# Facoltà di Ingegneria

### ROCCE ORNAMENTALI ITALIANE

CATALOGO DEL MUSEO DI ARTE E GIACIMENTI MINERARI: SEZIONI ROCCE ORNAMENTALI E ROCCE MINERALIZZATE



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

### LE ROCCE ORNAMENTALI ITALIANE, UN PRODOTTO DEI PARAMETRI SEDIMENTOLOGICI, MAGMATICI E GEODINAMICI Premessa

L'Italia costituisce, come è noto, un paese di antichissime tradizioni estrattive nel settore dei lapidei da taglio nel Mediterraneo occidentale.

Tali tradizioni, che risalgono al mondo greco-romano, si sono mantenute e rinnovate nei secoli grazie ad un grande flusso culturale che attraverso il Medioevo ed il Rinascimento ha fortemente condizionato l'arte e quindi l'architettura urbanistica.

In tempi recenti l'industria dei lapidei ha raggiunto in Italia un'importanza mondiale; tale produzione, circa 8,5 milioni di tonnellate annue complessive, colloca il nostro paese al primo posto nel mondo con particolare riferimento ai marmi, ai calcari da taglio ed ai travertini, mentre per i graniti altri paesi detengono il primato di produzione.

La produzione nazionale non è più sufficiente a rifornire le imprese di trasformazione che importano materiali da tutto il mondo; alcuni marmi, tuttavia, famosi a livello internazionale (basti pensare al "Carrara" o al "Travertino Romano"), continuano a rappresentare un'importante voce nella produzione dei lapidei italiani.

In questi ultimi anni, però, l'apertura delle cave, la produzione dei lapidei e dei "materiali industriali", hanno incontrato alcune difficoltà e vincoli in funzione del crescente aumento di quello che si può chiamare "costo del territorio". Tale costo si concretizza in leggi e vincoli paesaggistici che, giustamente, cercano di tutelare il paesaggio, le falde idriche, gli insediamenti urbani. Un paese come l'Italia, ad alta densità di popolazione, turistico per le sue bellezze naturali e con un notevole patrimonio monumentale alle spalle, deve riuscire a conciliare le esigenze di un paese moderno ed industrializzato con il rispetto dell'ambiente naturale.

I vincoli summenzionati derivano essenzialmente da due serie di parametri differenti.

La prima è direttamente connessa con la struttura geologica e geodinamica dell'Italia, mentre la seconda con l'ambiente umano.

È noto come la nostra penisola, a parte qualche zona, è costituita da una struttura geologica relativamente giovane, condizionata essenzialmente dalla tettonica alpina. Questa evoluzione geodinamica condiziona fortemente le serie geologiche e la geomorfologia. Prevalgono, infatti, i rilievi montuosi e le formazioni sono spesso interrotte da faglie, fratture, erosioni.

Queste discontinuità geologiche, così come la forte influenza tettonica, hanno un notevole impatto sul processo di produzione delle rocce ornamentali.

Si assiste infatti, spesso nei bacini minerari, al fiorire di numerose cave che coltivano porzioni limitate di "produttivo", caratterizzato localmente da condizioni ottimali quali: limitata fratturazione, potenza degli orizzonti, qualità del materiale prodotto e così via.

La seconda serie di parametri discende, come si è accennato precedentemente, dall'ambiente; il quadro legislativo nazionale e regionale tende a limitare le aree produttive per la salvaguardia del paesaggio, degli insediamenti urbani, delle falde idriche.

L'armonizzazione dei vincoli summenzionati dipende dalle capacità tecniche e dalle volontà politiche che il paese intende perseguire.

#### L'UOMO E LE RISORSE MINERARIE

Le risorse minerarie che sfruttiamo sono legate all'attività del nostro pianeta e in particolare a complesse interazioni tra litosfera, idrosfera e atmosfera. Queste, infatti, sono sede di continui scambi di elementi e composti alcuni dei quali economicamente sfruttabili che in particolari condizioni vengono immagazzinati e concentrati in aree più o meno ristrette della crosta terrestre (giacimenti) ove rimangono per tempi anche molto lunghi.

I particolari processi naturali che possono condurre alla formazione di un giacimento sono molteplici: deposizione da fluidi idrotermali, differenziazione per gravità all'interno di una massa magmatica fusa, attività vulcanica, fenomeni di metamorfismo, processi sedimentari sia fisici che chimici, processi biologici, etc.. Spesso una mineralizzazione costituisce il risultato dell'azione concomitante di più processi.

La continua crescita della popolazione mondiale, unitamente alla ricerca di un migliore tenore di vita, spinge l'uomo ad attingere dalla Terra una quantità sempre maggiore di materie prime; tale sfruttamento, sebbene necessario, non può essere indiscriminato poiché le riserve non sono illimitate.

Inoltre i cicli secondo cui le risorse minerarie si rinnovano sono molto più lunghi rispetto al ritmo con cui esse vengono consumate per cui l'impoverimento di alcune di esse è ormai una realtà e non si può pensare, almeno nell'immediato futuro, ad un loro naturale rinnovamento.

L'obiettivo principale che ci si deve porre è quindi, oltre a più intensi processi di riciclaggio, quello di uno sfruttamento razionale delle materie prime tramite mirate scelte economiche e politiche che non devono prescindere da una profonda conoscenza della loro origine e distribuzione.

L'estrazione delle risorse minerarie comporta generalmente anche un notevole impatto ambientale con profonde modificazioni del territorio (eliminazione della copertura vegetale, scavi di notevoli entità, cumuli di materiali di scarto e discariche, variazioni dell'idrografia ecc.) le cui conseguenze, se sottovalutate, possono provocare danni di carattere irreversibile talvolta addirittura superiori ai vantaggi derivati.

#### IL MUSEO: storia e finalità

Il Museo di Arte e Giacimenti Minerari nasce nel 1984 da una donazione dell'Associazione Assomarmi di 100 lastre di rocce ornamentali italiane. Inizialmente era ospitato presso l'Università degli Studi di Roma "la Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Chimica, dei Materiali delle Materie Prime e Metallurgia in via Eudossiana, n.18 a Roma; successivamente, ad ottobre del 2000, è stato trasferito presso la Facoltà di Ingegneria del Polo decentrato di Latina ove finalmente dispone di una propria sede.

Nel tempo la raccolta è stata arricchita di nuovi campioni tanto che al momento attuale conta circa 150 lastre di rocce ornamentali provenienti da varie regioni d'Italia; il tutto è integrato da materiale fotografico, cartografico ed illustrativo sulle tecniche di coltivazione, cave, serie stratigrafiche ed altro.

La finalità del Museo è quella di offrire un panorama, il più completo possibile, delle principali varietà merceologiche delle rocce ornamentali italiane. Riguardo la loro nomenclatura si è ritenuto opportuno mantenere la denominazione commerciale che, sebbene non priva di equivoci, risulta la più conosciuta.

Il Museo vuole essere di supporto alla didattica per gli studenti dei Corsi di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e Territorio, in Geologia e in Architettura.

Tuttavia l'area di utenza non è ristretta ai soli specialisti del settore ma intende rivolgersi ad un pubblico ben più ampio ed a scuole di ogni ordine e grado. Infatti il settore delle rocce ornamentali racchiude in se non solo contenuti economici (in Italia l'industria dei lapidei occupa un posto di primaria importanza) o tecnico-scientifici (caratteristiche fisico-meccaniche delle rocce, loro storia geologica, metodi di coltivazione e lavorazione) ma è caratterizzato anche da aspetti altamente artistici dato l'uso cui questi materiali sono stati e sono attualmente destinati e da profonde radici storico culturali (l'Italia vanta una tradizione estrattiva millenaria).

Il catalogo e il Museo stesso, quindi, sono stati concepiti non solo col fine di offrire un panorama su questo importante settore dell'attività economica italiana ma intendono fare in modo che le diverse categorie di utenza possano facilmente cogliere gli aspetti delle rocce ornamentali più vicini ai loro interessi.

Il criterio di classificazione adottato è basato sull'osservazione dei caratteri macroscopici e sulle descrizioni generali del litotipo attinte dalla letteratura geologica. Questo criterio ci permette di avere una immediata suddivisione dei vari tipi di roccia ornamentale nelle categorie litologiche classiche: rocce ignee, rocce sedimentarie e rocce metamorfiche.

L'esposizione della raccolta si articola in una prima ripartizione delle rocce per regioni di provenienza, nell'ambito di ciascuna di esse per le suddette categorie litologiche ed infine all'interno di ciascuna categoria per formazione geologica di appartenenza.

Ogni regione, inoltre, ha materiale didattico illustrativo vario: fotografie, carta geologica, tabelle contenenti informazioni sulle rocce esposte e le loro principali caratteristiche tecniche (desunte dalla letteratura esistente); tale materiale è stato volutamente inserito accanto alle lastre invece che nel catalogo poiché in tal modo si ha il vantaggio di collegare visivamente l'esemplare lapideo alla formazione geologica di appartenenza, età geologica, litologia, proprietà fisiche e provincia di provenienza.

Alcune regioni sono rappresentate meglio di altre sia perché la raccolta è in parte frutto di una donazione sia per la loro maggiore differenziazione nei litotipi coltivati.

#### LA SEZIONE ROCCE MINERALIZZATE

Il Museo, recentemente, è stato arricchito da una sezione riguardante le rocce mineralizzate. I circa 90 campioni provenienti sia da giacimenti italiani che di altre parti del mondo sono stati classificati in base all'osservazione dei caratteri macroscopici e per quanto riguarda la genesi in

4

base a notizie attinte dalla letteratura geologica esistente e da studi dei ricercatori di Materie Prime del Dipartimento di Ingegneria Chimica, Materie Prime e Metallurgia dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Le rocce sono state alloggiate in apposite vetrine: in due di esse sono presenti rocce e minerali non metalliferi ma comunque di notevole interesse per l'industria (bauxite, zolfo, lignite, talco, gesso, ecc.) mentre nelle rimanenti vi sono i minerali metalliferi.

Questi ultimi sono stati suddivisi in base alle diverse tipologie dei giacimenti di provenienza (vulcano-sedimentario, kupferschiefer, idrotermale-porphyry copper, mississipi valley type, ecc.); fanno eccezione la vetrina dedicata all'oro ove, vista l'importanza di questo metallo nell'economia mondiale, sono stati riuniti vari campioni indipendentemente dalla tipologia dei giacimenti e la vetrina dedicata al giacimento di Bajan Obo (Mongolia, tra i primi produttori al mondo di Terre Rare) per la sua peculiarità e dubbia interpretazione genetica.

Ogni campione è stato corredato di un cartellino identificativo che ne indica il nome, la formula chimica, la natura della roccia incassante, la tipologia del giacimento e la località di provenienza.

Inoltre, in ciascuna vetrina sono stati inseriti articoli che ne indicano il "tema" e materiale fotografico esplicativo.

La raccolta pur essendo molto lontana dal poter rappresentare in maniera esaustiva il panorama mondiale dei giacimenti minerari, intende essere un valido supporto agli studenti di georisorse e geologia e un punto di partenza per una possibile espansione futura. Comunque, nei limiti del possibile, anche per questa sezione del Museo si è cercato di estendere l'area di utenza ai non esperti del settore realizzando materiale esplicativo sulle tipologie dei giacimenti.

L'allestimento del Museo e la realizzazione del presente catalogo sono stati curati dal **Prof. Maurizio Violo**, Direttore del Museo, dalla **Dott.ssa Giovanna Saviano** dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza" e dal **Dott. Giovanni Righini**, geologo.

Gli Autori desiderano ringraziare i Colleghi, le Imprese, le Miniere, le Cave e tutti coloro che hanno fornito materiali e informazioni per la realizzazione del presente catalogo.

In particolare si ricordano: i colleghi Dr. Paolo Rossetti del Dipartimento Scienze della Terra dell'Università di Torino e l'Ing. Giorgio Iapichino del Centro CNR presso il Politecnico di Torino.

Il Dr. Paolo Calia della RIMISA e i cavatori di Buddusò per le visite al bacino estrattivo del granito sardo.

La Sarda Silicati (Florinas, Sardegna settentrionale) e la Società Maffei (Orani, Sardegna centrale) per la collaborazione alle visite didattiche e alla acquisizione di campioni. Le Imprese e i cavatori del marmo Botticino (Brescia) per l'assistenza alla campionatura.

Il Dr. Lippiello della STR (Soc. Travertino Romano) per l'ospitalità agli studenti di Ingegneria e la fornitura di materiale illustrativo sulle coltivazioni del travertino.

Un particolare ringraziamento va al collega Prof. Maurizio Quoiani, docente di Disegno presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma 'La Sapienza', per avere ideato e realizzato il logo del Museo. Il Prof. Violo, infine, desidera ringraziare il Prof. Piero Zuffardi per le tante suggestioni e conoscenze trasmessegli nei molti anni di lavoro comune in Sardegna.

#### LA CLASSIFICAZIONE SCIENTIFICA DELLE ROCCE

Le denominazioni commerciali con cui sono note le pietre ornamentali pur essendo le più conosciute e per esigenze di vendita piuttosto originali, fantasiose e di grande effetto, non forniscono corrette informazioni sulle loro reali caratteristiche litologiche.

Nomi come "Venato Fantastico", "Spuma di Mare", "Perlato Royal" poco dicono sul materiale che si ha di fronte.

Inoltre termini molto diffusi come marmo e granito vengono comunemente usati per lapidei che nulla hanno a che vedere con tali rocce.

Per tale motivo ed anche con lo scopo di facilitare la lettura del presente catalogo a chi si avvicina per la prima volta al settore delle rocce in genere, si daranno di seguito brevi cenni sulla classificazione scientifica delle rocce.

La classificazione su base genetica, cioè in relazione ai fenomeni che ne determinano la formazione, suddivide le rocce in tre grandi gruppi: rocce ignee (o magmatiche), rocce sedimentarie e rocce metamorfiche.

Sulla superficie del nostro pianeta le rocce che affiorano più frequentemente, anche se con spessori relativamente modesti, sono quelle sedimentarie (circa il 75%); ciò non deve però trarre in inganno poiché se si fa riferimento all'intero spessore della crosta terrestre si vede che la loro incidenza complessiva è piuttosto bassa (circa il 5%) e che prevalgono di gran lunga le rocce ignee di tipo granitico seguite dalle metamorfiche.

#### **ROCCE IGNEE**

Derivano dalla consolidazione (solidificazione) per raffreddamento di magmi costituiti da masse allo stato fuso, composte prevalentemente da silicati, che si originano all'interno della crosta terrestre, o più in profondità nel mantello, per fusione di rocce preesistenti.

La consolidazione può avvenire in profondità all'interno della crosta terrestre dando origine così alle **rocce intrusive** (o plutoniche), sempre nel sottosuolo ma a minore profondità generando le **rocce ipoabissali**, oppure a giorno cioè per risalita attraverso fratture fino alla fuoriuscita del magma sulla superficie terrestre come avviene per le **rocce effusive** (o vulcaniche). A parità di composizione chimica del magma di partenza questi processi di formazione danno vita a rocce con strutture profondamente diverse.

