincide approssimativamente con il piano assiale generale;
- ✓ la coltivazione interessa un'importante massa granito-aplitica in tutta la zona del piano assiale generale.

L'analisi delle micropieghe dimostra che non vi è una manifesta discontinuità tettonica dentro le rocce mineralizzate.

La discordanza progressiva che si nota fra le strutture delle cornubianiti miste e le micropieghe delle cornubianiti silicoalluminose incassanti potrebbe esser dovuta alla differenza di comportamento meccanico dei due tipi di materiali.

Dalla comparazione con gli studi condotti da Barberi e Giglia nelle Alpi Apuane nel 1965, si può addurre la seguente ipotesi strutturale: le lenti mineralizzate del Ginevro si collocano con giacitura stratigrafica normale entro più lenti carbonatiche analoghe alle "dolomie scistose" intercalate in seno alle "quarziti e filladi superiori" dell'Autoctono Apuano.

Ippolito (1950) ha studiato in dettaglio le forme di transizione tra le dolomie del Trias e gli scisti incassanti, concludendo che il metamorfismo di contatto ha trasformato il substrato in una banda di cornubianiti miste composte da una sottile alternanza di strati a silicati di calcio e di strati a silicati di alluminio.

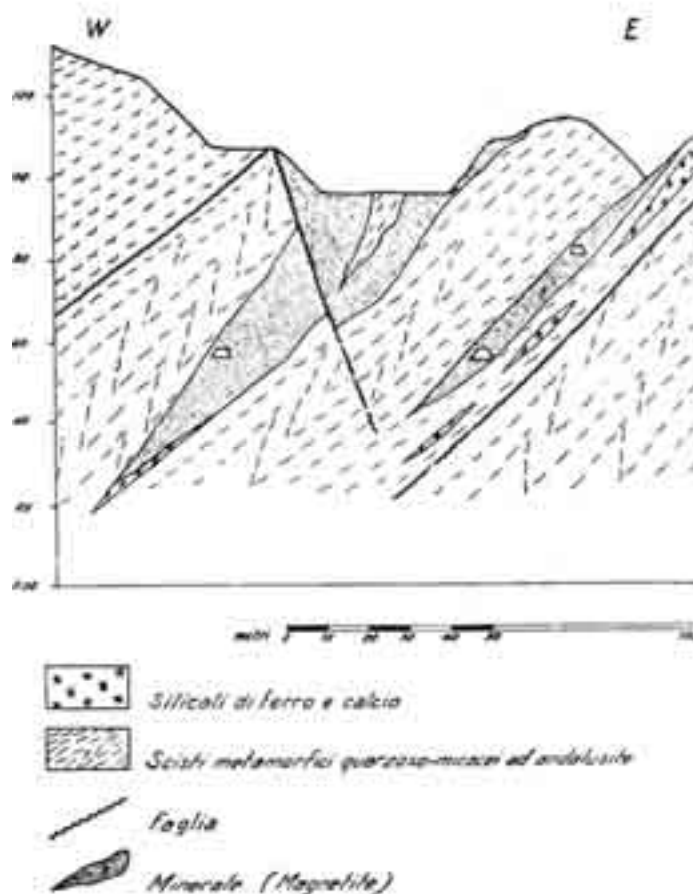


Fig. 37 _ Giacimento del Ginevro. Sezione geologica trasversale (da Gilliéron, 1959).

Le mineralizzazioni del Ginevro, dei Sassi Neri, di Punta Nera e Stagnone sembra debbano essere riferite a fenomeni pirometasomatici (Stella, 1921) su di un'originaria serie calcareo-dolomitica interposta, forse tettonicamente, agli scisti di Calamita.

I fenomeni di contatto con le masse granitiche hanno interessato gli scisti (micascisti e filladi) dando luogo ad una ricristallizzazione degli scisti stessi, divenuti andalusitici e grafitici, ed a neoformazione metasomatica del minerale di ferro, assieme a formazione di masse anfibolico-pirosseniche (senza ilvaite e con granati, epidoto e molta biotite) alternate a zone cornubianitiche (biotitiche).

Questa varietà mineralogica, indica una successione nelle azioni di contatto rispetto al consolidamento del magma a chimismo granitico (Stella, 1933).

Dal punto di vista stratigrafico-tettonico, quindi, questo il giacimento è legato ad una faglia normale a cui se ne associano altre accessorie, sulle quali più a nord è impostato il giacimento dei “Sassi Neri” (Penta, 1952): la mineralizzazione sembra essere strettamente connessa a questi disturbi tettonici, poichè il minerale si è depositato in parte nelle argille e brecce di frizione e, principalmente, per sostituzione ed impregnazione, nelle rocce arenaceo-scistose incassanti, fortemente fratturate e piegate. Non è escluso che la mineralizzazione sia avvenuta prima del processo metamorfico, che avrebbe interessato, successivamente, sia il minerale che i terreni incassanti (Gillièron, 1959).

Il carattere del giacimento di Cala Ginevra o del Ginepro risulta alquanto interessante: qui, infatti, le masse mineralizzate aperte a giorno si presentano allungate nel senso dell’andamento generale degli scisti incassanti, ma, spesso, risultano passanti da filoni strati a filoni trasversali (Stella, 1921).

In tutti i giacimenti si ritrovano, ai lati delle mineralizzazioni a skarn e magnetite, lembi di cornubianiti calcitiche costituite da diopsiditi massicce alternate con granatiti, le quali a loro volta passano alle normali cornubianiti arenacee a cordierite, sillimanite e biotite della serie di Calamita.

4.5. Intrusioni e minerali connessi: il plutone di Monte Capanne

Il plutone di Monte Capanne è costituito nella sua *facies* normale da una granodiorite a grana media a struttura ipidiomorfa con plagioclasti zonati, che contiene ortoclasti, microclino, oligoclasio, albite, plagioclasio andesinico (stadio termico intermedio), quarzo (Aloisi, 1910). L’unico minerale femico presente è la biotite.

La formazione tipica del metamorfismo di immediato contatto con il granito nei calcari è costituita da pirosseno augitico, wollastonite, scapolite, humite, granato grossularia e vesuviana (Penta, 1952).

In prossimità dei contatti si sviluppa una *facies* caratterizzata dalla presenza di inclusioni di ortoclasti di origine tardiva, che inglobano tutti gli altri costituenti della roccia.

La forma dell’intrusione di Monte Capanne è quella tipica batolitica a calotta emisferica (Cornelius, 1957; Marinelli, 1959).

Le rocce termometamorfiche che si sviluppano ad anello attorno al Monte Capanne sono di tre tipi fondamentali: rocce ofiolitifere, rocce calcaree e calcareo-marnose, rocce argillose.

La costante associazione di tipi argillosi ad interstrati di calcari silicei, con rocce verdi, fa ritenere che nell’anello termometamorfico di Monte Capanne siano rappresentati vari termini delle Argille scagliose ofiolitifere (Complesso IV).

La massa granodioritica di Monte Capanne è attraversata da filoni aplitici al cui interno sono contenute porzioni pegmatitiche, generalmente poste nella parte intermedia dei filoni di potenza media e grossa, ma presenti anche nei filoncelli di pochi centimetri.

Le druse pegmatitiche si trovano quasi esclusivamente nei filoni esistenti nelle *facies* marginali del plutone.

Poiché attualmente tutte le cave sono inattive, è impossibile trovare druse intatte. L'abbandono delle cave sembra sia dovuto essenzialmente ad una questione economica. I filoni di S. Piero e di S. Ilario sono sfruttati solo dai collezionisti; l'unico tentativo di utilizzo delle tormaline e dei berilli sembra sia stato alla fine del secolo scorso a Ginevra, dove le tormaline furono usate nella fabbricazione degli orologi in sostituzione dei rubini.

Per quanto riguarda le rocce indicate con il simbolo Σ , il Lotti nella sua Descrizione dell'Isola d'Elba del 1886 conclude asserendo che:

- 1_ le rocce ofiolitiche della parte occidentale dell'isola compaiono in lembi isolati in una zona quasi circolare tutt'intorno alla cupola granitica del Monte Capanne e sono attraversate frequentemente dalle sue apofisi granitiche o porfiriche;
- 2_ le rocce verdi sono sovrapposte a quelle stratificate metamorfiche, probabilmente originate dal contatto col plutone, o poggiano direttamente sul granito;
- 3_ la loro porzione inferiore, quando sono a contatto con il granito o da esso separate solo per un sottile spessore delle suddette rocce metamorfiche, è costituita da serpentinite enstatitica e da scisti ad anfibolo ed olivina; la porzione superiore è invece formata da serpentinite ordinaria, eufotide e diabase, identici a quelli eocenici e, come questi, presentanti la nota successione verticale; l'età eocenica della parte superiore di queste rocce è provata dal fatto che esse si trovano ad immediato contatto con strati eocenici fra S. Ilario e Colle Palombara;
- 4_ la serpentinite enstatitica è legata agli scisti anfibolici, con i quali si alterna in masse lenticolari; ed al tempo stesso alla serpentinite ordinaria indubbiamente eocenica, con cui è in contatto in vari punti. La serpentinite enstatitica, infatti, come quella eocenica, presenta pseudo-filoni e inclusioni lenticolari di eufotide, ma anche l'eufotide in tal caso manifesta caratteri mineralogici speciali che lo fanno passare ad eclogite;
- 5_ non si riscontra alcuna analogia fra queste rocce ofiolitiche del Monte Capanne e la serpentinite presiluriana della parte orientale dell'isola; vi sono però delle analogie con quelle pure presiluriane di Gorgonia, Giglio e Monte Argentario e con quelle delle Alpi;
- 6_ ad ogni modo, quando si dovessero ritenere antiche la serpentinite enstatitica e gli scisti verdi anfibolici, converrebbe ammettere nel Monte Capanne la sovrapposizione diretta di

serpentiniti eoceniche a serpentiniti presiluriane. Le osservazioni però non consentono una tale distinzione, benché l'accennata sovrapposizione diretta sia possibile e si sia verificata nella Liguria occidentale.

In conclusione, tutto porta a credere che la serpentinite estatitica e gli scisti ad anfibolo ed olivina del Monte Capanne rappresentino uno stadio di metamorfismo della serpentinite ordinaria eocenica, dovuto alle condizioni speciali cui si trovò insieme con le sottostanti rocce stratificate pure metamorfiche quando veniva messo in posto il granito, o le rocce madri della serpentinite ordinaria.

Il plutone forma alcune masse relativamente piccole ed anche più spesso filoni e vene nelle rocce scistose e gneissiche presiluriane, dalla spiaggia di Ortano fino alla Caldana poi quasi tutt'intorno al promontorio di Capolivieri, ma soprattutto nella sua parte orientale.

Il porfido quarzifero e le sue varietà granitiche compaiono tutt'intorno al Monte Capanne: presso Marciana in ammassi sul granito o in dicchi e filoni nelle rocce diabasiche e in quelle sedimentarie metamorfiche, sul vertice stesso di Monte Capanne pure in ammassi filoniformi. In generale, la massa granitica del Monte Capanne si presenta conformata in picchi e guglie, quando la roccia è interamente massiccia, in coni rotondeggianti e in cupole quando manifesta delle divisioni stratiformi. Gli agenti atmosferici attaccano la roccia granitica in due modi diversi: talora corrodendola in modo da produrvi delle singolari cavernosità, talora riducendola in blocchi sferoidali che finiscono per essere interamente staccati dalla massa o essere riuniti per mezzo di pilastri in forma di iperboloidi.

5. Storia ed economia dello sfruttamento

“E’ abbastanza suggestivo, anche se fino ad oggi non sono state fatte ricerche scientifiche in merito, che i cacciatori ed i raccoglitori del Paleolitico che frequentarono la piana di Lacona e le pendici del Capanne, abbiano utilizzato per preparare i loro strumenti di caccia e di lavoro anche i ciottoli di quarzo e le selci raccolte localmente” [Piccinini, 1938].

Nell’Isola d’Elba esistono diverse testimonianze di insediamenti eneolitici, e resti di importanti culture megalitiche, ma non si hanno prove in merito ad uno sfruttamento dei giacimenti feriferi.

Il popolamento delle terre elbane, e la probabile utilizzazione dei suoi minerali, si intensificò nel Neolitico e nelle successive “età dei metalli”. A riprova di ciò restano l’eccezionale sito sepolcrale eneolitico della grotta di S. Giuseppe a Rio, i resti delle culture sub-appenniniche del Capanne, le leggende degli Ilvates e degli Argonauti, i cercatori di metalli della mitologia greca, fondatori di Argo, la prima Portoferraio.

Durante il I Congresso Internazionale Etrusco del 1928, fu sottolineato il ruolo dell’ambiente culturale ed economico, e delle relazioni e degli scambi fra le grandi civiltà che occuparono e si affacciarono prepotentemente sul bacino orientale del Mediterraneo.

Per ben tre millenni Egizi, Semiti e Siriani si disputarono il dominio sui giacimenti minerari della Siria, dell’Anatolia, dell’Armenia, del Caucaso, che garantivano la trasformazione degli armamenti, accrescevano la potenza militare e di conseguenza assicuravano la vittoria in guerra e la crescita economica

Alla fine del XV secolo a.C. sopraggiunse l’invasione degli Achei, che nel Mediterraneo avevano già sostituito le popolazioni Micenee, Cretesi e le popolazioni guerriere delle coste occidentali dell’Asia Minore.

Questo stravolgimento dei popoli legato al movimento acheo-miceneo dell’Egeo avrà come fulcro per i suoi equilibri proprio il predominio delle miniere di ferro e della sua commercializzazione.

Sarà il ferro a rivoluzionare gli armamenti ed i suppellettili dei grandi imperi, preparando al cambio delle supremazie.

Nella storia dei popoli l’utilizzazione del ferro è posteriore a quella del rame “*et prior aeris quam ferris cognitus usus*” (Lucrezio V, 1285), poiché il rame si trova allo stato nativo, è estremamente duttile e non necessita di alte temperature di fusione.

La storia economica dell’Egeo, nel periodo submiceneo, è strettamente legata al commercio dei metalli, ed in particolar modo del ferro, con l’occidente mediterraneo.

Grande importanza per l'origine degli Etruschi è la storia dei Tirrenoi dell'Egeo che, insieme ai Lidi, furono identificati con i Pelasgi; i Tirrenoi - Pelasgi delle fonti classiche sono collocati nella penisola calcidica e nelle isole del mare tracio, ed in particolar modo a Lemno. Infatti, proprio dalle isole trace è fatta partire la prima immigrazione dei Pelasgi a Spina, nell'Adriatico, ricordata nella *Phoronis* di Ellenico e che Dionigi d'Alicarnasso riporta nella sua critica ad Erodoto.

Più tardi, Anticleide (Strabone V, 24) sosterrà che i Lidi di Tyrrenos (i τυρρηνοί di Etruria) arrivarono in Italia accompagnati dai Pelasgi delle isole di Lemno e di Imbro. In questo modo si confermerebbe uno stanziamento tirrenico dal bacino settentrionale dell'Egeo. E lo Schachermeyr (1935) sostiene che vi furono delle stazioni intermedie in Asia minore, nella Caria e nelle isole egee di Lesbo e Lemno. Tuttavia, non mancano critiche a tali teoria.

La lingua, l'industria, l'arte tirrenica di Lemno, messe in relazione con l'Etruria, dimostrano che, pur avendo la loro civiltà assunti uno sviluppo ed un aspetto indipendente, i τυρρηνοί di Lemno e gli Etruschi d'Italia possono considerarsi discendenti affini di quella vasta e diversa famiglia egea pre-greca alla quale si deve la civiltà cretese-micenea. Pertanto, gli stanziamenti tirrenici nelle isole del mare tracio, nella penisola calcidica e nel retroterra macedonico e tracio, vanno considerati come indipendenti rispetto agli stanziamenti sulle coste dell'Etruria: si tratta di due distinte penetrazioni commerciali ed industriali, con due diverse rotte di navigazione, appoggiate a due diversi centri minerari, ma condotte con lo stesso identico obiettivo: la conquista del mercato minerario del ferro.

I τυρρηνοί microasiatici, sottrattisi alla concorrenza fenicia nell'Egeo, riuscirono a conquistare i centri minerari del nord e si prepararono alla conquista dei mercati minerari del bacino occidentale del Mediterraneo.

La prima ondata migratoria dei progenitori degli Etruschi sarebbe avvenuta al principio del X secolo a.C., dopo l'invasione egea, che annientò la potenza achea, la civiltà micenea e l'impero hittita: durante questa prima fase migratoria, gli Etruschi avrebbero fondato Caere, Tarquinia e Populonia, e da questi ultimi due centri sarebbero partite le prime penetrazioni verso l'entroterra.

In realtà, potrebbe non essersi trattata di una vera e propria conquista, ma di una convivenza con le popolazioni locali preesistenti e con continui rapporti con la madrepatria asiatica. Si è trattato, probabilmente di tentativi di penetrazione e fondazione di fattorie commerciali (Minto, 1928).

Le prima fattorie commerciali vennero fondate dagli Etruschi sulle coste tirreniche nei centri villanoviani della zona mineraria toscana.

La seconda ondata migratoria, di maggior entità, sarebbe avvenuta verso l'800 a.C., a seguito del decadimento della potenza microasiatica per lo sterminio dovuto all'invasione dei Cimmeri e con la conseguente distruzione di molti centri ionici, frigi e di Tyrsa. In questo modo, il centro principale della potenza tirrenica dall'oriente mediterraneo si sarebbe spostato in Etruria ed i piccoli gruppi del popolo tirrenico si sarebbero fusi con i Lidi.

Il ritrovamento effettuato nel 1855 in un sepolcreto antichissimo a Villanova (Bo), all'interno del quale vennero rinvenuti arnesi di ferro deposti assieme ad arnesi di pietra, per gli archeologi fu un'indicazione chiara dell'inizio della Civiltà del Ferro, in virtù anche di altri ritrovamenti risalenti alla medesima epoca ed a gente della medesima stirpe in Emilia, Toscana, Umbria ed altre località a nord del Tevere.

Dal prototipo costituito dal sepolcreto di Villanova, con rito di incinerazione delle salme, l'epoca di transizione fra la civiltà della pietra e quella del ferro viene designata come "*civiltà di Villanova*".

Si ritiene che le prime popolazioni che dettero origine all'età Villanoviana fossero gente Umbra, che emigrando attraverso le pianure del Danubio scesero in Italia attraverso le Alpi Carniche, ed a poco a poco occuparono tutta la regione ad oriente degli Appennini fino all'Etruria ed al Lazio, spostandosi e sostituendo, ora pacificamente ora con l'uso della forza, le primitive popolazioni che incontrava sul loro cammino.

Queste popolazioni conoscevano la metallotecnica e l'arte di estrarre il ferro da alcuni suoi minerali di caratteristico aspetto e di facile lavorazione.

Tali minerali dovevano essere sparsi un po' ovunque, nella porzione d'Italia compresa fra l'Elba ed il continente così come racconta Plinio nella sua Nat. Hist. XXIV, 14: "*Ferri metalla ubique propemodo reperientur, minimaque difficultate agnoscuntur, colore ispo terrae manifesto*".

Probabilmente, questa civiltà Villanoviana o del ferro risale al IX secolo a.C. e la sua durata si sarebbe protratta fino agli inizi del VII a.C., trasformandosi in quella Etrusca o Tirrenica per sostituzione progressiva dell'originaria stirpe Umbra con elementi tirrenici, così come testimoniato dai sepolcreti ritrovati.

In parallelo all'evoluzione dei popoli ci fu quella dell'industria, soprattutto per opera delle popolazioni etrusche, che raggiunsero il loro massimo splendore nel VII secolo a.C., diffondendosi dalle Alpi fino alla Campania e affermandosi con fiorentissime città marittime quali Terracina, Capua, Ercolano, Pompei, comprovanti lo loro eccezionale vitalità politica e commerciale.

Gli Etruschi, grazie a procedimenti ancora sconosciuti, si procurarono in abbondanza i principali metalli usati industrialmente come rame, stagno, piombo argentifero e mercurio, ed a

giudicare dall'abbondanza delle scorie ferrifere lasciate dagli Etruschi nelle varie località, la maggiore attività cui si dedicò questa popolazione fu l'estrazione del ferro dai minerali dell'Elba.