Infatti, nelle rocce intrusive il raffreddamento della massa magmatica avviene in tempi lunghissimi (da centinaia di migliaia a milioni di anni), a notevoli valori di pressione e senza perdita della componente volatile; questo favorisce la formazione di cristalli di grandi dimensioni, visibili ad occhio nudo e ben sviluppati (struttura olocristallina granulare) come è osservabile nei graniti.

Al contrario nelle rocce effusive il rapido raffreddamento e abbassamento di pressione con conseguente degassazione (liberazione della componente volatile del magma) impediscono la crescita dei cristalli determinando la formazione di rocce costituite da pochi cristalli visibili ad occhio nudo (fenocristalli che comunque si sono formati all'interno della terra durante la risalita del magma ancora fuso e prima della fuoriuscita a giorno) immersi in una pasta di fondo minuta, microcristallina o addirittura costituita da vetro vulcanico (silice amorfa). La struttura che ne deriva è detta porfirica ed è particolarmente evidente nei porfidi.

Quindi da una relativamente semplice osservazione visiva della struttura di una roccia ignea si possono trarre alcune informazioni di massima sul suo ambiente di formazione.

I minerali essenziali che costituiscono le rocce ignee sono rappresentati da vari silicati suddivisibili in base alla composizione chimica in: **sialici** (silicati ricchi in silice e allumina,

generalmente incolori o di colore chiaro quali il quarzo, i feldspati, la muscovite) e **femici** (silicati di ferro e magnesio, di colore scuro come le olivine, gli anfiboli, i pirosseni, la biotite).

Considerando che i minerali sialici sono più ricchi in silice  $(SiO_2)$  rispetto ai femici si può in linea di massima concludere che il colore delle rocce ignee, in molti casi, può fornire interessanti indicazioni sulla sua composizione chimica e mineralogica e in generale le rocce più chiare sono più ricche in silice mentre più povere risultano quelle scure.

In riferimento al contenuto in silice le rocce ignee vengono ulteriormente suddivise in: acide ( $SiO_2 > 66\%$ ), intermedie ( $SiO_2$  tra 66% e 52%), basiche ( $SiO_2$  tra 52% e 45%) e ultrabasiche ( $SiO_2 < 45\%$ ).

Comunque, la classificazione di maggior dettaglio viene effettuata sulla base del contenuto mineralogico il quale, in ogni caso, conserva uno stretto legame con il contenuto in silice. Vengono riportate di seguito le principali rocce intrusive e le relative corrispondenti effusive; per entrambe il tenore in silice cresce da destra a sinistra.

			$SiO_2$				
R. INTRUSIVE	GRANITO ↓	GRANODIORITE ↓	TONALITE ↓	SIENITE ↓	DIORITE ↓	GABBRO ↓	PERIDOTITE  ↓
R. EFFUSIVE	RIOLITE	DACITE	QUARZOANDESITE	TRACHITE	ANDESITE	<b>BASALTO</b>	<b>PICRITE</b>

#### **ROCCE SEDIMENTARIE**

Le rocce sedimentarie si formano sulla superficie terrestre per erosione delle rocce affioranti operata da agenti fisici (escursioni termiche, azione del gelo, vento, acque dilavanti, fiumi, ghiacciai, moto ondoso) e chimici (acqua, anidride carbonica, acidi humici, ossigeno, ecc.). Tra i vari agenti l'acqua, nei suoi diversi stati fisici (solido, liquido, gassoso), rappresenta senza dubbio il più importante sia nell'azione erosiva meccanica che in quella chimica. I materiali risultanti da questa disgregazione (sedimenti) generalmente possono subire, soprattutto ad opera dei corsi d'acqua, dei ghiacciai e del vento, un trasporto che li allontana dalle zone di origine per accumularli in aree depresse (laghi, mari, pianure alluvionali, ecc.). Successivamente, la compattazione dei sedimenti per l'azione esercitata dal peso dei materiali che col tempo si sovrappongono e la deposizione di sostanze cementanti legata alla circolazione di acque ricche in minerali disciolti, trasformano la massa di sedimenti sciolti in una roccia più o meno compatta (processo di diagenesi).

La classificazione delle rocce sedimentarie vede una prima suddivisione in base alle loro modalità di formazione in riferimento alle quali si possono distinguere le seguenti categorie: rocce detritiche (o clastiche), rocce chimiche, rocce organogene, rocce residuali. Solo le prime tre trovano impiego come rocce ornamentali mentre le altre possono essere molto importanti dal punto di vista delle georisorse.

#### ROCCE DETRITICHE O CLASTICHE

Costituiscono da sole circa il 75% delle rocce sedimentarie e vengono classificate in rapporto alle dimensioni dei granuli (clasti) che le costituiscono. Vengono individuati tre grandi gruppi:

- <u>rocce psefitiche o ruditi o conglomerati</u>, sono le meno diffuse, costituite da granuli di dimensioni superiori a 2 millimetri. Si distinguono, genericamente, in brecce, se formate da clasti a spigoli vivi, e puddinghe con clasti arrotondati segno di una elaborazione legata a trasporto in ambiente acqueo;
- <u>rocce psammitiche o areniti o arenarie</u>, caratterizzate da granuli di dimensioni comprese tra 2 millimetri ed 1/16 di millimetro; vengono ulteriormente suddivise in rapporto al contenuto mineralogico; i minerali più frequenti sono rappresentati da quarzo, feldspati, calcite e in misura subordinata biotite, muscovite ed altri;

- rocce pelitiche o lutiti, risultano le più abbondanti ed hanno clasti di dimensioni inferiori ad 1/16 di millimetro. Sono prevalentemente costituite da minerali argillosi anche se non mancano minerali quali quarzo, calcite, miche, idrossidi. Vengono classificate in base al contenuto mineralogico.

#### **ROCCE CHIMICHE**

Sono rocce che si originano per precipitazione di minerali a partire da soluzioni acquose o da sospensioni colloidali. Il processo è una diretta conseguenza dell'azione di erosione chimica che l'acqua opera sulle rocce affioranti arricchendosi, in questo modo, in ioni disciolti che per la maggior parte sono trasportati nei bacini sedimentari (mari o oceani).

In prima approssimazione queste rocce vengono distinte sulla base della loro composizione in: rocce saline o evaporiti, rocce carbonatiche, rocce silicee e rocce manganesifere e ferrifere.

- rocce saline o evaporiti, sono costituite in maggioranza da cloruri e solfati di calcio, sodio, magnesio, potassio che si depositano a partire da bacini di acque salate (laghi salati, mari chiusi) soggette ad intensa evaporazione non compensata da sufficienti apporti di acque dolci (ambiente evaporitico). Gesso e salgemma ne costituiscono un esempio e sono minerali utili nell'industria;
- <u>rocce carbonatiche</u>, derivano dalla precipitazione del carbonato di calcio CaCO<sub>3</sub> a partire da soluzioni acquose ricche in bicarbonato di calcio Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> a seguito dell'allontanamento dell'anidride carbonica CO<sub>2</sub> oppure per evaporazione dell'acqua o per altri fattori. La reazione chimica che regola il processo è la seguente: Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ← CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> Queste rocce sono prevalentemente costituite da calcite e in misura subordinata da dolomite. Hanno struttura cristallina più o meno fine e si depositano in ambiente continentale originando travertini ed alabastri calcarei. Sono rocce importanti dal punto di vista ornamentale;
- <u>rocce ferrifere e manganesifere</u>, sono formate da ossidi ed idrossidi di ferro e manganese depostisi sia in ambiente continentale (paludi e torbiere) che marino sotto forma di noduli e concrezioni. Sono ricche di minerali utili nell'industria ed importante nella loro formazione sembra essere anche l'azione dei microorganismi (alghe e batteri).

#### ROCCE ORGANOGENE

Queste rocce sono direttamente legate all'attività degli organismi viventi sia animali che vegetali. In relazione alla modalità di formazione ed alla composizione sono generalmente suddivise in:

- rocce carbonatiche e silicee, di origine inorganica formate sia da organismi biocostruttori (coralli, briozoi, alghe incrostanti, rudiste del Cretacico ed altri) che costruiscono impalcature scheletriche massive all'interno delle quali vivono, sia dall'accumulo passivo, dopo la morte, di gusci di molluschi, echinodermi, foraminiferi, radiolari, diatomee, ecc.. Presentano una composizione prevalentemente carbonatica (calcite, aragonite, dolomite) e subordinatamente silicea; ne costituiscono un esempio attuale le barriere coralline;
- <u>rocce organiche</u>, derivano dall'accumulo sia di parti organiche che di prodotti legati all'attività biologica degli esseri viventi. Vengono suddivise in : carboni fossili, idrocarburi e rocce fosfatiche (depositi di escrementi di uccelli "guano"). Sono rocce importanti dal punto di vista industriale ma non ornamentale.

#### ROCCE RESIDUALI

Derivano dall'alterazione chimica, particolarmente intensa in ambienti caldo – umidi, che l'acqua e l'anidride carbonica esercitano sulle rocce affioranti con conseguente asporto in soluzione di minerali solubili e concentrazione sul posto di sostanze insolubili costituite

principalmente da minerali argillosi, ossidi ed idrossidi di ferro ed alluminio. Classificate in riferimento alla composizione sono distinte in:

- <u>argille residuali</u>, sono composte principalmente da minerali argillosi (caolinite, illite, montmorillonite, clorite) e derivano dalla trasformazione di rocce feldspatiche (ad esempio i graniti). Col termine di Caolino si intendono quelle costituite da caolinite materiale particolarmente importante nell'industria della ceramica, della carta, etc.;
- <u>lateriti e bauxiti</u>, sono formate da ossidi ed idrossidi di ferro ed alluminio che si concentrano per allontanamento della silice in seguito all'azione solvente dell'acqua su rocce ignee (e subordinatamente su rocce calcaree). Le bauxiti, rispetto alle lateriti, presentano elevate concentrazioni in ossido di alluminio tali da renderle la principale fonte industriale per l'estrazione di questo metallo.

#### ROCCE METAMORFICHE

Si originano a seguito di "processi metamorfici" vale a dire trasformazioni allo stato solido sia mineralogiche che strutturali che i minerali delle rocce esistenti subiscono quando si vengono a trovare in ambienti con condizioni di pressione, temperatura e chimismo differenti da quelle che ne hanno determinato la formazione.

Si distinguono differenti ambienti che possono generare altrettanti tipi di metamorfismo:

- <u>metamorfismo di contatto</u>, si realizza quando le rocce incassanti, relativamente più fredde, vengono a contatto con intrusioni magmatiche (risalite di magmi all'interno della crosta terrestre). L'innalzamento della <u>temperatura</u> determina la formazione di aureole di rocce metamorfiche localizzate intorno alla massa magmatica stessa;
- <u>metamorfismo di dislocazione</u>, ha origine tettonica in quanto legato a faglie e sovrascorrimenti (fratture delle crosta terrestre con spostamento relativo delle parti) ove le fortissime <u>pressioni</u> esercitate producono generalmente una localizzata frantumazione delle rocce preesistenti senza però dar vita a fenomeni di ricristallizzazione;
- metamorfismo dinamotermico, è legato a fenomeni orogenetici (formazione delle montagne). In queste aree masse litoidi spinte in profondità dalle forze tettoniche operanti subiscono un'azione concomitante di aumento di pressione e soprattutto di temperatura sia a seguito dell'approfondimento entro la crosta terrestre che per l'attrito in gioco. Rispetto ai due precedenti tipi di metamorfismo, questo ha un'estensione regionale poiché interessa vaste aree;
- metamorfismo di seppellimento, anche questo assume un'estensione regionale e si realizza in aree a rapida subsidenza (sprofondamento) ed elevata sedimentazione. Qui il seppellimento delle rocce sotto potenti spessori di sedimenti determina notevoli incrementi soprattutto di pressione e in misura subordinata anche di temperatura.

Le rocce metamorfiche possono avere strutture differenti a seconda del prevalere o meno dei fenomeni di ricristallizzazione; si passa da strutture cristalloblastiche dove la maggior parte dei minerali presenti deriva proprio dalla ricristallizzazione di quelli precedentemente esistenti (ne costituisce un esempio la struttura saccaroide dei marmi) a strutture cataclasitica e milonitica nelle quali i minerali preesistenti hanno subito solo una frantumazione più o meno spinta ma, in ogni caso, senza ricristallizzare. Naturalmente esistono molte strutture intermedie per le quali si rimanda a specifici testi di petrografia.

Riguardo gli aspetti tessiturali (disposizione ed orientamento dei cristalli) delle rocce metamorfiche esistono oltre a tessiture isotrope, vale a dire senza orientazioni preferenziali nella disposizione dei cristalli e generalmente tipiche di rocce metamorfiche di contatto, anche tessiture orientate, maggiormente diffuse e caratteristiche di rocce derivate da metamorfismo di seppellimento e dinamotermico dove l'orientamento dei cristalli è la conseguenza delle forti pressioni esistenti. In particolare i cristalli ad abito allungato (lamellare, prismatico, aciculare) tendono a disporsi con l'asse maggiore perpendicolarmente alla direzione della massima pressione esistente conferendo alla roccia una "scistosità" che la rende più o meno fissile (suddivisibile a spacco in lastre di vario spessore).

Tra le principali rocce metamorfiche che trovano impiego in Italia come rocce ornamentali ricordiamo:

- marmi, rocce prevalentemente costituite da calcite cristallina e spesso variamente colorati per la presenza di pigmenti di ossidi e solfuri (ematite, limonite, pirite microcristallina). Hanno struttura cristalloblastica, tessitura generalmente isotropa e si originano per metamorfismo, principalmente dinamotermico (talvolta anche di contatto), di rocce calcaree. La ricristallizazione del carbonato di calcio determina la scomparsa della precedente struttura della roccia e degli eventuali resti fossili presenti. Tra i tipici marmi italiani ricordiamo quelli toscani (Carrara), il Bianco Lasa del Trentino, il Marmo di Candoglia;
- gneiss, derivano da metamorfismo dinamotermico sia di rocce sedimentarie che di rocce granitiche e sono particolarmente diffusi in zone orogenetiche. Hanno una composizione quarzoso-felspatica e una grana medio-grossolana che li rende molto simili ai graniti da cui spesso derivano anche se la tessitura orientata dei cristalli denuncia il metamorfismo subito conferendogli una scistosità più o meno accentuata che li può rendere suddivisibili a spacco in lastre anche di un solo centimetro di spessore (beole). Appartengono a questa categoria di rocce le Beole ed i Serizzi coltivati in Val d'Ossola;
- quarziti, sono costituite per oltre l'80% da quarzo e si formano per metamorfismo di arenarie quarzose e rocce silicee (diaspri). Sono lapidei duri, compatti e generalmente privi di fissilità, tranne quando contengono livelli micacei in corrispondenza dei quali possono essere suddivise a spacco in lastre più o meno spesse. Per le loro doti di resistenza all'abrasione trovano impiego come rocce ornamentali soprattutto nella realizzazione di pavimentazioni per esterni (Quarzite Verde dello Spluga, Quarzite di Barge);
- <u>pietre verdi</u>, termine che raggruppa tutta una serie di rocce che derivano dal metamorfismo di rocce ignee basiche ed ultrabasiche (serpentini, oficalci, eclogiti, ecc.). Le oficalci, in particolar modo, sono considerate rocce ornamentali di gran pregio e vengono impiegate in rivestimenti di lusso; ne costituiscono un esempio i Verdi della Val d'Aosta;
- <u>argilloscisti</u>, si originano per metamorfismo di seppellimento di rocce pelitiche (argille), presentano grana finissima, struttura scistosa e spiccata fissilità che ne consente la suddivisione a spacco in lastre anche di pochi millimetri di spessore. Una ben nota varietà di argilloscisti italiani è l'Ardesia ligure.

# LE ROCCE ORNAMENTALI DAL PUNTO DI VISTA TECNICO-COMMERCIALE

#### LA DENOMINAZIONE COMMERCIALE DELLE ROCCE ORNAMENTALI

Al giorno d'oggi la denominazione commerciale delle rocce ornamentali abbandona sempre più ogni riferimento alla loro classificazione scientifica facendo largo uso di nomi fantasiosi ed esotici che indubbiamente, pur non fornendo indicazioni sulla natura della roccia e sulla località di provenienza, risultano di notevole effetto pubblicitario.

Nascono così denominazioni come: Emerald Pearl, Magic Black, Sky Grey, New Tropical, Tiffany e molti altri che sicuramente hanno il potere di attrarre maggiormente l'attenzione dell'acquirente rispetto ai nomi tradizionali (Granito Bianco Sardo, Giallo di Siena).

Inoltre, spesso accade che rocce già presenti sul mercato da anni vengano rinominate con l'intento di rilanciarne le vendite.

Comunque, nonostante tutto, la denominazione commerciale è senza dubbio la più nota ed usata per cui qualunque studio o pubblicazione sui lapidei da ornamentazione non può prescindere da essa.

Per rocce ornamentali s'intendono comunemente tutte quelle rocce che trovano impiego soprattutto in campo edile-monumentale-funerario con funzione di rivestimento ed ornamento di strutture portanti. Generalmente vengono impiegate in lastre lucidate ma diffuso è anche l'uso di lastre solo levigate o addirittura grezze (a spacco).

Dal punto di vista merceologico le rocce vengono suddivise in: Marmi, Graniti e Pietre.

Col termine **Marmo** si intendono tutte le rocce di natura prevalentemente carbonatica suscettibili di lucidatura indipendentemente dalla loro origine; questa categoria raggruppa quindi sia i marmi veri e propri (rocce carbonatiche metamorfosate) come quelli toscani delle Alpi Apuane sia i calcari quali il Chiampo, il Botticino, il Trani, il Perlato di Sicilia ed altri.

Spesso il termine Marmo viene esteso anche a rocce ornamentali di natura non carbonatica come le Pietre Verdi (Verde Aver, Verde Issorie, Verde Imperiale), perfettamente lucidabili e prevalentemente costituite da serpentino minerale derivato dal metamorfismo di rocce magmatiche basiche ed ultrabasiche.

Il termine **Granito** raggruppa tutte le rocce ignee sia intrusive che ipoabissali ed anche le rocce metamorfiche purché di natura silicatica e comunque lucidabili (gneiss come le Beole e Serizzi della Val d'Ossola). Si passa così indistintamente da graniti veri e propri come quelli sardi, alle sieniti (Sienite di Balma o Granito della Biella), alle dioriti, alle anortositi (Labradorite) ed ai gabbri, rocce, queste ultime, a chimismo basico.

Le **Pietre** rappresentano forse il gruppo più eterogeneo caratterizzato da rocce di varia origine e natura mineralogica, con scarsa resistenza meccanica, facilmente lavorabili e quindi generalmente non lucidabili. Come esempio ricordiamo il Ceppo della Lombardia, l'Ardesia ligure, il Peperino laziale, la Pietra Serena toscana, la Pietra Piacentina veneta ed altre.

#### QUALITÀ E PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLE ROCCE ORNAMENTALI

Dal punto di vista commerciale le principali caratteristiche che definiscono una roccia ornamentale e la sua qualità sono rappresentate dal colore, dalla lucidabilità, dalla grana, dalla tessitura (il cosiddetto disegno), dalla resistenza meccanica, dalla disponibilità, dalla forma e dimensioni dei blocchi estraibili.

Tra i vari parametri che concorrono a determinare la qualità di una roccia il colore è, senza dubbio, quello di maggior peso. Mentre nei cosiddetti "Graniti" esso è legato ai minerali fondamentali che costituiscono la roccia, nei "Marmi", invece, pur essendo questi costituiti prevalentemente da carbonato di calcio (che se puro è bianco), il colore è per lo più determinato dalla presenza di piccole quantità di ossidi, idrossidi, solfuri metallici, sostanze organiche bituminose. È così che si origina il colore giallo dei marmi di Siena causato dalla presenza di limonite (idrossido di ferro), il grigio dei Bardigli toscani imputabile a microcristalli di pirite (solfuro di ferro), il rosso sanguigno del Rosso Francia e il rosso mattone del Rosso di Verona entrambe legati a concentrazioni varie di ematite (ossido di ferro), il nero del Portoro determinato da sostanze bituminose.

Riguardo le richieste i colori più apprezzati e ricercati, anche se i meno disponibili, sono rappresentati dal nero e dal bianco assoluti, dal rosso e dal verde.

Meno pregiati, anche se di maggiore reperibilità ed impiego, sono, invece, i colori beige, avorio e marrone chiaro soprattutto tra i "Marmi".

Un discorso a parte è rappresentato da colori insoliti quali il viola e l'azzurro sicuramente di notevole effetto cromatico ma spesso di difficile abbinamento estetico.

Si deve inoltre considerare che l'omogeneità cromatica è, soprattutto per quelle rocce generalmente di colore uniforme, condizione necessaria affinché una roccia ornamentale possa occupare un posto stabile sul mercato. Purtroppo spesso variazioni locali della composizione mineralogica di una roccia o del suo contenuto in ossidi determina variazioni di colore nell'ambito di uno stesso giacimento che costringono a suddividere la produzione di una cava in materiali di  $1^A$ ,  $2^A$ ,  $3^A$  qualità.

Anche la struttura e la tessitura di una roccia, che insieme formano quello che gli addetti al settore definiscono "disegno", concorrono con la loro uniformità o meno a determinarne la qualità. Si possono grossolanamente distinguere due tipi di "disegno": isotropo e orientato. Il primo e privo di particolari orientazioni dei minerali o dei clasti che costituiscono la roccia mentre nel secondo risulta ben distinguibile una preferenziale orientazione degli stessi che prende il nome di "verso".

Il verso può essere determinato dalla presenza di laminazioni, stiloliti, scistosità o anche strutture di flusso come nei "Graniti" e condiziona anche la fase di estrazione delle rocce ornamentali poiché a seconda dell'orientazione del taglio si otterranno effetti diversi, cioè "disegni" diversi.

Come nel caso del colore, l'omogeneità e quindi l'isotropia del disegno risulta una condizione essenziale per la realizzazione di rivestimenti di grande estensione, mentre tessiture orientate sono richieste quando si vuol creare un effetto di movimento. Spesso l'estrema variabilità della tessitura (disegno) non consente di produrre rocce ornamentali con caratteristiche costanti e quindi qualitativamente valide. In questi casi viene generalmente adottata una tecnica di lavorazione definita a "macchia aperta" che tende a valorizzare il singolo blocco applicando le lastre risultanti dalla sua segagione in maniera speculare in modo da ottenere originali effetti decorativi.

Un altro parametro che influenza la qualità di una roccia è rappresentato dalla **grana** o granulometra cioè dalle dimensioni degli elementi (minerali o clasti) dai quali è formata.

Infatti la presenza di una grana fine conferisce alle rocce una maggior resistenza meccanica rispetto a quelle dotate di una grana grossolana più sensibili, in genere, anche a dilatazioni termiche. Inoltre, da un punto di vista estetico, le granulometrie medio-fini vengono più apprezzate poiché determinano nella roccia una maggiore uniformità cromatica.

Comunque la definizione della qualità semplicemente in base al colore ed al disegno e quindi da un punto di vista puramente estetico risulta troppo soggettiva e variabile a seconda della moda del momento. Accade spesso che litotipi che si discostano molto dal tipo classico per colore e/o disegno, ma comunque dotati di buone caratteristiche di resistenza, abbiano dato vita a nuove varietà merceologiche. Con questo si vuole intendere che la qualità di una roccia ornamentale oltre che da un punto di vista estetico deve essere definita anche in base alle sue caratteristiche tecniche.

Le caratteristiche tecniche o fisico-meccaniche delle rocce vengono determinate mediante prove di laboratorio condotte su vari campioni di uno stesso litotipo e permettono di valutarne la resistenza al fine di definirne le modalità di impiego più idonee (uso in interni o in esterni, pavimentazioni o rivestimenti).

Le principali proprietà fisico-meccaniche sono:

- carico di rottura a compressione semplice (kg/cm²), rappresenta la resistenza alla rottura provocata dall'azione di un carico che agisce perpendicolarmente alla superficie della roccia ed è un dato importante sia per l'uso dei materiali come pavimentazione che come rivestimenti;
- carico di rottura alla compressione semplice dopo gelività (kg/cm²), è una proprietà analoga alla precedente ma con prove condotte su campioni dopo averli resi umidi e sottoposti ad una ventina di cicli di gelività cioè variazioni di temperatura da –10°C a +35°C. Questo parametro in pratica determina la variazione di resistenza che una roccia subisce quando viene sottoposta all'azione del gelo e risulta particolarmente significativo per definirne l'idoneità per l'impiego all'esterno soprattutto in zone ad elevate e frequenti escursioni termiche intorno agli 0°C. In pratica la roccia si definisce non geliva se la perdita di resistenza risulta inferiore al 25% della resistenza del campione asciutto;
- carico di rottura a trazione indiretta mediante flessione (kg/cm²), è una caratteristica che definisce la resistenza di una roccia alla rottura per flessione indotta dall'azione di un carico verticale posto al centro di una lastra che poggia, alle estremità, su due coltelli. Si tratta di una proprietà che definisce l'idoneità dei materiali ad essere impiegati nella realizzazione di scale e rivestimenti esterni;
- resistenza all'urto (cm), costituisce l'altezza minima di caduta di una sfera di acciaio del peso di 1 Kg necessaria a causare la rottura di una lastra poggiata su uno strato di sabbia. Naturalmente è di un dato importante per rocce destinate alla realizzazione di pavimenti;
- coefficiente di dilatazione lineare termica (mm/m°C), rappresenta l'aumento di lunghezza che una lastra di roccia subisce con l'incremento della temperatura ed è significativo per materiali destinati ad uso esterno;
- usura per attrito radente, è un parametro che stabilisce l'idoneità dei materiali destinati ad essere utilizzati per pavimentazioni e scale in quanto misura la resistenza all'abrasione che determina una perdita della lucidatura ed una riduzione di spessore delle lastre;
- microdurezza Knoop (kg/mm²), è una proprietà che indica la resistenza di una roccia alla scalfitura ed è quindi correlata alla resistenza all'abrasione;
- modulo di elasticità normale (kg/cm²), è una misura della deformazione indotta in un parallelepipedo di roccia da pressioni normali alle sue facce minori;
- **peso dell'unità di volume (kg/cm³)**, rappresenta il rapporto tra il peso di un provino di roccia essiccata a 110°C ed il suo volume;
- coefficiente di imbibizione ( $^{0}/_{00}$ ), è il rapporto tra il peso di un campione di roccia saturo d'acqua ed il suo peso allo stato asciutto. Generalmente tale valore è molto piccolo.

# L'INDUSTRIA MARMIFERA E LA SUA IMPORTANZA ECONOMICA

# **CATALOGO**

### **SEZIONE PRIMA**

# "ROCCE ORNAMENTALI"

# VAL D'AOSTA

### Val d'Aosta

La Val d'Aosta è famosa per i suoi bei "marmi verdi" di cui è ricca. In realtà più che di marmi (sia nel senso scientifico del termine cioè calcari cristallini che in quello merceologico vale a dire rocce calcaree lucidabili) si tratta di oficalci appartenenti alla formazione delle ofioliti, rocce basiche e ultrabasiche (peridotiti, serpentiniti, anortositi, anfiboliti, ecc.) largamente affioranti nelle Alpi occidentali; rappresentano brandelli di crosta oceanica obdotta cioè sollevatasi a seguito della collisione tra Africa ed Europa. I "Verdi" sono costituiti da rocce metamorfiche serpentinose a struttura brecciata a causa dell'azione delle spinte tettoniche legate ai fenomeni orogenetici. La successiva ricementazione dei clasti di sepentino è avvenuta per deposizione da acque circolanti ricche in bicarbonato di calcio. Proprio chimica di calcite bianca l'associazione cromatica del verde del serpentino con il bianco della calcite determina il notevole effetto di contrasto che rende le oficalci un materiale pregiato e quindi ricercato. Le dimensioni dei frammenti (variabili da minute ad otre 10 centimetri) e le sfumature delle loro tinte determinano la distinzione in diverse varietà commerciali. Sono rocce di lavorazione relativamente facile a causa della durezza non particolarmente elevata. Proprio questa caratteristica rende le oficalci non molto resistenti all'usura e quindi più idonee all'impiego in rivestimenti interni. Questi lapidei ornamentali sono ricercati non solo in Italia ma anche all'estero per la loro bellezza cromatica e l'aspetto altamente decorativo.

La località estrattiva più nota è Chatillon situata nella media Valle d'Aosta, alla sinistra della Dora circa 23 Km ad est da Aosta.

Appartengono ai "Verdi di Chatillon" le seguenti rocce ornamentali: il Verde di Issorie, il Verde delle Alpi, il Verde Fontaine ed altri.

Altri centri estrattivi sono ubicati a S. Denis dove si coltiva il Verde Antico Alpi, ad Issogne ove si estrae il Verde omonimo, a Verrayes ove si coltiva il Verde Aver,a Champagne per il Verde Fraye ecc.

La produzione aostana è relativamente recente visto che le prime cave furono poste in coltivazione all'inizio degli anni trenta.

Pur essendo la quasi totalità della produzione regionale costituita dai marmi verdi, a monte del capoluogo presso Morgex, Courmayeur e Prè St. Didier vi è una modesta attività estrattiva di Ardesia.

#### VERDE AVER

Oficalce, breccia metamorfosata costituita da frammenti di serpentini con vene bianche di calcite. Ha struttura brecciata ed è cronologicamente riferibile al Giurassico-Cretacico.

VERDE ISSORIE (VERDE DI VALTOURNANCHE, VERDE DI S. DENIS)

Simile e coeva della precedente se ne differenzia per la struttura brecciata più grossolana.

# **PIEMONTE**

### Piemonte

Anche il Piemonte può vantare una produzione di rocce ornamentali di tutto rispetto ed abbastanza diversificata che va dalle rocce silicee (graniti, sieniti, dioriti, gneiss) a quelle calcaree (marmi e calcari). Viene fatta di seguito una rassegna di alcune di esse considerando sia quelle attualmente presenti in commercio che quelle oggi non più coltivate ma che, comunque, vale la pena ricordare perché fanno parte della tradizione lapidea italiana adornando molti monumenti, chiese, edifici pubblici e abitazioni private.