Inoltre, lo Pseudo-Aristotele (*Mir. Ausc.* 93, 837) afferma che le prime coltivazioni minerarie dell'isola erano per l'estrazione del rame (ritrovamenti di scorie cuprifere si hanno a S. Lucia). Il porto commerciale ed industriale di questa zona fu quello di Populonia, l'unica città dell'Etruria ad esser posta sul mare, che fu prima porto per il commercio del rame e del bronzo e, poi, del ferro, quando i giacimenti del Campigliese e dell'Elba divennero miniere del ferro.

Il ferro, così come gli altri minerali dei giacimenti dell'Etruria, furono senza dubbio oggetto di traffico sia da parte degli Italici - Villanoviani con i Tirreni microasiatici ancor prima della conquista da parte di quest'ultimi dei centri minerari, e la "carestia" cui si riferisce Erodoto come motore che fa salpare i Tirreni dalla Lidia, in realtà è una carestia di materie prima che formava la loro primitiva ricchezza.

Ma probabilmente, l'escavazione del ferro dalle miniere dell'Elba era già praticata in tempi ancora più antichi degli Etruschi, essendo *Aethalia*, o *Isola dei fuochi*, il nome con il quale, a detta di Diodoro Siculo, i Greci designavano l'Elba al pari dell'isola di Lemno ove si lavorava il ferro fin dai tempi pre-omerici, ed al quale è legata anche dalla leggenda degli Argonauti (Apoll. Rhod. V, 652) fondatori di Porto Argo (Portoferraio).

Il nome Ilva, secondo il Minto, indicherebbe un primo stanziamento nell'isola di antichissimi abitanti liguri, gli Ilvates, la cui occupazione principale nei primordi dell'età del ferro sarebbe stata l'escavazione del minerale, e solo in epoche successive gli Etruschi avrebbero assoggettato tali popolazioni impadronendosi delle miniere.

Il Cozzo data all'VIII secolo a.C. l'epoca dell'inizio dello sfruttamento delle miniere elbane da parte degli Etruschi, in concomitanza con l'espansione verso sud delle popolazioni etrusche e con la fondazione di Roma.

Da Diodoro Siculo, *Bibl. Hist.* V, 13:

"Infatti presso la città dell'Etruria chiamata Populonia vi è un'isola che chiamano *Aethalia* [scintilla], la quale dista dal continente circa cento stadi e prese il nome dall'abbondanza dei fuochi in essa ardenti. Possiede infatti molta abbondanza di siderite [per indicare la roccia ricca di minerali di ferro] la quale viene spezzata per la fusione e la fabbricazione del ferro, ricavandone molto metallo.

Coloro che si occupano della lavorazione del minerale di ferro lo spezzano e cuociono i pezzi così rotti nei fornelli appositamente costruiti, nei quali pel gran calore del fuoco il minerale fonde, e dividono il prodotto in pezzi di media grandezza che assomigliano a grosse spugne. Queste

sono vendute e date in cambio ai mercanti che le trasportano a Dicearchia [Pozzuoli] e ad altri empori. I carichi sono comprati da alcuni che tengono molti fabbri e ne traggono diversi oggetti, in parte li fucinano in forma d'uccelli, in parte ne fanno marre, falci ed altri utensili. Ciò è venduto dai commercianti dovunque e così si diffonde l'utile in molti paesi del mondo.”

I compratori del ferro grezzo in spugna cui ci si riferisce dovevano essere indubbiamente i Greci e gli artigiani esperti di Pozzuoli che dovevano lavorare secondo “le antichissime tradizioni che i Samii, alla pari dei Calcidesi conservarono nelle loro antiche colonie” e durante questo lungo periodo storico il porto naturale cui ci si appoggiò fu quello di Portoferraio (Fabricia, prima, Ferraia poi).

Le escavazioni di ferro avvenivano a cielo aperto, con estrazioni che presentavano un andamento regolare ed armonico con la natura dei giacimenti: testimonianza di ciò sono i piani ed i livelli intercomunicanti con il minerale che doveva essere portato a giorno sollevandolo da un piano all'altro con pozzi verticali.

All'Elba, in principio, tutti i minerali di ferro furono trattati per ottenere il ferro dolce, ma quando i boschi cominciarono a ridursi per l'intenso consumo di legna negli altoforni, i minerali vennero sottoposti al trattamento di arricchimento per arrostitimento, dando le masse di ferro spugnose vendute all'incanto e portate dai Greci a Pozzuoli o a Populonia per l'ulteriore lavorazione (D'Achiardi, 1927).

Infatti, l'estrazione del minerale per trattamento a fuoco vivo esigeva un forte utilizzo di carbone di legna, provocando un rapido disboscamento delle foreste elbane con conseguente necessario trasferimento delle attività sul vicino litorale continentale, ove già era presente una minore industria del ferro.

Ma, oltre alle risorse forestali, a favorire il trasferimento sul continente fu la pericolosità delle acque marine, in particolare per la presenza dei pirati Focesi, insediati nella vicina Corsica ed intenti a contrastare gli Etruschi sia nel libero traffico del ferro che nel possesso delle miniere elbane.

Fu così che gli Etruschi si allearono con i Cartaginesi, con i quali affrontarono i Focesi nella battaglia di Alalia del 537 a.C.: in questo modo, gli alleati Cartaginesi si assicuravano un periodo di incontrastato dominio del mare e delle miniere elbane, fin quando nuovi nemici, i Siracusani, non intervennero sconfiggendo gli Etruschi ad Imera nel 480 a.C. e, successivamente, i Cartaginesi nelle acque di Cuma, nel 474 a.C.

Il porto dell'antica arce Poluloniense assicurava un più agevole e protetto sbarco dei minerali e dei traffici.

Testimonianze di ciò le troviamo in Aen. X, 174: “*Varro et aliud dicit, nasci quidem illic ferrum, sed in stricturam non posse cogi, nisi transvectum in Populonium, Tusciae civitatem, ipsi insulae vicinam*”.

E Strabone in un suo viaggio a Populonia scrive (V, 223) “e vedemmo coloro che lavorano il ferro recatovi dall’Aethalia, perché nell’isola non può fondersi in fornaci e perciò subito dopo che è tolto dalle miniere, si porta in terraferma.”

A ciò si aggiungono gli immensi accumuli di scorie depositate nei territori sottostanti al poggio su cui sorgeva l’antica città. Dallo sgombero delle scorie sono state messe in luce due antiche necropoli esistenti sul suolo primitivo prima dell’inizio della lavorazione del minerale elbano in quella località. Si può supporre che tali imponenti accumuli di scorie si siano prodotti in tre o quattro secoli, con un lavoro annuale di circa diecimila tonnellate di minerale.



Fig. 38 _ Monete di Populonia.

Il processo metallurgico seguito dagli antichi fabbricatori del ferro di Populonia è descritto dal ritrovamento degli antichi forni.

I forni utilizzati dovevano essere del tipo dei bassiforni con le pareti costituite da grosse scaglie di Macigno sovrapposte e tenute insieme dall’argilla (D’Achiardi, 1927), oppure, si creavano cumuli stratificati di circa 2 m di minerale e carbone, i quali venivano poi ricoperti interamente da argilla impastata con acqua e mescolata con erbe palustri o piccole piante in modo da formare un mantello di notevole spessore (come le carbonaie); alla base del mantello si praticavano dei fori per l’entrata dell’aria ed alla sommità si riservava un’apertura per il tiraggio dei gas della combustione.



Fig. 39 _ Forni a catasta per fabbricazione della spugna di ferro, di tipo libero e tipo seminterrato, in uso all'epoca etrusca.

In questi forni si mescolava il minerale con legna o carbone di legna; una volta acceso il forno così costituito, attraverso le piccole aperture inferiori, la combustione si propagava lentamente dal basso verso l'alto creando all'interno un'atmosfera prevalentemente riducente, poiché l'entrata dell'aria era fortemente limitata dalla piccolezza dei fori di alimentazione e poteva essere anche soppressa parzialmente tappandone qualcuno con l'argilla. Il minerale veniva quindi arroventato e ridotto a ferro metallico dall'ossido di carbonio presente nei gas; la spugna di ferro così formata si raccoglieva in masse agglutinate che, dopo cessata la combustione del cumulo, venivano estratte demolendo il rivestimento d'argilla.

Ma questo procedimento provocava una notevole perdita del minerale, dovuta in parte all'inevitabile irregolarità della distribuzione del fuoco, ed in parte al fatto che la periferia del cumulo rimaneva inglobata nelle scorie semifuse che si producevano dalle ganghe del minerale e dalla parziale fusione della faccia interna del rivestimento argilloso, per cui solo il 10% circa del ferro contenuto nella carica veniva ritirato dal fuoco come spugna.

Il metallo che si otteneva era un ferro spugnoso, che doveva essere sottoposto a successivi trattamenti di purificazione con ulteriori arroventamenti e martellamenti (D'Achiardi, 1927). E questo spiegherebbe la ricchezza media in ferro riscontrata negli ammassi delle scorie etrusche.

I forni erano piantati sopra le collinette argillose, sulle quali sorgevano i tumuli delle tombe a camera della necropoli arcaica. Questa scelta della posizione elevata era necessaria onde facilitare l'alimentazione dei forni e la scarica delle scorie. Questi forni dovevano avere breve durata, forse un solo trattamento: in questo modo potrebbero spiegarsi la mancanza di esemplari, l'abbondanza di relitti e la grande dispersione ed irregolarità delle scariche (Minto, 1928).

Gli avanzi dell'industria metallurgica di Populonia sono così cospicui da aver consentito la crescita di vere e proprie colline ricoperte da prati e boschi, oggi silenti, ma memori di antiche storie e tradizioni; questa località fu scelta probabilmente per il sicuro approdo che il suo porto (golfo di Baratti) doveva fornire alle navi (D'Achiardi, 1927).

L'ingente produzione di ferro ed il trasporto dello stesso ai diversi centri di consumazione doveva dar vita ad un intenso movimento commerciale.

Ma solo in parte questo materiale prodotto poteva esser trasportato per via marittima al centro del sud: enormi erano i rischi di attacchi da parte dei pirati, cosicché si organizzò una via terrestre per il trasporto sicuro del ferro; il tragitto doveva essere il più breve possibile e, per quanto possibile, pianeggiante in considerazione del peso del materiale da trasportare.

Nel VII secolo a.C. l'unico punto di passaggio fra l'Etruria ed il Lazio, separati dal Tevere, era quello in corrispondenza dell'isola Tiberina, facilmente oltrepassabile su ponti di legno.