Nell'ambito della regione la provincia di Novara occupa un posto di primo piano nella produzione di rocce ornamentali, soprattutto silicee, di notevole durezza e resistenza agli agenti atmosferici. La zona compresa tra il lago Maggiore e le valli Ossolane (Val d'Ossola, Formazza e Divedro) rappresenta, in ordine di importanza, il secondo bacino estrattivo di rocce silicee in Italia dopo quello sardo.

Nell'arco alpino piemontese, lungo un'ampia fascia che si estende dalla regione dei laghi (Lago di Como, Lago Maggiore, Lago d'Orta) fino ad Ivrea, affiorano grandi masse di rocce ignee intrusive di età carbonifera, prevalentemente acide, legate all'orogenesi Ercinica (Paleozoico) e facenti parte della cosiddetta "serie dei laghi".

Da molti secoli, una delle tradizionali zone per l'estrazione del granito, in Italia, è quella del Lago Maggiore. Il più pregiato e famoso fra i "graniti dei laghi", ed uno fra i migliori in Italia, è il Granito Rosa di Baveno (o del Mottarone). Le cave si trovano nei pressi dell'omonima località e precisamente sul monte Camoscio che fa parte del Gruppo del Mottarone sulla sponda occidentale del lago Maggiore ove affiora lungo un fronte largo circa 3 chilometri che si sviluppa in direzione N.E.-S.W. per 10 chilometri sulla riva piemontese.

La massa granitica è compresa tra gli gneiss e gli scisti della "serie dei laghi".

Il granito, di colore rosa pallido, è a grana media e deve la sua colorazione alla presenza di ortoclasio di colore variabile da rosa-carnicino a rosso-mattone. Roccia ornamentale di notevole qualità è stata tradizionalmente impiegata in lavori architettonici di alto livello (banche, grandi alberghi, aeroporti) sia in Italia che all'estero (Parigi, Londra, Il Cairo ecc.). Esempi di applicazioni del passato sono: le grandi colonne della Basilica Lateranense a Roma e le colonne interne ai lati del portale del Duomo di Milano.

Presso il Montorfano costituito da un unico ammasso granitico che si innalza fra il lago di Mergozzo e il fiume Toce viene coltivato il Granito di Montorfano. Si tratta di un granito a grana media, di colore bianco chiaro e con abbondante presenza di mica nera (biotite).

Una delle più famose cave è stata la Cavadonna, una parete granitica bianca, compatta, lunga circa 200 metri, coltivata a gradoni e ubicata di fronte alla stazione di Verbania.

La qualità e la bellezza di questa roccia ornamentale sono note anche all'estero. Viene da sempre usato per opere edili di prestigio quali: le grandi colonne della Basilica di S. Paolo fuori le Mura a Roma, le 56 colonne del Duomo di Novara, i rivestimenti della Mole Antonelliana e le centinaia di colonne dei portici dei principali corsi di Torino. Inoltre, per le sue ottime catatteristiche tecniche di resistenza, è stato impiegato anche nella costruzione di numerosi ponti in diverse città d'Italia.

Su una ristretta area del versante occidentale del Montorfano affiora il Granito Verde di Mergozzo, roccia ornamentale di produzione molto difficoltosa e limitata. Si tratta di un granito passante ad una diorite quarzifera a grana grossa, di colore chiaro, punteggiato di verde per la presenza di abbondante mica cloritizzata che conferisce alla roccia un gradevole effetto cromatico. Il feldspato potassico generalmente di colore bianco può talora assumere una colorazione rosapallido.

Sulla sponda occidentale del Lago di Orta, nei pressi dell'abitato di Alzo, fino verso la fine degli anni '70 veniva coltivato un granito di colore grigio-bianco privo di macchie, a grana medio-fine e di ottima qualità noto come Granito di Alzo. Numerosi palazzi e monumenti torinesi sono stati realizzati o rivestiti con questa roccia.

Sempre presso il Lago d'Orta nella sua estremità settentrionale vicino il paese di Omegna si coltivava il Granito Rosso Imperiale o Granito di Omegna risalente al Carbonifero. Questo granito aveva colore di fondo rosso mattone, conferitogli dall'ortoclasio e presenta una picchiettatura nera dovuta alla presenza di biotite.

Sicuramente le rocce più diffuse e tipiche della Val d'Ossola sono rappresentate dai Serizzi e dalle Beole rocce che derivano dal metamorfismo indotto dall'orogenesi alpina su masse granitiche di età ercinica.

Nell'alta Val d'Ossola lungo le valli Antigorio, Formazza, Divedro e Devero vengono coltivati gli omonimi serizzi di età paleozoica (Serizzo Antigorio, Serizzo Formazza, Serizzo Sempione o di Varzo, Serizzo di Crodo ed altri). La situazione morfologica locale ed in particolare la minor ripidità dei versanti fa sì che la maggior parte delle cave sia ubicata in valle Antigorio.

Inizialmente la coltivazione dei serizzi era limitata allo sfruttamento di grandi massi erratici inclusi nei depositi morenici quaternari a sud del Lago Maggiore. Successivamente la crescente richiesta determinò l'apertura di cave nelle zone di provenienza di tali blocchi.

I serizzi sono ortogneiss a tessitura variamente scistosa e grana da medio-fine a grossolana. Il colore è generalmente chiaro ma può variare a seconda del contenuto in biotite.

Il contenuto mineralogico è simile ai graniti da cui derivano: quarzo, feldspati e miche. Talora il felspato potassico si presenta sotto forma di grossi cristalli di forma ovale ("occhi").

In particolare nella massa gneissica di Antigorio, dal punto di vista tessiturale, si possono distinguere tre diversi tipi caratterizzati da diverso grado di metamorfismo.

Il tipo di Serizzo più comune è costituito da uno "gneiss occhiadino" (Serizzo Ghiandone) a struttura porfiroblastica con bianchi occhi di feldspato potassico allungati secondo i piani di scistosità. Un secondo tipo, più raro e ubicato nella parte alta dei giacimenti, è assimilabile ad un granito debolmente orientato (grado di metamorfismo molto basso) di aspetto compatto con grana variabile da media a grossolana. Un terzo tipo è quello più deformato estremamente laminato con evidenti piani di scistosità marcati da letti scuri di biotite e caratterizzato da notevole fissilità, presenta una grana minuta e colore più scuro degli altri due tipi a causa del maggior tenore in biotite. Si trova nella parte bassa del giacimento ma anche al suo interno in ristrette fasce. Nonostante la laminazione conserva una discreta compattezza.

La quota minima di affioramento del Serizzo Antigorio è di 300 metri sul livello del mare in località Oira mentre la quota massima è di circa 2.600 metri proprio sotto le cime dei monti della valle Antigorio.

Questa roccia ornamentale viene usata per la realizzazione di pavimenti e rivestimenti interni ed esterni e per le sue buone caratteristiche di resistenza è stata impiegata in opere a notevole transito pedonale quali: metropolitane di Milano e Bruxelles, aeroporto di Malpensa, ippodromo di Milano.

#### SERIZZO

Ortogneiss di età paloeozoica, a grana media, di colore grigio composto da quarzo, felspati e biotite. Ha una caratteristica scistosità determinata dalla isoorientazione della biotite in livelletti di spessore millimetrico che conferiscono alla roccia una certa fissilità. Si coltiva in diverse zone della Val d'Ossola (Valle d'Antigorio, Val Formazza, Val Divedro, Val Devero).

Anche le Beole sono ortogneiss di colore chiaro solcati da livelli biotitici scuri; mineralogicamente simili ai graniti (contengono quarzo, feldspati, biotite) se ne differenziano profondamente per la tessitura scistosa nettamente orientata che le rende fissili cioè facilmente divisibili a spacco in lastre piane di spessore sottile in corrispondenza dei livelletti scuri di biotite isoorientata di spessore millimetrico talvolta molto ravvicinati.

Il nome deriva dall'omonima e tradizionale località dell'alta Val d'Ossola ove viene da tempo coltivata anche se le principali cave si trovano nella zona di Beura ed in altre località ossolane.

Se ne distinguono tre qualità: Beola Bianca a grana fine, di colore bianco-argenteo per la presenza di muscovite e coltivata prevalentemente nelle zone di Villadossola e Beura; Beola Grigia simile alla precedente ma di colore più scuro per la presenza di tormalina e per un maggiore tenore in biotite; Beola Ghiandonata a grana grossolana con struttura porfiroblastica marcatamente occhiadina, scistosità secondo piani non molto ravvicinati e fondo di colore grigio scuro (dovuto all'abbondanza di biotite) sul quale spiccano grossi elementi ghiandolari allungati di felspato potassico. Questo tipo viene estratto prevalentemente nell'alta Valle Antrona e nelle zone di Cardezza e Beura.

#### BEOLA (CAMPIONE IN VIA DI ACQUISIZIONE)

Ortogneiss a grana fine con tessitura listata e scistosità ben sviluppata secondo piani ravvicinati. Ha colore variabile da bianco-argenteo, per la presenza di muscovite, a grigio chiaro; sono presenti picchiettature e macchie scure di biotite. Viene coltivata principalmente nelle zone di Villadossola e Beura.

Ancora in Val d'Ossola presso il paese di Anzola sul versante destro della bassa valle del fiume Toce affiora la Diorite di Anzola o Granito Nero di Anzola. Nonostante le denominazioni commerciali si tratta di un gabbro anfibolico a fondo nero, tendente anche al violaceo scuro, picchiettato o zonato di bianco. Ha struttura granulare fina, uniforme ed è ben lucidabile.

Infine a conclusione della rassegna delle rocce silicee ossolane possiamo ricordare la Clorite Verde di S. Zeno una quarzite di colore verde (per la presenza di clorite), facilmente lavorabile a spacco e largamente usata localmente per rivestimenti e pavimentazioni esterne vista la notevole durezza. Veniva estratta a Vogogna in Val d'Ossola.

Nella provincia di Novara affiorano anche marmi durissimi e di pregevoli caratteristiche tecniche e cromatiche ma caduti in disuso per le limitate dimensioni dei giacimenti, per la difficile coltivazione delle cave site in montagna e per l'alta percentuale del materiale di sfrido, tutti fattori che non li rendono economicamente competitivi nei confronti di altri marmi (ad esempio quelli toscani). Questi marmi sono riconducibili a pochi tipi di limitata produzione e provengono da un esiguo numero di cave.

Sicuramente il più celebre tra i marmi del novarese è il Marmo di Candoglia che, noto fin dall'epoca dei romani per usi tuttavia molto limitati, deve la sua fama al Duomo di Milano dove viene usato da quasi sei secoli per la sua costruzione, conservazione e restauro. La disponibilità di questo materiale è molto limitata per cui attualmente viene usato quasi esclusivamente per il restauro del Duomo stesso.

Il Marmo di Candoglia, oltre ad avere caratteristiche meccaniche tali da renderlo un materiale adatto a costruzioni architettoniche, possiede anche requisiti che ne fanno un ottimo materiale per la statuaria e la decorazione.

Questo marmo, che deriva da metamorfismo regionale e di contatto di serie carbonatiche mesozoiche oggi incassate in gneiss e micascisti, presenta una struttura variabile da saccaroide con grana molto fine simile al marmo di Carrara, a lamellare (presente soprattutto nella qualità rosa).

Una caratteristica di questa roccia ornamentale che la differenzia dai più comuni marmi saccaroidi, è la presenza di piani di sfaldatura (ben evidenti all'analisi microscopica in sezione sottile) tanto più sviluppati quanto maggiore risulta la sua cristallizzazione.

Vengono distinte tre varietà: una grigia, la più abbondante e usata soprattutto per la realizzazione di strutture portanti; una rosa, la più pregiata e rara, impiegata soprattutto per la scultura e gli ornati; una bianca, più diffusa di quella rosa della quale condivide il tipo di utilizzo.

Le cave sono ubicate all'inizio della Val d'Ossola, sulla sinistra del fiume Toce a monte della frazione di Candoglia (comune di Mergozzo) e hanno interessato un giacimento marmifero di

larghezza variabile da 30 a 7 metri e lungo circa 10 chilometri. Le prime coltivazioni risalenti al 1300 iniziarono a 230 m s.l.m. mentre quelle odierne sono poste tra i 600m e i 900m s.l.m. ed avvengono in sotterraneo.

Uno dei maggiori problemi di queste cave è sempre stato quello dello smaltimento dell'enorme quantità di materiale di scarto prodotta, lo sfrido, infatti, può raggiungere valori anche dell'85%.

Nei pressi del paese di Boden di Ornavasso sul versante del fiume Toce opposto a quello ove viene coltivato il Marmo di Candoglia affiora il Marmo di Ornavasso (o di Boden); in pratica si tratta dello stesso giacimento del Candoglia. Qui le cave hanno interessato un banco marmoreo verticale di limitata estensione e dello spessore massimo di trenta metri. intercalato in scisti gneissici.

Si tratta di un marmo saccaroide a grana grossa di qualità inferiore a quello di Candoglia e distinto in una varietà grigia, attraversata da marcate striature grigio-scure ed una rosa (Rosè Antico), più pregiata.

In passato è stato impiegato nel Duomo di Milano in sostituzione di quello di Candoglia nei periodi di massima richiesta di quest'ultimo e nel Duomo di Pavia.

In località Crevola d'Ossola viene estratta una roccia ornamentale commercializzata col nome di Marmo di Crevola d'Ossola o Palissandro con le sue diverse varietà (Palissandro Classico Chiaro, Palissandro Oniciato, Palissandro Scuro, Palissandro Bluette, Palissandro Blu Nuvolato). Più che di un marmo si tratta di una dolomia cristallina metamorfica a fondo di colore variabile da bianco a grigio chiaro cinerino a grigio scuro con vene e sfumature giallognole o rosate tendenti al marrone o al blu. Le colorazioni più intense sono legate alla presenza di mica flogopite di colore variabile da marrone-violaceo a giallo dorato che dà origine a venature più o meno evidenti. Presenta una resistenza agli agenti atmosferici uguale o addirittura superiore a quella dei marmi saccaroidi di composizione calcitica. Attualmente se ne estraggono oltre 6000 metri cubi l'anno e gran parte della produzione viene esportata soprattutto in Germania.

Si presta alla realizzazione di opere funerarie, pavimenti e rivestimenti interni ed esterni. È stato usato come rivestimento in celebri monumenti quali: Arco della Pace a Milano e Duomo di Pavia.

#### PALISSANDRO CLASSICO CHIARO

Marmo costituito da una dolomia cristallina metamorfica di colore bianco-avorio solcata da sottili vene parallele di flogopite di colore marrone chiaro. Ha età triassica, struttura saccaroide e si coltiva nei pressi di Crevola d'Ossola.

#### PALISSANDRO BLU NUVOLATO

Marmo costituito da una dolomia cristallina metamorfica di colore grigio-azzurrognolo con presenza di vene e plaghe di flogopite di colore marrone. Ha struttura saccaroide, è di età triassica e si coltiva nei pressi di Crevola d'Ossola.

Altri marmi usati nel passato ma oggi non più coltivati sono: Marmi di Valle Strona di colore grigio ed impiegati nella facciata del Palazzo di Giustizia a Milano ed il Marmo di Gozzano di colore bianco e rosso.

La provincia di Cuneo ha rappresentato soprattutto in passato una zona marmifera importante in quanto a varietà di materiali prodotti in limitate quantità ed oggi non più coltivati. Tra questi ricordiamo: Diaspro Rosso di Garessio, Rosato di Rocca Rossa presso il Col di Nava, Breccia di Casotto, Breccia di Limone, Breccia di Majola, Manto di Pardo di Ormea, Alabastro calcareo di Busca, Verzino Ruata, Verzino Frabosa, Nero Nuvolato Alpi ed altri.

Nel comune di Valdieri c'è una limitata coltivazione di Cipollino Dorato. Si tratta di un marmo a grana finissima di età giurassica, perfettamente lucidabile e di colore giallo avorio dorato. Si presenta nelle varietà "Unito" e "Venato" quest'ultima caratterizzata da fondo dorato su cui spiccano venule e fiamme di colore verde oliva e talvolta viola pallido. Questo materiale pregiato è

stato impiegato per decorazioni nel Palazzo Reale a Bangkok, nel palazzo del Circolo Italiano a Buenos Ayres e nella realizzazione delle colonne del Palazzo del Governo all'Avana.

Inoltre, sempre nel comune di Valdieri, esistono marmi bianchi e grigi tra i quali il più noto era il Barbiglio di Valdieri di colore grigio-turchino con venature bianche e grana fine.

Nei pressi di Mondovì sul versante sinistro della Val Corsiglia si coltiva il Moncervetto o Grigio Venato Piemonte, marmo saccaroide di età giurassica con colore di fondo grigio-azzurrognolo sfumato e presenza di vene calcitiche bianche. Ha caratteristiche di resistenza tali da poter essere impiegato anche all'esterno. Nella stessa zona veniva scavato anche il Viola Piemonte o Viola Porpora marmo di insolito colore viola-porpora attraversato da vene di calcite bianca.

Sempre in provincia di Cuneo vi sono anche affioramenti di "pietre verdi" ( serpentiniti, anfiboliti, prasiniti ecc.) dalle quali viene estratto il Verde Acceglio, una bella oficalce di colore verde con elementi più scuri di natura serpentinosa e vene di colore verde chiaro quasi bianco. Si coltiva nei pressi dell'omonima località in Val Maira ad oltre 1000 metri sul livello del mare.

Tra le rocce silicee del Cuneese ricordiamo la Quarzite di Barge (formatsi per metamorfismo di arenarie quarzose) costituita da quarzo e muscovite; ha colore variabile da giallo dorato a verde oliva a grigio-azzurro a causa della presenza di livelli micacei. Caratterizzata da notevole resistenza meccanica ed inalterabilità chimica si scava da un banco potente da 10 a 15 metri sul Monte Bracco tra Barge e Saluzzo.

Si presenta scistosa e divisibile a spacco in corrispondenza dei livelli micacei originando lastre anche di pochi millimetri di spessore.

La durezza e la resistenza all'abrasione ed agli agenti atmosferici ne fanno un ottimo materiale per pavimenti e rivestimenti esterni. È stata largamente usata a Torino per la pavimentazione di edifici settecenteschi.

In provincia di Torino dalla complessa formazione mesozoica delle "pietre Verdi", largamente affiorante anche in Val d'Aosta, proviene il Verde Alpi Cesana. Si tratta di un'oficalce del Triassico di colore verde scuro (roccia serpentinosa intensamente fratturata e poi ricementata da calcite) con macchie e venule sfumate di calcite bianca che formano un reticolo irregolare. Coltivata a Cesana Torinese nell'alta Val di Susa, è stata impiegata nel Palazzo di Giustizia a Bruxelles e nel palazzo della Banca d'Italia di Torino.

Presso Luserna, Bagnolo Piemontese, Rorà (TO) ci sono coltivazioni di Pietra di Luserna, gneiss con occhi feldspatici generalmente fitti, minuti e allungati, marcatamente scistoso facilmente suddivisibile a spacco in lastre fino a spessori minimi di 2 centimetri. Esiste anche una varietà, meno frequente, con fissilità scarsa o assente adatta per segagione al telaio. Nonostante la denominazione commerciale di "pietra" che farebbe pensate ad un materiale di scarsa resistenza si tratta di una roccia di buone caratteristiche meccaniche. Trova impiego in rivestimenti e pavimentazioni esterne, nella realizzazione di tetti e gradini per scale. Circa l'80% dei gradini delle case della Torino vecchia è stato realizzato con questa roccia.

Ancora per la provincia di Torino ricordiamo le seguenti rocce non più coltivate ma di cui resta testimonianza negli edifici e monumenti italiani: Granito Rosso Pantheon nel Canavese, graniti di Bussoleno e Borgone in Val di Susa, Marmo Bianco di Foresto.

Infine, in Val Cervo ed altre località del Biellese, in provincia di Vercelli, viene coltivata una sienite dell'Oligocene commercialmente nota come Sienite di Balma o Granito di Biella. Ha colore di fondo grigio-violaceo (il colore viola è legato alla presenza di ortoclasio) picchiettata di nero, struttura olocristallina granulare e grana medio-fine.

# **LOMBARDIA**

### <u>Lombardia</u>

Questa regione possiede una discreta gamma di rocce ornamentali soprattutto di origine sedimentaria anche se non mancano giacimenti di rocce ignee.

I centri produttivi di maggior rilievo sono ubicati nelle province di Bergamo, Brescia e Sondrio. Nella provincia di Brescia la produzione di lapidei da ornamentazione dell'anno 1999 è stata di ben 610.000 tonnellate.

Qui viene scavato il famoso "Botticino Classico" coltivato nei comuni di Botticino Sera e Botticino Mattina situati allo sbocco della Valverde. Si tratta di un calcare compatto, a grana fine ed uniforme, stratificato in bancate suddivise in vari strati separati da venule giallastre ocracee dette localmente cordoni. Nei comuni di Mazzano, Virle e Nuvolera vengono coltivate una varietà leggermente più scura ed una ricca di macchie di calcite bianca denominata Botticino Fiorito. Sia il calcare di Botticino che quello di Mazzano appartengono ad una formazione litologica localmente denominata "Corna" che cronologicamente risale al Lias inferiore (Giurassico).

L'escavazione del Botticino risale agli antichi Romani i quali se ne servirono per le loro costruzioni soprattutto a Brescia (Tempio di Vespasiano del I sec. d.c.). Durante l'età mediovale venne utilizzato per importanti edifici (Duomo Vecchio, Palazzo Broletto ed altri) e lo stesso nel Rinascimento (Chiesa di Santa Maria dei Miracoli, Palazzo della Loggia). È durante il '600 ed il '700 che l'impiego del Botticino, oltre alle importanti costruzioni (Duomo Nuovo), viene largamente esteso anche alle abitazioni modeste.

Testimonianza recente dell'uso di questa roccia ornamentale è il monumento a Vittorio Emanuele II (Altare della Patria) a Roma ma bisogna sottolineare che esso trova impiego anche all'estero (New York, Buenos Aires, Alessandria d'Egitto, Il Cairo).

#### BOTTICINO CLASSICO

Calcarenite fossilifera, compatta, a grana medio-fine e matrice micritica di colore beige. La struttura è clastica, oolitica o addirittura cristallina. Si estrae a Botticino (Brescia).

#### BOTTICINO FIORITO

Simile alla precedente roccia se ne distingue soltanto per le venature e chiazze di calcite spatica bianca (resti fossili, riempimento di cavità) molto abbondanti, che spiccano sul fondo di colore beige. Si estrae a Nuvolera, Mazzano (Brescia).

Sempre in provincia di Brescia e precisamente nelle zone di Paitone e Nuvolento viene estratta la Breccia Aurora con le sue diverse varietà: Breccia Aurora Classica, Breccia Aurora Oniciata. Anche questa breccia calcarea, di notevole effetto estetico, caratterizzata da sfumature dal giallo al verde, al rosso mattone e fratture riempite di calcite bianca o giallognola, appartiene alla formazione litologica detta "Corna" ed è quindi coeva del Botticino.

#### BRECCIA AURORA

Breccia calcarea di colore giallastro a causa della presenza di pigmento ocraceo-limonitico. Ha struttura clastica e si estrae a Paitone, Gavardo e Nuvolento località in provincia di Brescia.

#### BRECCIA AURORA CLASSICA

Breccia calcarea di colore avana con chiazze ematitiche rosse e venature di cemento calcitico bianco. La struttura è clastica e si estrae nelle stesse località della Breccia Aurora.

#### BRECCIA AURORA ONICIATA

Breccia calcarea di colore avana con chiazze gialle e numerose venature di cemento calcitico bianco per le quali viene denominata oniciata. La struttura è clastica e la zona di estrazione è la stessa degli altri due tipi di Breccia Aurora.

Infine ancora per la provincia di Brescia ricordiamo la Diorite dell'Adamello scavata in Valcamonica.

Dalla provincia di Bergamo provengono lapidei ornamentali colorati quali gli Arabescati nelle varietà: Arabescato Orobico Rosso, Arabescato Orobico Grigio, Arabescato Orobico Grigio Nuvolato, Arabescato Orobico Rosa, Arabescato Orobico Grigio-Rosato. Si tratta di calcari brecciati dai vivacissimi colori, coltivati in Val Brembana, di età triassica, molto usati per pavimenti e rivestimenti in virtù del loro effetto altamente decorativo.

Inoltre a Zandobbio affiorano altri calcari dolomitici giurassici di colore bianco, rosa, grigio, rosso, giallo; ad Albiano e Gandino ci sono l'Onice Agata, l'Onice Dorato, l'Onice Ambrato ed altri. Presso il Monte Gleno affiora l'omonimo porfido, roccia ignea effusiva di colore rosso cupo, a grana minuta ed usata per rivestimenti sia interni che esterni.

A Riva di Solto, sulla sponda occidentale del Lago d'Iseo, veniva coltivato Il Nero d'Iseo un calcare di colore nero omogeneo usato per la realizzazione delle colonne di S. Marco a Venezia.

Lungo le incisioni vallive in corrispondenza dello sbocco nella Pianura Padana vengono estratti conglomerati a cemento calcareo di origine fluvio-glaciale, disposti in strati sub-orizzontali, risalenti al Quaternario e chiamati Ceppo. La natura dei clasti è varia e rappresenta quasi un campionario completo delle rocce alpine (graniti, dioriti, gneiss, micascisti, serpentini, calcari, dolomie ed altro). Affiorano quasi ovunque: Cairate lungo l'Olona (VA), Trezzo d'Adda lungo il fiume Adda(MI), Brembate di Sotto in Val Brembana (BG). In base alle dimensioni dei clasti vengono suddivisi in: Ceppo rustico (il più grossolano), Ceppo mezzano e Ceppo gentile (quello ad elementi più piccoli). Uno tra i più noti è il Ceppo di Poltragno coltivato nella zona di Pianico (BG).

#### ARABESCATO OROBICO GRIGIO NUVOLATO

Calcare brecciato di colore grigio con vaste zone grigio-scure oniciate costituite da alabastro calcareo e cavità arrotondate riempite da calcite bianca. Ha struttura clastica, si estrae in Val Brembana ed è di età triassica.

#### ARABESCATO OROBICO ROSSO

Calcare brecciato caratterizzato da zone a colorazione rossastra più o meno intensa per la presenza di ematite. Sono presenti anche qui zone oniciate costituite sempre da alabastro calcareo e vene di calcite bianco-grigia. Risale al Triassico, ha struttura clastica e si coltiva in Val Brembana.

#### ARABESCATO OROBICO ROSATO

Calcare brecciato coevo e simile alle precedenti rocce dalle quali si differenzia per la colorazione di fondo caratterizzata da zone giallastre, rosate e grigie.

#### **CEPPO**

Conglomerato fluvio-glaciale del Quaternario, a cemento calcareo, poligenico, eterometrico, con ciottoli parzialmente arrotondati e matrice arenacea. La struttura è clastica e si estrae nelle province di Bergamo, Milano, Varese, Como. Viene usato per zoccolature di edifici sia grezzo che levigato e non è lucidabile.

Anche la provincia di Sondrio possiede un discreto campionario di rocce ornamentali alcune delle quali oggi non più coltivate. Presso Novate Mezzola (all'estrema propaggine settentrionale del Lago di Como) esistevano cave di granito bianco a grana minuta e con presenza di biotite e muscovite noto come Granito di S. Fedelino. Più che di una massa granitica unica si tratta di un complesso di grandi filoni che attraversano formazioni metamorfiche gneissiche. Nella zona della Val Masino (una ventina di chilometri ad est di Novate Mezzola) esiste una granodiorite denominata Ghiandone della Val Masino caratterizzato da grandi cristalli (ghiande) di feldspato potassico bianco e rosato immersi in una massa di fondo olocristallina a grana media. Questa roccia ornamentale fu usata in passato in molti edifici e monumenti della Milano vecchia. Ancora in provincia di Sondrio nella regione compresa tra la Valtellina, la Val Masino e la Valle del Mera affiora una potente massa di diorite quarzifera commercializzata come Granito di Dubino (o Serizzo di Dubino o Nero Stellato). La Massa dioritica dal Monte Bassetta si estende verso oriente fino a tagliare la Val Masino all'altezza dell'abitato di Cataeggio (ove viene denominato Serizzo Scuro della Val Masino). Più che di una diorite si tratta di uno gneiss a chimismo dioritico.

Nella zona della Val Malenco, una ventina di chilometri a nord di Sondrio, presso vari centri (Lanzada, Torre Santa Maria, Chiesa in Valmalenco), si coltiva l'omonimo serpentino a fondo verde scuro quasi nero, più o meno scistoso. Ha età giurassica, durezza intermedia tra i marmi ed i graniti, notevole resistenza agli agenti atmosferici ed è commercializzato in diverse varietà: Serpentino Verde Giada, Serpentino Verde Vittoria, Serpentino Tegolare.

Nell'alta Val S. Giacomo presso l'abitato di Isolato (circa venti chilometri a nord di Chiavenna) esiste una quarzite di colore verde nota col nome di Quarzite Verde dello Spluga. Si tratta di una roccia di notevole durezza, adatta sia per pavimentazioni che per rivestimenti e lavorata a spacco o in lastre lucidate.

#### GRANITO S. FEDELINO

Granito di colore bianco a grana fine caratterizzato dalla presenza di due miche (biotite e muscovite). Ha struttura olocristallina granulare ipidiomorfa e proviene da Novate Mezzòla (SO), è cronologicamente riferibile al Cenozoico.

#### VERDE SPLUGA (QUARZITE VERDE DELLO SPLUGA)

Quarzite, roccia metamorfica di notevole durezza, composta prevalentemente da quarzo e muscovite, è di colore verde chiaro (presenza di clorite) con ampie chiazze bianche. La struttura è granoblastica (cristalli delle stesse dimensioni), proviene da Isolato (SO).