Qui giungeva l'etrusca via pre-Aurelia e a sud partiva la pre-Appia che proseguiva per Capua. "Qui la via Etrusca, ben presto insediata dalla potenza calcidica di Cuma, ripiegava verso l'interno e finiva a Posidonia (Pesto), terza ma non ultima tappa, perché da lì il ferro etrusco continuava il suo viaggio fino a Sibari che lo distribuiva con le sue flottiglie ai mercati della Grecia e dell'Asia, traendo da questo traffico le immense ricchezze" [Piccinini, 1938].

Così, in quattro tappe di cinque giorni di viaggio ciascuna, le carovane trasportatrici del "ferro di Populonia" e degli altri prodotti metallurgici dell'Etruria passavano da Populonia a Sibari.

Le tappe erano:

- Populonia - Passo del Tevere,
- Passo del Tevere – Capua,
- Capua – Posidonia,
- Posidonia –Sibari.

Il ferro elbano fu così all'origine di tanti meravigliosi manufatti delle genti greche, ma fu anche promotore dello sviluppo di questo punto di transito del Tevere, che doveva essere una modesta stazione di gente latina che traeva profitti dal passaggio periodico di greggi o dei piccoli commerci locali. Ma, essendo cresciuti con imprevista rapidità i traffici etruschi, anche questo passaggio dovette accrescersi di importanza.

Sia la posizione del passo, a metà strada fra Populonia e le città della Campania, sia la presenza del fiume Tevere, con l'antica insenatura del Velabro, offrivano particolari motivazioni e facilitazioni per l'approdo delle navi mercantili. Inoltre, il commercio marittimo con le fiorenti città costiere dell'Italia meridionale, e la disponibilità di ottime acque potabili creata dagli abitanti del luogo con la perforazione di pozzi nell'area del Foro Romano, concorsero a trasformare questa località (il luogo primitivo di Roma) prima in un grande mercato, poi in un centro di popolazione stabile in continuo aumento, intenta nei traffici creati dalle carovane in arrivo, sosta e partenza, intenta nei lavori di riassetto delle strade e della regione, con particolare cura al mantenimento dei ponti, fonte di tante fortune.

Questo centro di commerci cominciò ad attirare artigiani d'ogni genere di mestieri allora in uso (costruttori edili, lavoratori di legno, i metalli, pelli, vasai, orefici ecc.) che si costituirono anche in organizzazioni militari di difesa.

Tutto ciò si svolse nel tempo e con una serie di lotte accanite ed insidiose che portarono, con il prevalere di una ferma volontà, questo aggregato di genti, *colluvium gentium*, secondo Tito Livio (IV, 1-5), di diverse stirpi e religioni, obbedienti solo al *Jus commercii* e viventi sul luogo come in aliena urbe, a ricevere una forma ed un orientamento sotto un *imperium*, inteso come Comando del lavoro, impartito da un *magister*, *magistratus*, *rex* o *imperator*.

Questa affermazione di ordine sotto un comando unico ebbe consacrazione il 21 aprile 753 o 754 a.C., data che segna il trapasso della stazione del fiume "Rumon" alla dignità di Urbe predestinata ai fastigi, alla potenza ed alla gloria.

La presenza etrusca in questo processo formativo è comprovata nelle istituzioni romane e sintetizzata dal fascio littorio che dalla etrusca Vetulonia passò a Roma come simbolo del comando e della giustizia.

Ma l'eccessivo benessere e la mollezza dei costumi, e l'incapacità di percepire i pericoli che incombevano da ogni parte della Confederazione, portarono alla decadenza di grande civiltà etrusca.

Infatti, intorno al 384 a.C. la potenza marittima etrusca fu stata quasi totalmente annullata dai Greci e dai Siracusani, che si sostituirono completamente agli Etruschi sulle coste della Corsica.

Sulla terraferma, le città etrusche subirono le invasioni galliche del IV secolo a.C., con la conseguente perdita delle città della Valle Padana. A sud dell'Appennino Tosco-emiliano le orde di Galli Senoni, sconfitti i Romani sull'Allia, giunsero fino a Roma e la saccheggiarono, l'incendiarono e la sottoposero ad un ingente riscatto, proveniente in gran parte dalla recente conquista romana dell'etrusca città di Veio.

Passate le orde galliche, la mutilata Etruria e Roma si contesero potere e territori, e durante l'intervallo fra la prima e la seconda guerra punica (241 - 218 a.C.) l'Etruria venne completamente sottomessa all'egemonia di Roma: persi tutti i territori che divennero *ager romanus* e furono popolati da colonie di tipo latino, il territorio etrusco venne attraversato dalle famose vie militari che partendo da Roma si dirigevano verso settentrione preparando l'espansione romana oltre l'Appennino Tosco-emiliano verso la Pianura Padana.

Con la sottomissione dell'Etruria a Roma iniziò anche la decadenza delle miniere elbane, sia perché le successive conquiste della Spagna e della Sardegna diedero a Roma regioni più ricche sia perché si volle, come afferma Plinio, rigorosamente applicato il *Senatus consultus Patrum interdictum*, che imponeva il rispetto del suolo italico, esclusivamente riservato allo sfruttamento agricolo (D'Achiardi, 1927).

Fu così che nel 241 a.C. il console Aurelio Cotta costruì la Via Aurelia su un percorso seguente, in parte, il tracciato dell'antica via etrusca del ferro. Partendo da Roma, la nuova via toccava Cosa e per Pisa giungeva a Luni.

Durante tali vicissitudini la lavorazione del ferro elbano subì disordini ed interruzioni, ma a seguito della sottomissione all'autorità di Roma seguirono nuovi periodi di operosità: ad esempio, l'Isola d'Elba fornì ferro e uomini coraggiosi durante la discesa di Annibale e la guerra di Canne (216 a.C.):

*“Non totidem Ilva viros, sed laetos cingere ferrum
Armat patrio, quo nutrit bella, metallo”*

[Silio Italico, *Punica* VIII, 615-616].

In occasione della seconda guerra punica, Tito Livio, menzionando i popoli dell'Etruria che nel 205 a.C. concorsero a fornire derrate e mezzi all'armata di Publio Cornelio Scipione, cita i Populiensi:

*“Etruriae primum populi pro suis quisque facultatibus Consulem adiuturus
polliciti [...] Populonienses ferrum [...]”*

[T. Livio XXVIII, 45].

L'economia legata allo sfruttamento del ferro si era trasformata dai traffici etruschi ad industria bellica romana, e con il passare del tempo le vicissitudini avverse alle popolazioni etrusche favorirono la scomparsa di molti centri: come quelli che durante la guerra civile fra Mario e Silla avevano patteggiato per il primo, i quali con la vittoria del secondo vennero completamente rasi al suolo dal vincitore; fra questi, vi fu anche Populonia.

I Romani valorizzarono, utilizzarono ed scavarono enormemente il granito delle Cave e del Seccheto sul Monte Capanne, granito che possiede buone caratteristiche tecniche, come dimostrato dalle analisi svolte successivamente, fra il 1900 ed il 1930 che diedero risultati quali:

- ✓ resistenza alla compressione da kg 1300 (nelle prove condotte nel 1900) a kg 1600-1700 (nelle prove del 1930), dimostrando come la qualità del granito fosse migliorata negli ultimi trenta anni di escavazioni,
- ✓ buona resistenza al gelo, poiché il granito rimane intatto all'imbibizione di acqua e all'esposizione per molte ore alla temperatura di -10°C.

I Romani scelsero le località di Seccheto e di Cavoli, sulla costa meridionale dell'isola, punti in cui il granito del Monte Capanne raggiunge liberamente il mare e dove le due insenature si prestano molto bene all'imbarco, a differenza della zona del Polverio - Sant'Andrea, sulla costa nord-occidentale, troppo esposta ai venti di Ponente e di Libeccio.

I Romani escavarono il granito con fronti di taglio a scalpello per estensioni imponenti. Il granito di Monte Capanne è presente in molti importanti edifici romani, rinascimentali e barocchi. Tra gli utilizzi più significativi, occorre ricordare sette colonne del Pantheon a Roma, oltre a numerose altre colonne nel Duomo, nel Battistero, nella Chiesa di San Michele in Borgo e in quella di San Frediano a Pisa, nel Battistero di Firenze e nelle chiese di San Jacopo Soprarno, Santa Felicita e della Croce al Trebbio, e la vasca rotonda ed altre minori del giardino di Boboli, ed infine, ancora colonne nella Cattedrale di Aquisgrana.

A partire dall'anno 1000 diventano scarse le informazioni riguardanti l'attività mineraria e metallurgica sull'isola d'Elba e nel centro di Populonia, tanto che non sono disponibili citazioni o fonti scritte in merito, fino all'XI secolo d. C., quando entrò in possesso delle miniere la Repubblica Marinara di Pisa, che le detenne fino al XIV secolo.

Nel Medioevo fu, quindi, la Repubblica di Pisa a gestire e sfruttare le miniere di ferro dell'Isola d'Elba, e testimonianze di tale sfruttamento e periodo si riconoscono nelle raffinate chiese romaniche, nella Torre di San Giovanni in Campo, la "Fortezza" di Marciana ed il maniero del Volterraio.

Dal VI secolo d.C., l'isola aveva subito le dominazioni di sovrani d'oriente e le incursioni ed i saccheggi dei pirati. Con la conquista da parte della Repubblica di Pisa si riebbe un nuovo slancio civile, economico e commerciale. Vennero riaperte le miniere di ferro, e costruite fortezze sulle colline a ridosso del mare per la loro protezione e commercializzazione, e verso le quali cominciarono a spostarsi i centri abitati. Venne ridato impulso anche all'escavazione del granito, utilizzato in diverse importanti costruzioni a Pisa.

Ma le scelte politiche della Repubblica di Pisa, ed in particolare le numerose guerre in cui fu coinvolta, crearono un crescente malessere e una conseguente migrazione, accresciuti dalle ingenti tasse imposte che portarono ad una serie di proteste e ribellioni nei confronti contro questo governo.

Nel 1348 la popolazione fu colpita da una grave epidemia di peste dovuta alle cattive condizioni igienico - sanitarie in cui viveva, per cui si ebbe una drastica riduzione del numero degli abitanti.

Per i quattro secoli successivi, le miniere furono gestite dagli Appiani che ne appaltarono la coltivazione dai Medici prima e dai Lorena poi.

Il periodo compreso fra il 1737 ed il 1790 fu caratterizzato, in Toscana, da ~~di~~ grandi riforme: veniva a delinearsi sempre più una politica economica foriera di progresso, sviluppo e civilizzazione per questa regione.

Il primo periodo di gestione dei Lorena fu caratterizzato da riforme ispirate ad una concezione liberista della politica economica. Si affermava sempre più, in Toscana ed in diversi altri centri culturali, un movimento ispirato all'empirismo naturalistico di Galileo, che portava a dispute culturali sull'origine dei fossili, sull'importanza dell'acqua e del fuoco nell'origine dei minerali, e sulla geologia in genere. Tali fermenti culturali spinsero anche la ricerca e le escavazioni nelle miniere.

Secondo la legislazione vigente nel Granducato ("Legge sopra i feudi e feudatari": Firenze, 21 aprile 1749), le miniere erano una regalia del Sovrano, il quale, dietro richiesta dell'interessato, rilasciava una "concessione" per l'escavazione con un *motu-proprio* nel quale si fissavano le seguenti condizioni:

- 1) durata della concessione fra i 20 ed i 60 anni con privilegio;
- 2) versamento del 10% del prodotto netto della lavorazione alla R. Depositeria, con esenzione da tale versamento per un periodo iniziale variabile fra i 3 ed i 10 anni;
- 3) inizio delle lavorazioni ed invio dei campioni del minerale estratto alla R. Depositeria, entro un anno dalla data del *motu-proprio* di concessione, pena la decadenza;
- 4) rifusione degli eventuali danni al proprietario della superficie;
- 5) disponibilità a prezzi concordati del legname e di ogni altro materiale necessario alle lavorazioni;
- 6) facilitazioni doganali per l'importazione di macchine e strumenti;
- 7) libera esportazione del minerale estratto.

Nell'Ottocento, alle coltivazioni già esistenti si aggiunsero nuovi lavori minerari nella penisola del Calamita, a Terranera ed a Capo Bianco.

Prima del 1815, l'Isola d'Elba apparteneva al Principato di Piombino, nel quale vigeva in merito alla proprietà mineraria il diritto assoluto di regalia del principe.

Con il trattato di Vienna del 9 giugno 1815, il Principato di Piombino venne riunito al Granducato di Toscana, che fu obbligato ad indennizzare il Principe Ludovisi Buoncompagni con un capitale corrispondente all'annuo frutto di oltre L. 210,00 delle rendite del Principato, la più cospicua delle quali derivava proprio dall'esercizio delle regalie sulle miniere.

L'applicazione del *motu-proprio*, emanato da Pietro Leopoldo nel 1788, che sanciva l'unità nella proprietà di suolo e sottosuolo, venne prorogata e perpetuando così il sistema delle regalie.

Si avviò, così, una Regia Mista che prevedeva l'appalto di 12 anni delle miniere e delle fonderie a terzi, riservandosi la sorveglianza e l'approvazione attraverso un Commissario.

Questa formula non favorì la graduale evoluzione dello sfruttamento minerario da fenomeno speculativo a vera iniziativa industriale. I diversi privati che si succedettero nell'impresa videro fallire le loro speranze di attività industriale a seguito dei diversi problemi che si vennero a creare per l'interposizione del Commissario governativo, il quale aveva diritto di veto sia di carattere tecnico che amministrativo. A queste difficoltà si aggiunse anche una politica doganale di tipo liberista che ostacolò ulteriormente il settore della siderurgia toscana (Lungomanelli, 1978).

Nel 1828 il Governo fece un nuovo contratto d'affitto limitandolo solo alle officine.

Nel 1830 venne abolita la servitù di legname che a comodo degli stabilimenti governativi veniva esercitata sui boschi privati, mentre a partire dal 1832 venne reintrodotta la possibilità di importare il ferro estero ma a norma di una tariffa doganale con un dazio assai forte. Queste nuove condizioni fecero sì che la seconda Regia non ottenesse il risultato ed i guadagni sperati, cosicché la gestione tornò totalmente in mano al Governo.

Nel 1835 venne istituita una nuova azienda governativa denominata *Regia amministrazione delle miniere e delle fonderie del ferro*, alla quale vennero affidati le miniere e gli stabilimenti della Maremma.

A seguire l'uso del ferro e delle miniere venne incrementato sempre di più, fin quando, nel 1850, allorché si pensava di espandere ulteriormente l'industria del ferro, aprendola ai privati, il Governo si trovò in tali difficoltà da dovere ricorrere all'affitto delle miniere ed industrie.

Con Sovrano Decreto del 28 ottobre 1856, i diritti di regalia che il Governo aveva sopra tutti i minerali dell'ex-Principato furono limitati al solo minerale di ferro dell'Isola d'Elba.

Tale diritto venne esercitato pacificamente dal Governo fin quando in alcune parti dell'isola fu contestato in giudizio dalla Marchesa di Boissy. Ma la causa venne vinta dal Governo che ne rimase il diretto proprietario.

Gli eventi politico-economici che coinvolsero l'ex-Granducato influenzarono molto le vicende siderurgiche dell'Isola d'Elba e della Toscana: i Lorena fecero installare diverse ferriere in località dotate di acqua motrice, indispensabile per l'impianto di una officina.

La gestione dello Stato avveniva attraverso una Amministrazione Cointeressata perché in essa era congiunta all'azione governativa quella dei sovventori privati.

Al momento del passaggio dal Granducato di Toscana allo Stato Italiano, da quasi un decennio da un' "amministrazione mista". Il privato era il banchiere livornese Pietro Bastoni, il quale agiva sotto l'alta sorveglianza di un Commissario del Governo, che a sua volta esercitava il diritto di prestare il proprio consenso a qualunque spesa straordinaria fosse necessaria.

Costituitasi ufficialmente il 19 luglio 1851 ed avente durata trentennale, la nuova "Amministrazione cointeressata delle Reali Miniere del Ferro dell'isola d'Elba e delle fonderie di Follonica, Cecina e Valpiana rappresentava un buon affare per le finanze del Granducato e la fine delle speranze di chi negli anni precedenti aveva tentato la via della privatizzazione del settore siderurgico toscano.

Questo nuovo stato giuridico-amministrativo non cambiò in sostanza lo *status quo*. Giovan Battista Lapi, uno dei più convinti assertori dell'industrialismo toscano, veniva sostituito in qualità di "Consultore tecnico" dall'ing. Angelo Vegni, professore di metallurgia nell'Istituto di Studi Superiore Pratici e di Perfezionamento di Firenze.

Era facoltà del Governo cambiare l'amministratore, come dell'amministratore di ritirarsi, tanto che nel 1860 il Bastoni si ritirò dalla gestione "cointeressata" delle miniere per darsi alla politica, prima come deputato e poi come ministro delle finanze del nuovo Regno.

La gestione passò dapprima a Luigi Vivarelli (1860-1879), già segretario dell'Amministrazione al tempo del Bastoni; fra il 1879 ed il 1881 passò a Luigi Leoni, ex commissario del Governo; successivamente le obbligazioni e le cartelle di godimento passarono a Cristiano Appellius, un negoziante livornese di nazionalità tedesca, che fu investito del compito di sorvegliare le operazioni dell'amministratore nell'interesse dei portatori delle medesime cartelle di godimento; infine, dopo la rinuncia dell'Appellius nel 1867, questo compito passò al prof. Cocchi.

Con l'Unità d'Italia le miniere elbane divennero proprietà demaniali e furono date in concessione a varie società che operarono fino al 1981, anno in cui venne chiusa la miniera del Ginevro (Benvenuti, 1986).

Nel 1864, il Giordano distingueva le miniere toscane in:

- 1) elbane, note ed escavate da tempi remoti;
- 2) continentali, sparse tra i Monti del pietrasantino e nel territorio di Massa Marittima.

La fusione dei minerali provenienti dall'Isola d'Elba veniva effettuata sulla costa maremmana, in sette altiforni, e sia le miniere che gli stabilimenti metallurgici maremmani erano di proprietà dello Stato, ad eccezione dell'altoforno di Pescia.

L'Italia dopo l'Unità appare come un paese arretrato, in ambito sia agricolo che industriale, ed in questo contesto economico, in cui convivevano arretratezza e complementarietà subalterna, il ferro dell'Isola d'Elba rappresentò un fattore estraneo alla crescita industriale, ed insieme alle altre risorse italiane seguì la via dell'esportazione.

Per l'economia elbana, in particolare per i comuni della fascia orientale (Rio Elba, Rio Marina e Porto Longone), le miniere garantivano lavoro a centinaia di lavoratori, ed erano un potente fattore di stabilità sociale.

L'orario di lavoro era di 6 ore al dì, consentendo così alla manodopera di serbare tempo per i lavori agricoli; la retribuzione era a giornata lavorativa; in situazioni di emergenza si ricorreva anche all'utilizzo dei condannati al bagno penale, in proporzione di 1/3 così come stabilito dai contratti di appalto seguiti alla "Cointeressata".

L'imbarco del minerale avveniva essenzialmente tramite trasbordo, ossia con le barche che prendevano il carico dai pontili e lo portavano sui bastimenti, pur se Rio e Vigneria erano state dotate di pontili di ferro.

A fine giugno del 1881 scadeva la gestione della "Cointeressata" e questo risvegliò un certo interesse nei confronti del ferro elbano.

Tre furono i progetti di gestione che videro la luce a metà degli anni '70:

1°_ proposto dal senatore Francesco Brioschi, influente uomo politico della Destra, ed appoggiato dal Ministro delle Finanze, fra gli anni 1873-1874 per il salvataggio della Società delle Strade Ferrate Romane; ma tale progetto, pur essendo stato ratificato dal Parlamento con Legge 3 giugno 1874 n. 2083 non poté essere attuato in quanto il senatore Brioschi non riuscì a trovare i capitali necessari per mettere in atto l'iniziativa;

2°_ proposto nel 1876 dal Primo Ministro della Marina, Benedetto Brin, ed appoggiato dalla Sinistra giunta al potere.

Il 3 dicembre 1878 venne presentato un disegno di legge grazie al quale si predisponeva un affitto per 40 anni con obbligo per l'affittuario della costruzione di uno o più impianti siderurgici capaci di produrre 30.000 tonnellate annue di rotaie ed assi montanti per le ferrovie, lamiere e profilati per costruzioni navali ed acciaio per corazze e cannoni.