Appartengono alla tradizione estrattiva del Comasco varie rocce ornamentali tra cui: Labradorite (la cui composizione non rispecchia la denominazione commerciale datale), Porfido della Valsassina, Nero di Varenna (calcare micritico bituminoso del Triassico affiorante sulla sponda orientale del Lago di Como), Bianco di Musso (marmo saccaroide a grana medio-grossa di colore variabile da bianco a grigio-azzurrognolo).

#### LABRADORITE

Roccia magmatica intrusiva costituita da una peridotite anfibolica di colore grigio scuro quasi nero. Ha tessitura orientata e si estrae a Olgiasca (CO).

# **TRENTINO**

### **Trentino**

L'attività estrattiva di maggior rilievo viene svolta a Lasa nella Val Venosta in provincia di Bolzano; da qui infatti provengono i "Marmi di Lasa". Questa formazione marmifera ritenuta per vari aspetti analoga a quella apuana se ne differenzia per la grana più grossolana dei suoi marmi e per la prevalenza della varietà Bianco Unito rispetto al Venato a fondo bianco. Infatti la presenza di fasce lineari, di ridotto spessore, abbastanza distanziate e ad andamento parallelo consente l'estrazione di blocchi del tutto bianchi. La formazione, riferibile al Triassico, è costituita da masse rocciose lenticolari, sub-orizzontali, di estensione massima di 5-6- chilometri e potenza fino a 100 metri. Affiora sulla sponda destra del fiume Adige parallelamente al suo corso.

Questi marmi sono prevalentemente impiegati nell'edilizia di lusso, per rivestimenti interni ed esterni, sia in Italia che all'estero. Viene commercializzato in diverse varietà quali: Bianco Unito, Bianco Lasa, Bianco Lasa venato, Onice di Lasa.

#### **BIANCO LASA**

Marmo a fondo bianco con struttura cristallina saccaroide a grana grossa talvolta più fine.

#### BIANCO LASA VENA ORO

Marmo a fondo bianco-avorio con venature sfumate, parallele, di colore giallo pallido. La struttura è saccaroide a grana fine.

Presso Fundres (Bolzano) si coltiva l'omonimo Serpentino facente parte del complesso delle ofioliti, pietre verdi appartenenti alla formazione geologica degli "Alti Tauri". Cronologicamente questa roccia metemorfica è riferibile al Giurassico-Cretacico.

#### SERPENTINO DI FUNDRES

Serpentinite (peridotite metamorfosata) di colore grigio-verde scuro. Ha struttura scistosa.

Tra le rocce più tipiche del Trentino si può ricordare il Porfido quarzifero estratto sia nella provincia di Bolzano che i quella di Trento. Questa roccia magmatica effusiva appartiene alla formazione della "piattaforma porfirica atesina", un complesso di rocce vulcaniche di chimismo e composizione petrografica diversa, risalenti al Permiano inferiore. La piattaforma ebbe origine da un'attività effusiva di tipo lineare, presenta un'estensione in affioramento di circa 3.000 chilometri quadrati con uno spessore medio di circa 800 metri (la massima potenza pari a 2.000 metri si raggiunge a SE di Bolzano).

Il Porfido quarzifero è un'ignimbrite compatta, con struttura porfirica, costituita per il 35-40% da minerali e per il resto da una pasta di fondo vetrosa. Tra i minerali prevale il quarzo (generalmente di forma tondeggiante a causa di fenomeni di riassorbimento), seguito da sanidino e plagioclasio (in cristalli ben formati) e da rara mica. Il colore varia dal verde scuro dei termini più basici (tenore in silice pari al 54%) costituenti la parte più bassa della formazione, al grigio, grigio-azzurro e rosso vivo dei termini più acidi (tenore in silice fino al 76%) che formano la parte alta della piattaforma. Presenta grande resistenza all'usura, può essere facilmente suddiviso a spacco in lastre di 2-3 centimetri di spessore ed è lucidabile.

Viene impiegato per pavimentazioni stradali sotto forma di cubetti ed in lastre lucidate per pavimenti interni.

Infine nella zona di Folgaria-Mori-Arco, in provincia di Trento, si ha una modesta produzione di lapidei ornamentali colorati come il Giallo di Mori nelle sue diverse varietà.

# **VENETO**

### Veneto

L'industria lapida veneta rappresenta una delle maggiori in Italia soprattutto in riferimento alla coltivazione di calcari colorati ben lucidabili.

Secondo uno studio dell'Unioncamere la sola provincia di Verona nel 1999 ha avuto un fatturato, relativamente all'esportazione di rocce ornamentali, di ben 553 milioni di € che l'ha collocata al secondo posto, in Italia, dopo il comprensorio costituito dall'unione delle province di Massa-Carrara, Lucca e La Spezia (564 milioni di €).

Le rocce ornamentali venete vantano una storia millenaria, infatti la loro escavazione e lavorazione è stata praticata sin dall'età romana come testimoniato dall'Arena e dal Teatro Romano di Verona.

Nell'ambito della regione veneta il Veronese è senza dubbio il centro più importante sia per la ricchezza dei giacimenti che per la varietà dei materiali lapidei coltivati. L'intero territorio montuoso e collinare di Verona costituisce quasi un unico giacimento di pietre colorate.

I centri produttivi di maggiore importanza sono: Grezzana, Roverè, Monte Pastello, Fumane, S. Vitale ed altri, ma il capoluogo in senso assoluto della produzione lapidea veronese resta S. Ambrogio di Valpolicella.

Dal punto di vista geologico le rocce ornamentali della provincia di Verona sono rappresentate da calcari marini del Giurassico appartenenti a tre distinte formazioni che affiorano dalle rive orientali del Lago di Garda (Verona) fino all'altopiano di Asiago nella provincia di Vicenza.

Nella formazione geologica posta più in basso nella serie e nota come "Calcari grigi di Noriglio", risalente al Lias inferiore, venivano estratti: Grigio Oniciato di S. Vitale (calcare fossilifero di colore grigio-rosato scavato in Val di S. Vitale, Valpantena, Val Squaranto e altrove), Occhi di Pernice (lumachella cioè calcare organogeno di colore grigio, giallognolo o rossiccio, contenente Terebratule ed estratto in Val Pernise lungo la Valpantena e nel Vajo del Paradiso presso Grezzana), Nero di Roverè (calcare bituminoso, grigio-plumbeo proveniente dal Monte Maore nei pressi di Roverè).

Dalle intercalazioni di calcari gialli a grana fine, compresi entro la superiore formazione geologica dei "Calcari Oolitici Gialli di S. Vigilio" del Lias superiore, proviene il Bronzetto di Verona. Si tratta di un calcare fossilifero con resti di brachiopodi ed articoli di Pentacrinus coltivato presso: Grezzana, Roverè, Velo. Livelli particolari assumono diverse denominazioni commerciali: Giallo Reale, Giallo Comune, Giallo S. Zeno.

Infine la formazione del "Rosso Ammonitico Veronese", risalente al Dogger-Malm chiude il periodo Giurassico. Da essa viene estratto il classico Rosso di Verona, la più famosa roccia ornamentale veronese, nota in tutto il mondo. Si tratta di un calcare (con una leggera componente argillosa) a struttura nodulare con macchie tondeggianti di colore rosso chiaro disseminate in un fondo rosso sanguigno. Se ne distinguono diverse varietà in base alle differenze cromatiche ed alle dimensioni dei noduli stessi (Broccato, Broccatello, Mandorlato, Rosso chiaro, Nembro). Questa roccia è adatta soprattutto per impieghi all'interno poiché, usata all'esterno, tende a perdere la lucidatura a causa della leggera componente argillosa.

Nella parte superiore di questa formazione sono presenti calcari gialli, verdi ed infine bianchi dai quali si estraggono il Gialletto di Verona, il Verdello ed il Bianco di Verona.

Numerose sono le cave aperte in varie località del bacino estrattivo della Valpantena e della Valpolicella (Grezzana, Roverè, Domegliara, Caprino ed altre) ma il centro di maggiore rilievo è stato Sant'Ambrogio di Valpolicella (situato circa 17 Km a N.O. di Verona). Oggi le cave di S. Ambrogio sono in via d'esaurimento e la coltivazione si è spostata più a nord nella zona dei Sette Comuni sull'Altopiano di Asiago (VI). Comunque, questo centro rimane di fondamentale importanza sia per i suoi numerosi impianti di lavorazione di lapidei nazionali ed esteri che per la

mostra internazionale di rocce ornamentali e macchinari per la loro lavorazione che ogni anno ospita.

#### BRONZETTO VERONA

Calcare detritico organogeno con resti di brachiopodi e articoli di penthacrinus che formano, sul fondo beige della roccia, piccole macchie scure e chiare. Ha struttura bioclastica e si coltiva a S. Ambrogio di Valpolicella, Velo, Grezzana, Roverè (VR). Se viene percosso produce un suono quasi metallico.

#### GIALLO REALE

Calcare micritico con molti frammenti minuti di echinodermi e brachiopodi. Presenta un fondo di colore giallo con vene limonitiche ondulate. Ha struttura bioclastica. Si coltiva a S. Ambrogio di Valpolicella, Velo, Grezzana, Roverè (VR).

#### GIALLETTO VERONA

Calcare compatto di colore giallo (pigmento limonitico-argilloso) con chiazze più scure e stiloliti rossastre. Ha struttura bioclastica e si estrae nelle province di Verona e Vicenza.

#### ROSSO DI VERONA

Calcare nodulare, fossilifero (ammoniti), con struttura bioclastica. Sul fondo di colore rosso mattone della matrice, legato alla presenza di pigmento ematitico, spiccano noduli di colore più chiaro, rosato talvolta tendente al beige. Si coltiva in varie località della Valpantena (VR).

Presso il Monte Pastello nelle vicinanze di Fumane (VR), circa una decina di chilometri a nord di S. Ambrogio di V.P., viene coltivata la Breccia Pernice, una breccia calcarea di origine tettonica, di colore da rosato a rosso risalente al Lias (Giurassico) e di buon effetto ornamentale.

#### BRECCIA PERNICE

Breccia calcarea di origine tettonica. Ha matrice di fondo di colore variabile da rosa a rossastro per la pigmentazione in prevalenza ocraceo-limonitica ed ematitica. I clasti sono di colore beige e rosa pallido. Sono presenti anche venature e chiazze calcitiche bianche. La struttura è sub-saccaroide compatta. Viene estratto a Monte Pastello presso Fumane (VR).

Anche la provincia di Vicenza riveste un ruolo importante nella produzione di rocce ornamentali calcaree di colore chiaro la cui estrazione avviene lungo la Valle del Chiampo e sui Colli Berici.

I famosi "Marmi" di Chiampo fanno parte della formazione geologica denominata "Calcari di Chiampo" risalente all'Eocene medio. Prendono il nome dal fiume e dalla cittadina omonima situata lungo la sua valle. Si tratta di calcareniti nummulitiche a matrice micritica e sono materiali di qualità, compatti e resistenti, adatti anche all'impiego esterno, caratterizzati da calde tonalità di colore. Vengono commercializzati in diverse varietà distinte in base al colore ed al contenuto in fossili: Chiampo Paglierino, Chiampo Mandorlato, Chiampo Chiaro Alpi, Chiampo Perlato, Chiampo Rosa, Chiampo Serpeggiante, Ondagata ed altre.

Calcari identici al Chiampo e commercializzati con nomi simili vengono coltivati anche in Val d'Agno una decina di chilometri a N.E. di Chiampo.

#### **CHIAMPO**

Calcare compatto, fossilifero con presenza di nummuliti e nullipori. Ha colore di fondo avana solcato da venature più scure.

#### CHIAMPO CHIARO ALPI

Calcare compatto fossilifero (nummuliti e nullipori), è di colore avana con numerose stiloliti giallastre.

#### CHIAMPO MANDORLATO

Brecciola calcareo organogena con moltissime nummuliti e grossi frammenti di fossili da cui la denominazione mandorlato. Presenta un colore avana con chiazze chiare.

#### CHIAMPO PAGLIERINO

Calcarenite organogena con nummuliti e nullipori, ha colore giallo paglierino solcato da venature più scure di colore grigio-avana.

#### CHIAMPO PERLATO

Brecciola calcareo-organogena di colore bianco crema-beige con moltissimi fossili (nummuliti e nullipori) di dimensioni millimetriche.

#### CHIAMPO ROSA

Calcarenite con moltissimi fossili (nummuliti e nullipori), presenta una colorazione variabile da rosa intenso a rosa pallido per la presenza di pigmento limonitico e, in misura subordinata, ematitico. Sono presenti chiazze di colore beige e numerosissime stiloliti ematitiche di colore rosso cupo.

#### CHIAMPO SERPEGGIANTE

Calcare compatto organogeno costituito quasi esclusivamente da nummuliti e nullipori. Ha un fondo colore avana con stiloliti grigio-nere serpeggianti.

#### ONDAGATA VIOLA

È una varietà del Chiampo Rosa petrograficamente analoga allo stesso ma tagliata al contro (perpendicolarmente alla stratificazione). Ha colore di fondo rosa-violaceo con strisce chiare grigiastre.

Circa una ventina di chilometri a sud di Vicenza sui Colli Berici, rilievi che si elevano tra le alluvioni della Val Padana, viene coltivata la nota Pietra di Vicenza, detta anche Pietra Vicentina. Si tratta di un calcare tenero appartenente alla formazione geologica dei "Calcari Nulliporici e Coralligeni di Castelgomberto" cronologicamente riferibili all'Oligocene. Sembra che questa pietra fosse nota anche ai romani ma è dal Medievo che ha avuto inizio il suo continuo impiego per lavori di scultura artistica e realizzazione di rivestimenti interni. Il Palladio se ne servì per la Basilica Vicentina. Attualmente viene scavata in diversi centri (San Gottardo, San Germano, Zovencedo); il banco coltivabile presenta uno spessore di circa dieci metri.

#### PIETRA VICENTINA

Calcarenite organogena (biosparite) bianca con nummuliti, resti di alghe, briozoi e resti di echinodermi immersi in una matrice carbonatica più o meno fine. Viene estratta in varie località: S. Gottardo, S. Germano (VI).

#### PIETRA DI S. GOTTARDO

È una varietà tra le più quotate, della precedente roccia e si tratta di un calcare organogeno con nummuliti, briozoi e resti di echinodermi immersi in una matrice carbonatica. Si estrae nell'omonimo centro.

Sempre in provincia di Vicenza si possono ricordare le rocce ornamentali della zona dei Sette Comuni e dell'Altopiano di Asiago, un massiccio montuoso calcareo che si estende per circa 500 chilometri quadrati tra le province di Vicenza e Trento. Il settore estrattivo dell'Altopiano ha avuto

avvio nei primi del 1900 ma soltanto negli anni '60 si è cominciato ad affermare dietro la crescente richiesta delle imprese di Sant'Ambrogio di Valpolicella i cui giacimenti sono in via d'esaurimento. Anche in questa zona, come nel Veronese, le formazioni interessate dall'estrazione sono sempre quelle dei calcari colorati (rossi, gialli e bianchi) risalenti al Giurassico (Calcari Grigi di Noriglio, Calcari oolitici di S. Vigilio, Rosso Ammonitico).