Il Governo si impegnava a comperare per almeno 10 anni una notevole quota di produzione ed a far acquistare alle società ferroviarie, a parità di prezzo, almeno il 50% della produzione quale materiale da costruzione e manutenzione delle linee;

3°_ proposto dal Capitano di Vascello Felice Regolini e dietro il quale campeggiavano armatori e finanzieri genovesi, il quale prevedeva la costruzione di un grande stabilimento a ciclo completo: all'Elba per la fusione del minerale, ed a Piombino per il completamento del ciclo di fusione, con una potenzialità di ca. 150.000 tonnellate annue di ghisa da convertire in acciaio laminato.

Ma tutti questi progetti non ebbero mai realizzazione, ed infatti, nel 1881 alla "Cointeressata" subentrò la Banca Generale; nel 1885 si affiancò alla Banca, sempre in qualità di affittuario, la Società Veneta per Imprese e Costruzioni Pubbliche. Tale aggiudicazione avvenne attraverso una trattativa privata con il Ministero delle Finanze.

Alla Veneta si affiancò presto la Terni, la quale prevedeva di costruire una sola acciaieria e non un impianto a ciclo completo.

Nel 1888 il Ministro delle Finanze Maglini rifiutò al Breda la disponibilità unica dei giacimenti per la Terni.

Fra il 1888 ed il 1897 si ripropose la gestione interlocutoria dei giacimenti che vennero affittati al notevole elbano Giuseppe Tonietti.

I primi anni del XIX secolo videro un risollevarsi della situazione grazie a:

- ✓ la ripresa del ciclo economico internazionale in seguito alla fine del periodo della "grande depressione";
- ✓ la sconfitta bancaria dei gruppi finanziari anti industriali che avevano favorito l'esportazione delle risorse;
- ✓ l'affermarsi dei due istituti di credito, la Banca Commerciale ed il Credito Italiano, che avrebbero orientato in modo decisivo i loro interessi nei settori "di base", quali la siderurgia e l'elettricità.

Nella primavera del 1897 venne steso un nuovo capitolato d'appalto con condizioni favorevoli agli stabilimenti italiani, indizio di un nuovo indirizzo in materia ed il primo passo verso la "moderna siderurgia nazionale" (Lungonelli, 1978).

Dopo secoli d'intenso sfruttamento, nel 1981 è stata chiusa l'ultima miniera di ferro dell'Elba: ora le miniere non sono più frequentate dai cavatori, ma dai collezionisti di minerali.

L'isola d'Elba è una delle più importanti e famose località mineralogiche e storico-minerarie della Terra e come tale inserita nel “World Heritage Provisional List of Geological Sites” dell'UNESCO.

Il patrimonio mineralogico elbano, immerso in magici paesaggi, accompagnato da notevoli emergenze floristiche e faunistiche, è parte di un contesto ambientale modellato da una storia geologica vecchia almeno di 400-500 milioni di anni alla quale, negli ultimi 100.000 anni, si è sovrapposta la storia antropica del territorio.

6. Prospettive di tutela e valorizzazione

Ilva...Insula, inexhaustis Chalybum generosa metallis.

[Virgilio, canto X dell'Eneide, 173-174]

La storia dell'Isola d'Elba ha origine nella notte dei tempi e molte sono le lingue e le genti che l'hanno conquistata ed abitata, ma un unico tesoro l'ha caratterizzata: il ferro, il suo sfruttamento ed il suo commercio.

Prima della Costituzione repubblicana, la tutela del paesaggio in Italia era stata realizzata dallo Stato attraverso due strumenti:

- ✓ la creazione di parchi nazionali mediante atti legislativi;
- ✓ l'individuazione di vincoli paesaggistici ai sensi della Legge 1497/39.

La sola indicazione esplicita nella Costituzione italiana in materia di conservazione della natura è contenuta nell'art. 9, che pone la tutela del paesaggio tra i fondamenti della Repubblica, ma senza che vi sia una specifica previsione di legge in materia di ambiente e territorio.

Dopo le vicissitudini legate ad una storia di utilizzazione da parte delle "Genti del nord", dei Greci, dei Romani, dei Longobardi, della Repubblica di Pisa, degli Appiani, dei Medici, dei Lorena, del Granducato di Toscana, con la Legge del 23 febbraio 1952, n. 101, venne istituito l' "*Ente per la valorizzazione dell'Isola d'Elba*", e così come recita l'art. 1: "L'Ente avrà durata trenta anni e sarà suo compito provvedere alla valorizzazione delle risorse naturali dell'isola".

Successivamente, con i DD.PP.RR. 11/72 e 616/77 sono stati trasferiti alle Regioni i compiti in materia di boschi e foreste, nonché la facoltà di istituire parchi e riserve naturali regionali.

Oltre all'attività del Ministero per l'agricoltura e le foreste, di istituzione di riserve naturali statali, dal 1976 è intervenuta una legge di recepimento della Convenzione di Ramsar sulla tutela delle zone umide di importanza internazionale, che ha prodotto notevoli risultati in merito alla tutela delle coste italiane.

La Legge 31 dicembre 1982, n. 979, ha poi dettato norme per l'istituzione delle riserve marine.

Nel 1986, con l'istituzione del Ministero dell'ambiente, l'istituzione di tali riserve avviene di concerto tra i due ministeri dell'ambiente e della marina mercantile; ad oggi tali competenze sono passate al solo Ministero dell'ambiente.

Nel frattempo, ci fu una integrazione al quadro legislativo con la legge "Galasso", n. 431/85, che segnò una svolta per la tutela del territorio nazionale.

Nel 1991 si giunge, quindi, alla Legge quadro sulle aree naturali protette, [n. 394/91](#), primo provvedimento organico per la tutela ambientale (poi integrata e parzialmente modificata dalla L. 426/98).

Il Legislatore, per la gestione dei neonati Parchi nazionali, individua quali strumenti di governo gli Enti Parco, istituiti con appositi decreti presidenziali, inseriti nel comparto degli enti pubblici non-economici di cui alla Legge 70/75 (il cui funzionamento è disciplinato dal D.P.R. 696/79).

Nel Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano vigono le norme disposte dalla L. 394/91, dal [D.P.R. 22 luglio 1996](#) e dal D.M. Ambiente 19 dicembre 1997.

Sulle aree del compendio minerario operano l'Ente Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano (sotto la cui protezione ricade il 95% del comprensorio) e la Società Parco Minerario Isola d'Elba s.r.l. a partecipazione pubblica e privata con compiti di promozione, realizzazione e gestione di iniziative finalizzate al recupero e alla valorizzazione delle aree.

Secondo quanto stabilito, i due Enti si impegnano, ciascuno per le proprie competenze, a dare seguito alla progettazione d'insieme dei diversi lotti dei lavori ed alla individuazione delle relative proprietà, nonché alla successiva realizzazione degli interventi di recupero ambientale delle aree dell'ex compendio minerario dell'Isola d'Elba, in funzione degli stanziamenti gradualmente disponibili.

Fra gli interventi previsti vi sono:

- ✓ opere di tutela e di messa in sicurezza dei cantieri minerari, specie di quelli che per il loro rilevante interesse devono essere conservati;
- ✓ opere per il miglioramento della viabilità stradale;
- ✓ opere di manutenzione e mantenimento delle canalizzazioni di raccolta e scolo delle acque meteoriche;
- ✓ opere di consolidamento per evitare, nel tempo, eventuali movimenti franosi.

Al fine di realizzare le attività di recupero ambientale sulla base delle priorità e dei costi degli interventi valutati a seguito della progettazione d'insieme, e per accelerare tutte le procedure attuative, i soggetti coinvolti hanno convenuto di fare ricorso allo strumento dell'Accordo di Programma così come previsto dall'art. 27 della Legge 8 giugno 1990, n. 142.

Nel 1996, il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano ha avviato un'intensa e positiva attività nel campo della realizzazione di strutture e di sentieri, fruibili anche da parte di un'utenza ampliata. Su nove tra case del parco, aree attrezzate, punti panoramici, musei, acquari ecc., ben otto risultano fruibili da parte di persone con deficit motori o sensoriali; a queste strutture va aggiunto un sentiero naturalistico per non vedenti. Informazioni dettagliate nel merito sono riportate nel seguente prospetto e nella sezione "itinerari" (Dati Ente Parco, 2002).

Tabella Dati sulla Fruibilita' del Parco

Nome Struttura	Tipologia	Telefono	Indirizzo/Località	Accessibilità/Visitabilità (art. 2 DM LL.PP. n. 236/89)
ENTE PARCO	Sede	0565/919411	Via Guerrazzi 1, 57037, Portoferraio (LI)	NO
CASA DEL PARCO	Casa del	0565/901030	Loc. Fortezza	SI

DI MARCIANA "FORTEZZA PISANA"	Parco		Pisana, 57030, Marciana, (LI)	
CASA DEL PARCO DI RIO NELL'ELBA "I LAVATOI"	Casa del Parco		Loc. I Lavatoi, 57039, Rio nell'Elba (LI)	SI
CASA DEL PARCO DI CAPRAIA "LA SALATA"	Casa del Parco	0586/905138	Loc. La Salata, 57032, Capraia Isola (LI)	SI
AREE ATTREZZATE E PUNTI PANORAMICI	Aree di sosta per ricreazione e punti panoramici		Isola d'Elba (lungo le principali strade provinciali)	SI
MUSEO NAPOLEONICO VILLA DI S. MARTINO (SOLO PIANO TERRA)	Museo	0565/914688	Loc. San Martino, 57037, Portoferraio (LI)	SI (solo piano terra)
MUSEO ARCHEOLOGICO DELLA LINGUELLA (SOLO PIANO TERRA)	Museo	0565/917338	Loc. La Linguella, 57037, Portoferraio (LI)	SI (solo piano terra)
ACQUARIO DELL'ELBA	Acquario	0565/977885	Loc. Segagnana, 57034, Campo nell'Elba (LI)	SI
LA PICCOLA MINIERA	Museo	0565/95350	Loc. Pianetto, 57036, Porto Azzurro (LI)	SI
MUSEO MINERALOGICO	Museo	0565/962088	Via Magenta 26, 57038, Rio Marina (LI)	SI

(Dati Ente Parco, 2002).

Attualmente, il Parco Minerario si estende per 1048 ettari nei Comuni di Rio Marina, Porto Azzurro e Capoliveri, ed ha come finalità principale la valorizzazione turistica, didattica e scientifica dei siti perimetrali, inseriti – tra l’altro – tra i siti d’importanza geologica dell’UNESCO per la grande varietà mineralogica dei campioni presenti.

L’attuale gestione del Parco Minerario ha puntato molto negli ultimi anni ad utilizzare nella maniera ottimale le grandi potenzialità turistiche sia del Museo dei minerali, sia della rete di percorsi che consentono escursioni guidate nelle miniere di ferro del versante orientale dell’isola.

Sono molte le iniziative e gli interventi proposti per potenziare ulteriormente l’offerta didattico-turistica del Parco: dal miglioramento dei percorsi mineralogici con la messa in opera di

pannelli e cartelloni didattici, alla ricostruzione degli ambienti della vita in miniera con l'allocazione di macchinari, strumenti, oggetti e altri materiali di lavoro.

Il vasto patrimonio naturalistico dell'area, inserito in un ambiente climatico favorevole ed accompagnato da un patrimonio storico-culturale di rilievo, è anche al centro della politica di sviluppo della Comunità Montana dell'Elba e Capraia.

Nel 2005, a seguito del Processo di Agenda 21L, la Comunità Montana ha prodotto un Piano di Sviluppo Socio Economico suddiviso nei seguenti assi:

- 1 - riqualificazione dell'offerta turistica;
- 2 - sviluppo dell'imprenditoria ecosostenibile e legata al territorio;
- 3 - miglioramento del sistema delle infrastrutture e dei trasporti;
- 4 - miglioramento della qualità della vita;
- 5 - valorizzazione delle risorse ambientali.

Degno di nota, in virtù della quantità di lavoro svolto, risulta l'asse 5 - Valorizzazione e tutela delle risorse ambientali.

Infatti, su questo asse si concentrano le azioni prioritarie messe in campo dalla Pubblica Amministrazione Locale, per le competenze attribuite dalla legge, in coerenza con gli assi precedenti, per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico dell'area.

In questo asse sono previste azioni a sostegno, a partire dalla fase progettuale, di una pianificazione concertata dell'utilizzo del territorio, dal Piano Strutturale alla pianificazione degli insediamenti produttivi.

Sono state condotte azioni per il recupero dei centri storici, degli antichi borghi ed edifici di interesse storico, per la sentieristica, con il consolidamento e la realizzazione di percorsi che attraversino zone di interesse storico-archeologico e naturalistico, per la prevenzione del dissesto idrogeologico e dell'erosione delle coste, per la riqualificazione delle risorse umane con particolare riferimento al miglioramento della capacità di *project-management*.

Il Piano di Sviluppo Socio Economico triennale della Comunità Montana dell'Elba e Capraia ha come finalità principale proprio il consolidamento e lo sviluppo delle attività economiche ed il miglioramento della qualità dei servizi erogati dalla Comunità stessa e dagli Enti Locali dell'Arcipelago.

Il Piano, inoltre, individua le priorità di realizzazione degli interventi di salvaguardia e valorizzazione dell'ambiente mediante il riassetto idrogeologico, la sistemazione idraulico-forestale, l'uso delle risorse idriche, la conservazione del patrimonio dei monumenti, dell'edilizia rurale, dei centri storici e del paesaggio rurale e montano ai fini dello sviluppo civile e sociale.

L'obiettivo che si pone questo asse consiste nel lanciare il "Marchio Arcipelago Toscano" come identità di un territorio sfruttando la vasta notorietà di cui l'arcipelago gode oggi sia in Italia che all'estero quale meta turistica.

Questo "Marchio" pone l'attenzione sulla valorizzazione di tutti gli elementi del vivere mediterraneo ovvero sull'individuazione di strategie di rilancio che attraversino tutti gli aspetti del sistema economico e sociale dell'area.

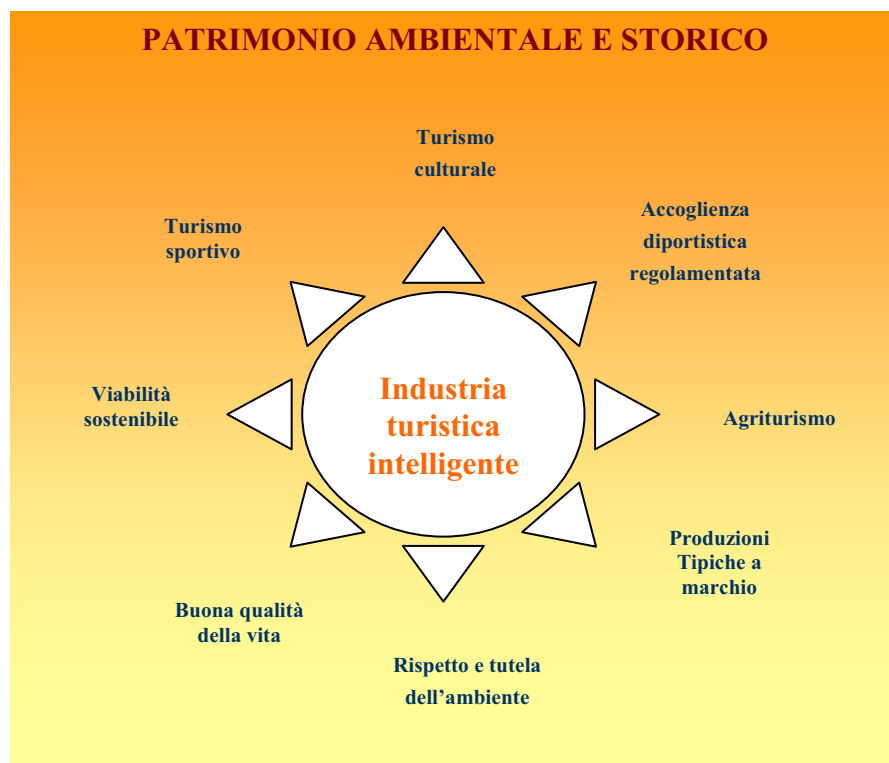


Fig. 40 _ Marchio dell'Arcipelago Toscano.

Lo schema riportato di seguito mostra il sistema di valori sul quale è costruito il “Marchio Arcipelago Toscano ” identificativo delle due dimensioni del vivere, quella economica e quella sociale.

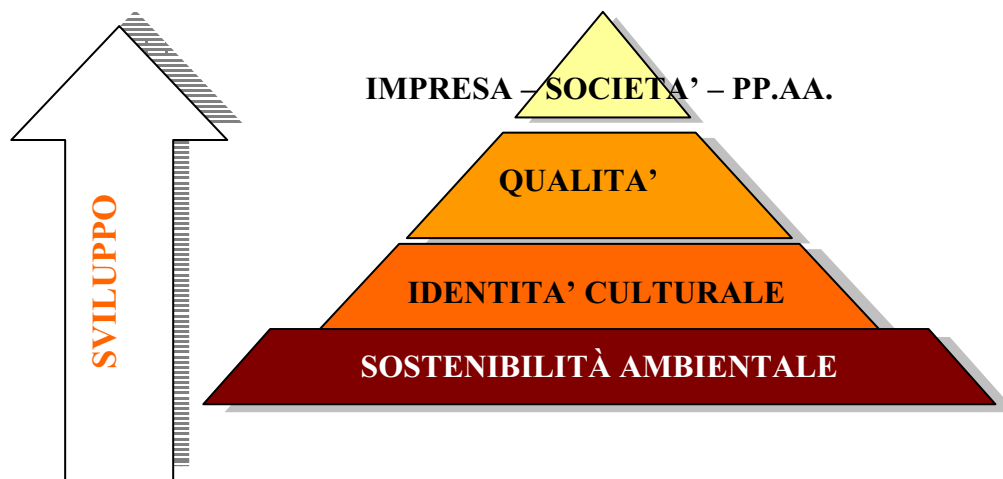


Fig. 41 _ Sistema di valori su cui poggia il marchio dell'arcipelago toscano.

La sostenibilità ambientale dello sviluppo significa la creazione di condizioni per la crescita tali da non compromettere le risorse naturali del territorio che rimarranno così fruibili per le generazioni future, in coerenza con quanto stabilito dalla Carta di Aalborg – Agenda 21. E' alla base della piramide perché solo nel rispetto dell'ambiente si potrà ancora puntare sul turismo e nel contempo tutelare la qualità della vita dei residenti.

Con l'inserimento dell'identità culturale si vuole sottolineare l'importanza del fattore umano nel percorso di rilancio del territorio, per il rispetto del percorso storico-sociale che deve essere considerato un "valore" in un contesto in cui uomo e natura sono molto vicini: la tutela dell'ambiente, da sola, non renderebbe giustizia al valore culturale di una terra, così mediterranea e così unica.

L'attenzione alla qualità è necessaria perché il territorio limitato delle due isole non può prestarsi per uno sfruttamento intensivo, sotto nessun profilo, dal turismo all'edilizia, alle coltivazioni fino all'industria. Del resto il patrimonio naturalistico, la posizione geografica e il clima si prestano molto bene per questa impostazione: si può pensare, ad esempio, ad un arresto dell'ampliamento dell'offerta alberghiera, che comporti una limitazione alle presenze turistiche, e contestualmente al miglioramento della qualità delle strutture e dei servizi in un'ottica di fidelizzazione della clientela. Inoltre il recupero delle costruzioni esistenti, con architettura coerente con la tradizione locale, preserva preziosi spazi di terra al contrario delle nuove costruzioni, e gli stessi edifici rurali possono rappresentare un elemento di attrazione. Infine la valorizzazione di colture di nicchia così come piccole produzioni industriali di beni e servizi, entrambe di qualità, sono attività complementari all'industria del turismo, ovvero possono contribuire a migliorare l'offerta turistica, a contrastare la stagionalità dell'attività turistica e, al tempo stesso, possono essere veicolate su altri mercati proprio perché riflettono l'immagine del territorio resa nota dal circuito turistico.

Queste tre dimensioni portano, in testa alla piramide, i tre soggetti che sono al contempo fruitori ed attori dello sviluppo socio-economico: l'impresa e il tessuto produttivo in generale, la collettività nelle dimensioni di individuo, famiglia, associazionismo, e la pubblica amministrazione nei vari soggetti che ne fanno parte quali i Comuni, la Comunità Montana, la Provincia, la Scuola, il Sistema Sanitario.