I principali centri di produzione sono : Asiago, Conco, Lusiana, Roana.

Le rocce coltivate, simili a quelle veronesi, sono: Rosso Asiago, Rosa Asiago, Verdello, Giallo, Bianco Asiago o Biancone ed altre.

Nella provincia di Padova, sull'antico apparato vulcanico dei Colli Euganei, si estraggono trachiti con struttura porfirica, riferibili all'Eocene-Oligocene, caratterizzate da una fessurazione prismatico colonnare e di colore variabile dal giallo al grigio-rosato al verdastro. Anche queste, come altre rocce ornamentali venete, possono vantare un impiego millenario; infatti già i Romani le usarono a Padova per la costruzione di ponti (Ponte Molino, Ponte San Lorenzo ed altri), di acquedotti, di sarcofagi e per lastricare le strade.

#### TRACHITE DI PADOVA

Si tratta di una trachite alcali-calcica con fenocristalli di sanidino e plagioclasio. Ha colore di fondo da grigio a marrone. Si coltiva ad Abano (PD).

#### TRACHITE GIALLO VENATA

Petrograficamente simile alla precedente roccia ma di colore giallastro con sottili venature marroni. Si estrae nella provincia di Padova.

Infine per quanto riguarda la provincia di Belluno sebbene potenzialmente possieda una certa ricchezza di rocce adatte all'uso ornamentale non ha dato fino ad oggi una produzione vera e propria. In passato vi sono stati tentativi di coltivazione di alcune rocce ornamentali quali: Alabastro di Alleghe, Calcari di Castellavazzo e di Fastro, Pietra Verde di Agordo, Marmo Nero di Col di Lana, Crestarosa Plavis ed altri.

#### CRESTAROSA PLAVIS

Marmo brecciato di colore rosa attraversato da vene di calcite bianca. Veniva coltivato nei pressi di Sappada.

# FRIULI VENEZIA GIULIA

### Friuli Venezia Giulia

Si potrebbe attribuire alla regione Friuli Venezia Giulia una specie di primato fra le regioni italiane per quanto concerne la disponibilità di una vasta gamma cromatica di pietre ornamentali.

Infatti, fatta eccezione per i bianchi, l'industria marmifera è in grado di fornire colori che vanno dal rosso vivo (Rosso Francia), al rosso mattone (Porfirico Ramello), al marrone, al grigio (Grigio Timau), al nero (Nero Timau), al grigio-rosato (Fior di Pesco), al grigio chiaro e nocciola (Calcari di Aurisina e Monrupino), al giallo (Stalattite) ed altri.

Le principali zone estrattive sono rappresentate dal Carso Triestino, dalla Carnia e dal Cividalese.

Nell'ambito della regione la provincia di Trieste riveste un ruolo di primaria importanza nella coltivazione di rocce ornamentali di natura calcarea.

La maggior parte delle cave si trovano del Carso triestino e si aprono nelle formazioni del "Calcare di Monrupino", del "Calcare Radiolitico" e del "Calcare di Aurisina" di età progressivamente più recente ma comunque tutte appartenenti al Cretacico.

La coltivazione avviene in due distinti bacini: quello di Monrupino e quello di Aurisina. Nel primo le formazioni interessate sono quelle del "Calcare di Monrupino" e, in misura subordinata, del "Calcare Radiolitico"; nel secondo, che rappresenta il più esteso e intensamente coltivato, l'attività si concentra esclusivamente nei "Calcari di Aurisina".

La potenzialità dei giacimenti è da considerarsi enorme; infatti C. D'Ambrosini nel 1962 valutò per una sola delle cave del bacino di Aurisina una riserva utile di circa 5 milioni di metri cubi. Il bacino della cava esaminata, anche se il più esteso, rappresenta appena una parte dell'area coltivata e potenzialmente coltivabile del solo bacino di Aurisina. Considerando anche i giacimenti del bacino estrattivo di Monrupino, le riserve si possono ritenere quasi inesauribili.

I Calcari di Aurisina vantano una tradizione estrattiva di oltre duemila anni; infatti, l'apertura delle cave di Aurisina fu la conseguenza di un'opera di ricerca per l'approvvigionamento di materiale lapideo condotta dai Romani all'inizio del I secolo a.C.

La produzione di queste cave è testimoniata dai monumenti di ogni epoca a partire da quella Romana con la città di Aquileia a quella Romanica e al Medio Evo (palazzi veneziani), dal Rinascimento all'Era Moderna. In particolare nell' 800 e nei primi del '900, sotto l'Impero Asburgico, queste rocce ornamentali vennero largamente utilizzate in Austria ed in altre città dell'impero per la costruzione di importanti edifici quali ad esempio il Palazzo di Giustizia a Vienna.

La notevole varietà di lapidei estratta dalle cave di Aurisina provengono dagli orizzonti superiori del "Calcare di Aurisina" e dal punto di vista litologico possono essere tutti definiti come una brecciola calcareo-organogena, compatta, di colore grigio chiaro tendente al nocciola, appartenente al Cretacico superiore. La presenza di una giacitura in potenti bancate e l'esistenza di un unico sistema di fratture subparallele ad ampio periodo fornisce un ottimo rapporto "materiale cavato"/"materiale di scarto". In prima analisi la differenza fra le diverse varietà di rocce estratte e riconducibile alla differente quantità percentuale, all'orientamento e alla dimensione della frazione organogena. Dal punto di vista tecnico si tratta di rocce particolarmente dure, compatte, dotate di elevata resistenza all'abrasione ed agli agenti atmosferici, capaci, quindi, di mantenere intatte le proprie caratteristiche sia in climi freddi che caldo-umidi. A testimonianza di questo si può ricordare che quando i ruderi della città di Aquileia tornarono alla luce, dopo circa quindici secoli di interramento, si notò che gli spigoli dei capitelli erano ancora vivi.

Le varietà di Aurisina presenti nel museo sono:

### AURISINA CHIARA

Calcare compatto costituito da una ricca frazione bioclastica (rudiste, briozoi, ostracodi) generalmente minuta, immersa in una massa carbonatica cementante microcristallina. Si tratta di una brecciola organogena fine con colore di fondo grigio chiaro e radi fossili grigio scuri e bianchi.

Microscopicamente la roccia è una biomicrite. Ha struttura di tipo bioclastico.

### AURISINA FIORITA

### (AUSINA BRECCIATA)

Calcare di scogliera, compatto, ricchissimo di bioclasti piccoli e grandi, definibile come una brecciola calcareo-organogena (bioclastite).

Il colore di fondo è grigio tendente al grigio-nocciola, ravvivato dalle "fioriture" cioè da frammenti organici di maggiori dimensioni, di colore grigio-marrone e bianchi.

Sono presenti anche rari briozoi, foraminiferi arenacei, ostracodi e intraclasti microsparitici. Ha struttura bioclastica.

### AURISINA GRANITELLO

### (AURISINA GALLERIA)

Calcare compatto costituito prevalentemente da bioclasti minuti di lamellibranchi e da rari intraclasti. Macroscopicamente la si può definire come una brecciola calcareo-organogena (bioclastite).

Il colore di fondo è grigio; i frammenti organici sono grigi e bianchi, distribuiti uniformemente e ben classati. Ha struttura bioclastica.

### ROMAN STONE

### (AURISINA ROMANA)

Calcare compatto, costituito da una ricchissima frazione bioclastica (rudiste e lamellibranchi) immersa in una massa di fondo carbonatica cementante microcristallina. Per queste sue caratteristiche va considerato come una brecciola organogena molto fine (bioclastite). Il colore di fondo è grigio chiaro tendente all'avorio, ravvivato dai fossili di colore grigio scuro e raramente bianchi. Ha struttura bioclastica.

Sempre nel bacino di Aurisina, nella zona collinare nei dintorni della località di Slivia, dalla formazione della "Breccia di Slivia" del Cretacico superiore, viene estratta la Breccia di Slivia commercializzata con le denominazioni di: Breccia Carsica, Napoleon Slivia e Breccia Italiana.

Si tratta di una breccia calcarea, marina, poligenica che rappresenta una facies di scogliera ad alta energia.

### BRECCIA CARSICA

### (NAPOLEON SLIVIA, BRECCIA ITALIANA)

Breccia calcarea di età eocenica, compatta, eterometrica, grossolana; i clasti, prevalentemente di colore nocciola, marrone, avana e subordinatamente bianchi, hanno composizione biomicritica e biosparitica con frazione organica variabile costituita da foraminiferi planctonici, ostracodi e frammenti di lamellibranchi. Ha struttura clastica. La zona estrattiva è Slivia (TS).

Nel bacino estrattivo di Monrupino (TS) si coltivano rocce appartenenti alla formazione del "Calcare di Monrupino" ed in misura molto subordinata alla formazione del "Calcare Radiolitico".

Dalla prima si estrae il Repen Classico Chiaro e il Repen Classico Zolla, dalla seconda il Fior di Mare. Si tratta di calcari omogenei, compatti, ben stratificati in potenti bancate purtroppo interessate spesso da un reticolo di fratture a scala metrica che comporta un rapporto "materiale cavato"/"materiale di scarto" molto basso. Cronologicamente sono riferibili al Cretacico superiore.

### REPEN CLASSICO CHIARO

Calcare molto compatto, costituito da bioclasti di lamellibranchi, radioli di echinidi ed altri fossili immersi in una massa di fondo cementante criptocristallina. Sono presenti intraclasti carbonatici più o meno

arrotondati. Il colore di fondo è grigio chiaro ravvivato dalla presenza di frammenti organici allungati di colore da grigio scuro a grigio chiaro.

Microscopicamente la roccia può essere definita una biomicrite bio ed intraclastica. Ha struttura bioclastica e si coltiva a Monrupino, S. Pelagio, Rupingrande.

### REPEN CLASSICO ZOLLA

Calcare molto compatto, costituito da numerosi bioclasti di rudiste ed altri fossili immersi in una massa di fondo cementante criptocristallina.

Il colore di fondo è grigio ravvivato dalla presenza di numerosi resti organici di colore da grigio scuro a grigio chiaro.

Microscopicamente la roccia può essere definita una biomicrite secondaria da ricristallizzazione di un'originaria biomicrite. Ha struttura bioclastica e viene estratta a Monrupino.

### FIOR DI MARE

Calcare compatto costituito da numerosissimi frammenti di resti organici immersi in una massa di fondo criptocristallina. Il colore di fondo è grigio tendente al nocciola per l'abbondantissima presenza di resti fossili (fioritura) di colore variabile dal bianco al nocciola. Macroscopicamente può essere definito una brecciola calcareo-organogena a struttura bioclastica; microscopicamente è una bioclastite e viene scavata presso Rupingrande e Rupinpiccolo.

In alcune località sempre in provincia di Trieste (Bristie, Samatorza, S. Pelagio e Medeazza), si aprono cave che interessano giacimenti di Alabastro calcareo, depostosi all'interno di cavità sotterranee dove si sono verificate situazioni favorevoli alla precipitazione chimica di calcite da acque soprassature in bicarbonato di calcio con conseguente formazione di potenti concrezioni calcitiche coltivabili (stalattiti , stalagmiti, colate parietali). Questo Alabastro commercialmente noto col nome di "Stalattite" è di età quaternaria e rappresenta una delle rocce ornamentali di maggior pregio in virtù sia degli effetti altamente decorativi che si ottengono col suo impiego che per la scarsa disponibilità ed entità dei giacimenti legati, come si è detto, a fenomeni deposizionali particolari.

### STALATTITE GIALLO AMBRA

Alabastro calcareo, roccia sedimentaria di origine chimica, costituita da veli calcitici ondulati, di spessore variabile dal millimetro ad alcuni centimetri (cristalli aciculari di calcite con asse di accrescimento perpendicolare alla superficie incrostata). Ha colore giallo-ambra per la presenza di pigmenti limonitici e struttura cristallina eterogranulare.

### STALATTITE ROSSA

Analoga alla precedente roccia dalla quale differisce solo per il colore rosso mattone dovuto alla presenza di pigmenti ematitici. Ha struttura cristallina eterogranulare.

Un'altra provincia friulana importante per la coltivazione delle rocce ornamentali è quella di Udine. Qui nel Cividalese si coltiva la Pietra Piasentina (o Piacentina) una roccia clastica dell'Eocene con granuli e cemento calcarei che vanta antichissime tradizioni visto che adorna la maggior parte dei palazzi di Udine e Cividale del Friuli sin dal XIV secolo (Chiesa parrocchiale di Faedis, Arco Bollani del Palladio). Le bancate affiorano in una ristretta zona ai piedi delle Prealpi Giulie e vengono coltivate soprattutto presso Torreano dove raggiungono il massimo spessore e risultano più integre. È commercializzata in tre varietà con differente granulometria: una a grana grossa (calcirudite) e situata alla base del giacimento, una a grana intermedia (calcirudite) e l'ultima a grana fine (calcarenite) posta al tetto della serie. La colorazione può variare dal grigionocciola chiaro al marrone.

### PIETRA PIASENTINA

### (PIETRA PIACENTINA)

Si tratta di una calcarenite con granuli e cemento calcarei, rari sono i granuli quarzosi. Presenta microfossili (globigerine, globorotalie e discocicline). È di colore nocciola più o meno scuro ed ha struttura clastica. Cronologicamente e riferibile all'Eocene.

Nella Carnia, ancora in provincia di Udine, lo sfruttamento delle rocce da ornamentazione è iniziato in tempi recenti intorno agli anni '30 con l'apertura della cava di Monte Verzegnis. La produzione carnica è rivolta verso materiali lapidei colorati: grigi come il Grigio Carnico, neri come il Nero Timau, rossi come il Rosso Alpino, bruni come il Mandorlato, bianchi come il Bianco Unito, avana come la Pietra di Aviano ed infine il famoso Fior di Pesco Carnico.

La produzione più significativa è quella del bacino marmifero di Timau da dove viene estratto il marmo denominato Grigio Carnico con le sue diverse varietà commerciali che vanno dal grigio chiaro fino al nero. Quella di Timau è una delle formazioni marmifere più antiche d'Italia e risale al Devoniano.

### GRIGIO FIORITO TIMAU

Marmo di colore grigio scuro con abbondanti vene e plaghe di calcite bianca. La struttura è cristallina saccaroide e l'età devoniana.

Nella zona di Forni Avoltri, sempre in Carnia (circa trenta chilometri ad ovest di Timau), viene prodotto uno dei marmi italiani tra i più belli e ricercati, il Fior di Pesco Carnico caratterizzato da delicate sfumature grigio-rosa violacee. Si tratta di una roccia ornamentale ben lucidabile ma delicata e adatta, quindi, all'impiego in rivestimenti interni di lusso. Esposta all'azione degli agenti atmosferici perde la lucidatura.