La programmazione è sviluppata nel rispetto della coerenza su questi valori per ottenere quella omogeneità di obiettivi necessaria per la creazione di un "sistema territorio" all'interno del quale si possa ottenere la massima valorizzazione delle sinergie tra i suoi componenti.

Così l'Elba entra a pieno diritto nel XXI secolo conservando la sua identità locale legata alla propria memoria storica ed alle genti che l'hanno scoperta, abitata ed utilizzata, ma legando il suo tesoro: i giacimenti di ferro, non più ad una storia di sfruttamento ed utilizzo bensì di conservazione e valorizzazione.

Referenze bibliografiche

- Aloisi P. (1910) “*Rocce granitiche negli scisti della parte orientale dell’Elba*” Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, vol. XXVI, p. 1-29.
- Axerio G. (1868) “*Sulla cessione delle miniere del ferro dell’Isola d’Elba*” Bollettino del Regio Comitato Geologico Italiano, vol. V, Biblioteca Toscana, 1874, pp. 114.
- AA.VV. (1952) Rivista “*Industria mineraria*”, vol. 2, anno III.
- Barberi F. *et al.* (1969) *Note illustrative della carta geologica d’Italia, F° 126* Servizio Geologico d’Italia, Poligraf. & Cartaval, Ercolano.
- Beneo E. (1952) “*Sulle ricerche minerarie nella costa orientale dell’Isola d’Elba*” Bollettino Servizio Geologico Italiano, vol. 74, p. 9-24.
- Benvenuti M. *et alii* (1995) “*La miniera di materiali feldspatici de «La Crocetta» (Porto Azzurro, Isola d’Elba)*” Plinius, vol. 14, p. 57-58.
- Benvenuti M. (1996) “*I giacimenti a ferro dell’Isola d’Elba*” Atti I Convegno «I Fiori della Terra», Rio nell’Elba, p. 29-48.
- Bonatti S. (1965) “*Guida mineralogica e petrografica dell’Isola d’Elba*”. Edizione Ente Val. Elba, Tipografia Giardini, Pisa.
- Bucca L. (1892) “*Ancora dell’età del granito di monte Capanne (isola d’Elba)*” Atti dell’Accademia Gioenia di Scienze Naturali in Catania, vol.V serie IV.
- Burt D.M. (1977) “*Mineralogy and petrology of skarn deposits*” Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrografia, vol. 33 (2), p. 859-873.
- Ciampi A. (1930) “*La escavazione del granito all’Isola d’Elba e le cave di Seccheto, Cavoli, S.Piero in Campo*” La Miniera Italiana, vol. 7.
- Cocchi I. (1871) “*Descrizione geologica dell’Isola d’Elba. Memorie per servire alla carta della medesima*” Memorie del Regio Comitato Geologico Italiano, vol. I p. 147-199.
- Cortese E. (1899) “*Le Miniere di ferro dell’Elba. Nuovi dati geologici e nuovi lavori fatti nel biennio 1897-99*” Rassegna. Mineraria delle industrie minerallurgiche e metallurgiche d’arti, scienze, economia e finanza affini Metallurgia Chimica, anno V, vol. XI, n°10 p.145 - 160, vol. XI, n°3 p.33, vol. XI, n°4 p. 49-119, 180-181.
- Cortese E. (1936) “*I giacimenti ferriiferi dell’isola d’Elba*” Bollettino Società Geologica Italiana, vol. 5 p. 27-34.
- Corti S. (1885) “*Le Province d’Italia*” Regione Toscana, Provincia di Firenze, p. 25-32.
- D’Achiardi G. (1872) “*Mineralogia della Toscana*” (vol. I e II) Nistri, Pisa

- D'Achiardi G. (1921) *"Industria mineraria in Toscana dal tempo degli Etruschi ai giorni nostri"* Bollettino Società Geologica Italiana vol. 40, p. 40-52.
- D'Achiardi G. (1927) *"Industria mineraria e metallurgica in Toscana al tempo degli Etruschi"* Studi Etruschi, vol. 1 p. 411-420.
- Debenedetti A. (1951) *"Osservazione sui giacimenti di pirite dell'Elba"* L'Industria Mineraria, vol. 2 p. 445-450.
- Debenedetti A. (1952) *"Osservazioni geologiche nelle zone minerarie dell'Isola d'Elba"* Bollettino Servizio Geologico Italiano, vol. 74, n°1, fascicolo 1, p. 53-85.
- Dimanche F. (1971) *"Les minerais de magnétite et les skarns du Ginevro (Ile d'Elbe, Italie)"* Mineralia Deposita (Berlino), vol. 6, p. 356-379.
- Dini A. (1996) *"Il «granito» e i minerali pegmatitici del M. Capanne"* Atti I Convegno «I Fiori della Terra», Rio nell'Elba p. 49-66.
- Fabri A. (1887) *"Relazione sulle miniere di ferro dell'Isola d'Elba"* Memorie descrittive della Carta Geologica Italiana vol. III p. 1-162.
- Gilliéron F. (1959) *"Osservazioni sulla geologia dei giacimenti di ferro dell'Elba orientale"* L'Industria Mineraria : rassegna delle miniere e cave, della metallurgia e della geologia applicata, vol.X, fasc.1, p. 1-10.
- Giordano F. (1864) *"Relazione"* Industria del ferro in Italia p.256-278.
- Lotti B. (1886) *"Descrizione geologica dell'Isola d'Elba"* Memorie descrittive della Carta Geologica d' Italia, vol. II.
- Lotti B. (1887) *"I giacimenti ferriferi del Banato e quelli dell'Elba"* Bollettino del Regio Comitato Geologico d'Italia, vol. XVIII, p. 197-202.
- Lungonelli M. (1978) *"Le miniere di ferro dell'Isola d'Elba dall'Unità al 1897"* Ricerche Storiche, vol.1 p. 47-56.
- Luppi A., Salvati L. (1987) *"I giacimenti ferriferi della costa orientale dell'Isola d'Elba come alimentatori di placers marini"* Bollettino del Servizio Geologico d'Italia, vol.106 p. 267-273.
- Marinelli G. (1959) *"Le intrusioni terziarie dell'Isola d'Elba"* Atti Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, vol. 66, p. 50-253.
- Minto A. (1940/43) *"Il problema dell'origine degli Etruschi e le antiche coltivazioni minerarie"* Atti della Società Italiana e del Progresso Scientifico, vol. 28.
- Mori G. (1958) *"L'estrazione di minerali nel Granducato di Toscana durante il periodo delle riforme 1737-1790"* Archivio Storico Italiano, vol. 116: p. 207-246 e p. 322-345.

- Nannoni R., Sammartino F. (1984) *“I minerali del granito di Pomonte”* Quaderni di Museologia e di Storia Naturale di Livorno, vol.5 p. 1-9.
- Nannoni R., Sammartino F. (1987) *“I minerali del granito di Seccheto”* Quaderni di Museologia e di Storia Naturale di Livorno, vol. 8 p. 1-10.
- Penta F. (1952) *“Memoria sul ferro in Italia. VI: Giacimenti dell'Isola d'Elba”* Atti XIX Congresso di Geologia Internazionale, Algeri, Symposium sur les gisement de fer du monde, tome II, p. 278-290.
- Piccinini A. et alii (1938) *“Miniere e ferro dell'Elba dai tempi degli Etruschi ai giorni nostri”* Mostra autarchica del minerale italiano, Giunta dei minerali ferrosi, Roma, Novembre 1938 vol. XVII.
- Pini E. (1777) *“Osservazioni mineralogiche sopra le miniere di ferro e di altre parti dell'Isola d'Elba”* Ed. G. Marelli, Milano, pp.91.
- Poli G., Manetti P., Tommasini S. (1989) *A petrological review on Miocene-Pliocene intrusive rocks from southern Tuscany and Tyrrhenian sea (Italy)* Periodico di Mineralogia, vol.58 p. 109-126.
- Poli G. (1992) *“Geochemistry of Tuscan Arcipelago Granitoids, central Italy: the role of hybridization process in their genesis”* - Journal of Geology, vol. 100 p. 41-56.
- Pompei A. (1924) *“Brevi notizie tecniche sui principali giacimenti minerari della Toscana”* Nuovi Annali di Agricoltura, vol. 4 p. 627-668.
- Pullè G. (1921) *“Le miniere dell'Elba”* (in Stella A. *“Le Miniere di ferro dell'Italia”*. Lattes, Torino-Genova 1921.
- Savi P. (1836) *“Sulla miniera di ferro dell'Isola d'Elba”* Tip. Nistri, Pisa, pp. 46.
- Schachermeyr Fritz (1935) *“Hethiter und Achaer”* in Mitt. Der altorientalischen Gesellschaft IX, 1,2
- Schiaffino L. (1966) *“Le biotiti della granodiorite di Monte Capanne (Elba) ed il loro polimorfismo”* Atti Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie, vol. 73 p. 595-604.
- Stella A. (1921) *“Le miniere di ferro dell'Italia”* S. Lattes e C. ed., Torino-Genova.
- Stella A. (1933) *“Nuovi studi sui giacimenti ferriferi dell'Isola d'Elba”* Bollettino della Società Geologica Italiana, vol. 52 p. 367-373.
- Tanelli G. (1977) *“I giacimenti a skarn della Toscana”* Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrografia, vol. 33(2): 875-903.
- Tanelli G. (1989) *“I depositi metalliferi dell'Etruria e le attività estrattive degli Etruschi”*- Studi Etruschi, vol. 3 p. 1409-1416.

- Tanelli G. (1996) *“I minerali e le miniere ferrifere dell'Isola d'Elba: un patrimonio ambientale e culturale di risonanza internazionale”* Atti I Convegno «I Fiori della Terra», Rio nell'Elba p. 97-102.
- Toso P. (1908) *“Appunti sui giacimenti ferriferi dell'Isola d'Elba”* – Relazione del Servizio Mineralogico p. 215-219.
- Vom Rath G. (1870) *“Die Insel Elba”*. Ztsch. Deut. Geol. Gesel., vol. XXII, Berlin.
- Zucchetti S. (1962) *“Sui depositi residuali ferriferi dell'Isola d'Elba”* Resoconti dell'Associazione Mineralogica Sarda, vol. 66 p. 5-11.
- Zuffardi P. (1990) *“The iron deposits of the Elba Island (Italy): remarks for a metallogenic discussion”* Memorie Lincee di Scienze Fisiche Naturali, serie IX, vol. 1 p. 97-128.