### FIOR DI PESCO CARNICO

Fa parte, insieme ai marmi di Timau, della più antica formazione marmifera italiana. Si tratta di un marmo (calcare metamorfosato) brecciato, con fondo grigio chiaro ove spiccano delicate sfumature roseo-violacee e vene di calcite bianca. La colorazione e legata alla presenza di pigmenti carboniosi, ematitici e manganesiferi. Presenta struttura cristallina saccaroide (cristalloblastica omoblastica) e risale al Devoniano.

Nei pressi dell'abitato di Paularo (UD) situato a circa dieci chilometri a sud-est di Timau vengono coltivate rocce ornamentali di natura calcarea di colore rosso, di età devoniana e commercializzate come: Rosso Francia, Rosso Oniciato, Rosso Damascato.

### ROSSO FRANCIA

Calcare fossilifero di colore rosso acceso per la presenza di pigmento ematitico; sul fondo spicca una vasta fioritura di plaghe calcitiche allungate di colore bianco. Ha struttura clastica, risale al Devoniano, e si estrae presso Paularo (UD).

Chiude questa breve rassegna delle rocce ornamentali carniche l'attività estrattiva della zona di Tolmezzo dove si coltivano calcari compatti del Giurassico, di colore bruno (per la presenza di pigmento ematitico) commercializzati in diverse qualità: Rosso Porfirico, Porfirico Fiorito, Porfirico Bruno ed altre.

### ROSSO PORFIRICO DI TOLMEZZO

Calcare organogeno compatto a fondo rosso scuro quasi marrone (pigmento ematitico), intensamente punteggiato di bianco. Ha struttura sub-saccaroide, eta giurassica e si estrae a Tolmezzo (UD).

A conclusione di questa breve descrizione dell'attività estrattiva della provincia di Udine ricordiamo il Porfirico Ramello Rosso ed il Porfirico Ramello Bruno.

### PORFIRICO RAMELLO BRUNO

Calcare marnoso del Giurassico, fossilifero con ammoniti. Ha colore di fondo bruno-nerastro con chiazze rosse e rosate; presenta struttura bioclastica.

### PORFIRICO RAMELLO ROSSO

Analogo e coevo della precedente roccia dalla quale si differenzia solo per il colore di fondo rosso cupo con chiazze più chiare.

Per la provincia di Gorizia ricordiamo la coltivazione di calcari organogeni grigi (Repen Vallone, Nero Vallone, Chiocciolato, Gabria) mentre per quella di Pordenone i calcari dolomitici avana di Aviano e Dardago.

# **LIGURIA**

### Liguria

Pur disponendo di una discreta gamma di pietre ornamentali di notevole bellezza, la roccia più tipica della Liguria rimane senza dubbio l'Ardesia, prodotta per la quasi totalità in questa regione. Viene estratta dalla formazione geologica delle "Ardesie di Val Lavagna" costituita da scisti argillosi e riferibile al Cretacico superiore.

La sua coltivazione risale almeno al XII secolo e viene impiegata per la realizzazione di pavimentazioni, portali, scale, lavagne, piani per biliardi. Inoltre, le sue doti di impermeabilità unite alla sua facile suddivisibilità a spacco la rendono un materiale eccellente per la copertura di tetti come si nota osservando le antiche case genovesi ove l'impiego di questa roccia ha certamente favorito la loro integrazione col paesaggio.

### ARDESIA

Roccia metamorfica formata da scisti argillosi e marne scistose, plumbee a grana medio-fine con struttura scistosa. Si coltiva lungo la valle del torrente Lavagna e in Valfontanabuona (GE).

Sempre in provincia di Genova a Pietralavezzara nella valle del torrente Polcevera affiora il Verde Polcevera, oficalce di eta terziaria, di colore verde scuro attraversata da vene di calcite chiara più o meno abbondanti.

Ancora in provincia di Genova e soprattutto in quella di La Spezia vengono estratti lapidei ornamentali fra i più belli e pregiati che si conoscano. Tra questi ricordiamo il Verde e Rosso Levanto, il Verde Imperiale di Levanto, il Rosso Antico d'Italia (tutti appartenenti alla formazione delle ofioliti appenniniche) ed i vari tipi di Portoro (Macchia Grande, Macchia Fine, Macchia Bianca o Portargento) la cui estrazione risale addirittura all'epoca romana. Purtroppo per alcuni di essi i giacimenti sono quasi esauriti o comunque in via d'esaurimento.

*Nella collezione sono presenti:* 

### PORTORO MACCHIA GRANDE (PORTORO MACCHIA LARGA)

Calcare detritico, bituminoso e grana generalmente fine, di colore nero con vene di dolomite di colore giallo oro per la presenza di pigmenti ocraceo-limonitici, sono presenti anche macchie piritiche. Ha struttura clastica, è di età giurassica (Lias) e viene estratto a Portovenere, isole di Palmaria e di Tino (SP).

### PORTORO MACCHIA FINE

Identica e coeva alla precedente roccia ornamentale dalla quale differisce unicamente per le minori dimensioni delle venature che sono rappresentate da stiloliti di colore giallo oro.

### ROSSO LEVANTO

Roccia metamorfica legata a metamorfismo di dislocazione (movimenti lungo faglie).

Oficalce, milonite serpentinosa, è di colore rosso cupo anziché verde a causa della la presenza di ossidi di ferro (ematite); solcata da numerose vene calcitiche di colore bianco ha un notevole effetto ornamentale. Ha struttura milonitica in quanto la roccia originaria è stata frantumata in minuti frammenti. È di età terziaria e si estrae in vari centri delle province di La Spezia e Genova (Bonassola, Deiva Chiavari).

Inoltre sempre alla provincia di La Spezia appartengono calcari neri o grigi con macchie e vene biancastre che costituiscono il primo banco nei giacimenti di Portoro e al quale tendono a sostituirsi a causa dell'esaurimento dei giacimenti classici.

In quella di Savona viene coltivata la Pietra di Finale, calcare detritico, con presenza di fossili (bivalvi), commercializzato in due varietà: la Mascia di colore rosa acceso e la Castelgavone di colore rosa pallido. Questa pietra è stata impiegata in costruzioni anche monumentali nella città di Genova quali la Basilica di Santa Maria Assunta. Esempio di impiego all'estero sono: la Cattedrale di Mogadiscio e quella di Bengasi.

Nella provincia di Imperia presso Omera si estraevano un tempo i "Marmi di Nava".

# **TOSCANA**

### **Toscana**

La zona della Toscana più importante dal punto di vista della coltivazione delle rocce ornamentali è senza dubbio la regione delle Alpi Apuane (la zona compresa fra i fiumi Magra a nord e Serchio a sud) che possiede i più famosi giacimenti marmiferi del mondo. Questa vanta un primato indiscusso non solo a livello nazionale, ma addirittura mondiale sia per l'assortimento che per la capacità produttiva dei "Marmi Bianchi" di cui l'uomo fa uso, tanto per sculture che per costruzioni, da oltre 2000 anni.

Attualmente l'industria apuana produce circa il 70% del marmo bianco italiano e comunque rappresenta la maggior parte della produzione marmifera nazionale.

Oltre ai Bianchi vengono coltivati i grigi (Bardigli), i cipollini e alcune tra le più belle e classiche brecce.

Dal punto di vista geologico il nucleo metamorfico apuano comprende formazioni geologiche di età estesa dal Paleozoico al Terziario ma i marmi sono del Lias inferiore (Giurassico).

Si tratta di marmi nel senso scientifico del termine, vale a dire calcari di origine marina ricristallizzati per metamorfismo sotto condizioni di alta pressione e temperatura determinate da enormi spinte laterali che causarono il sollevamento del rilievo apuano. Presentano struttura cristallina saccaroide da fine a grossolana.

La formazione marmifera presenta una potenza di centinaia di metri e può essere suddivisa in diverse zone in successione stratigrafica dal basso verso l'alto:

- <u>zona delle brecce</u>, costituita da elementi marmorei cementati da calcite (Breccia Medicea, Breccia di Stazzema). L'origine di queste rocce brecciate deve essere ricercato nelle forti frizioni, determinate dalle spinte tettoniche, al contatto tra i marmi e la sottostante formazione dei Grezzoni (calcari dolomitici e dolomie).
- zona dei bardigli inferiori, marmi di colore grigio più o meno scuro;
- <u>zona del marmo statuario</u>, il più famoso delle Alpi Apuane, di colore bianco, a grana fine e molto ricercato in passato per la realizzazione di opere d'arte. Costituisce un banco di pochi metri di spessore ed ormai è diventato piuttosto raro trovarlo integro, infatti, più spesso si presenta brecciato ed in questo caso costituisce i diversi tipi di Arabescato frequenti soprattutto nella zona del Monte Altissimo;
- <u>zona dei marmi bianchi ordinari e dei venati</u>, hanno colore bianco con sfumature di colore grigio pallido e venature grigie più o meno frequenti;
- <u>zona dei bardigli superiori</u>, rappresentano l'ultimo livello della formazione marmifera e rispetto a quelli inferiori presentano un colore grigio più chiaro e per questo vengono commercialmente denominati Bardiglietti.

Circa i 2/3 del marmo apuano vengono prodotti nel Carrarese mentre la rimanente parte proviene dal Massese, dalla Versilia e dalla Garfagnana in provincia di Lucca.

Nel Carrarese la coltivazione dei marmi risale probabilmente all'epoca etrusca e certamente lo sfruttamento su vasta scala delle antiche cave di marmo ebbe inizio con i romani nel I secolo a.c. (marmor lunense). Queste cave avevano il duplice vantaggio di fornire ottimi marmi e di essere più vicine a Roma rispetto a quelle greche. Inoltre la loro vicinanza al porto dell'antica città romana di Luni abbreviava i tempi di consegna visto che il trasporto avveniva principalmente via mare su grosse imbarcazioni speciali dette "lapidariae". All'interno delle cave romane lavoravano molti operai specializzati in varie mansioni tra le quali: caesores (tagliatori), machinarii (addetti alla movimentazione dei blocchi), quadratarii (riquadratori), serraii (addetti alla segagione), probatores (addetti alla selezione del marmo scavato). Una volta scavati i blocchi venivano fatti scivolare a valle lungo il pendio mediante la tecnica della lizzatura (slitta di legno che scorreva

lentamente su travi di legno ingrassate trattenuta da grosse funi ancorate al terreno). Una volta giunto a valle il marmo veniva caricato su carri trainati da buoi e trasportato fino al porto.

Nella zona di Massa invece una vera e propria attività estrattiva iniziò soltanto nel 1800.

In Versilia l'attività estrattiva è documentata fin dal XIV secolo. Un notevole impulso alla coltivazione dei marmi bianchi si ebbe nel XVI secolo quando i Medici inviarono sul posto, a curarne l'estrazione, Michelangelo e Giambologna. Dopo una relativa decadenza nei secoli XVII e XVIII, nella prima metà dell'800 fu ripresa attivamente l'estrazione dei marmi. I principali centri di coltivazione sono rappresentati da: Stazzema (marmi brecciati), Monte Altissimo e Arni (Bianchi, Venati e Statuari), Monte Corchia (Arabescati e Brecce), Seravezza (Bardigli e Brecce).

In altri bacini estrattivi come quelli di Minucciano e Vagli, posti tra la Versilia e la Garfagnana, l'estrazione iniziò soltanto alla fine del 1800.

Carrara può essere considerata la capitale mondiale del marmo poiché vi convergono materiali estratti in Italia ed all'estero che qui vengono lavorati e quindi distribuiti in tutto il mondo. Nei suoi territori i giacimenti marmiferi raggiungono la maggiore potenza, estensione e la massima purezza soprattutto intorno al massiccio del Monte Maggiore ove esiste una notevole concentrazione di cave.

La produzione della provincia di Massa-Carrara nel 1999 e stata di ben 1.150 tonnellate.

Le cave del Carrarese sono localizzate in quattro bacini estrattivi a nord della città: bacino di Boccanaglia, bacino di Torano, Bacino di Miseglia, bacino di Colonnata.

Il novanta per cento di queste cave è a cielo aperto e la rimanente parte è in sotterraneo.

Il principale livello produttivo è quello dei Marmi Bianchi e dei Venati con tutte le rispettive varietà distinte soprattutto in funzione del grado di bianco e della presenza di venature. Infatti, il solo Bianco Chiaro Ordinario, estratto soprattutto nei bacini di Carrara, costituisce circa l'80-90% della produzione marmifera apuana. Alcune tra le varietà prodotte sono: Bianco Ordinario, Bianco Venato, Bianco P., Statuario (il più pregiato), Statuario Venato, Bianco Unito, Bianco Madielle, Bianco Ciresuola, Acquabianca, Biancospino, Piastraccia, Bianco Arni, Uliano Venato ed altre.

Alla base di esso si trovano i Bardigli suddivisi in diverse varietà (Bardiglio Chiaro, Bardiglio Scuro, Bardiglio Costa, Bardiglio Fiorito, Bardiglio Nuvolato, Bardiglio Cappella, Bardiglio Imperiale) caratterizzati da colore grigio più o meno scuro legato alla presenza di concentrazioni variabili di pirite microcristallina.

Altro livello produttivo di una certa importanza è quello dei Cipollini che sono marmi a fondo bianco sul quale spiccano fasce ad andamento da rettilineo ad ondulato e di colore generalmente verdognolo (per la presenza di clorite) che conferiscono a queste rocce ornamentali un aspetto simile alla struttura del bulbo di una cipolla da cui traggono il nome. I Cipollini derivano dal metamorfismo di calcari contenenti intercalazioni argilloso-marnose che hanno originato le fasce colorate. Alcune delle varietà coltivate sono: Cipollino Apuano, Zebrino.

Gli Arabescati ed i Calacatta con le loro diverse varietà sono altri marmi di buon effetto ornamentale; si tratta di brecce calcaree metamorfosate caratterizzate da clasti di colore bianco (Statuario) e venature di colore variabile da giallo a rosa a rosso cupo a grigio che risultano più fitte e nitide negli arabescati e più sfumate e rade nei calacatta. Diverse sono le varietà commerciali di questi marmi: Arabescato Corchia, Arabescato Cervaiole, Calacatta, Calacatta Rocchetta, Calacatta Vagli, Calacatta rosato Vagli.

### **BIANCHI**

Fra i Bianchi apuani, estratti soprattutto a Carrara ma presenti anche nel massese, nella Versilia e nella Garfagnana, tutti con struttura saccaroide e taluni caratterizzati da venature più o meno evidenti, sono presenti nella raccolta i seguenti tipi:

### BIANCO P.

Marmo a grana fine di colore bianco uniforme e privo di macchie o venature. Rappresenta il marmo apuano più pregiato e deve il suo nome a Puissant che ne valorizzo la coltivazione per la bianchezza superiore agli altri marmi. Attualmente viene estratto in prevalenza nei bacini del Massese.

### BIANCO ORDINARIO

Marmo a grana medio fine, ha fondo bianco perlaceo con tenui sfumature di colore grigio chiaro e venature grigie dovute alla concentrazione di pirite microcristallina. È il marmo apuano più comune.

### BIANCO VENATO

Marmo di aspetto simile al precedente da cui si differenzia solo per la presenza di abbondanti venature di colore grigio scuro (concentrazioni di pirite microcristallina).

### BIANCO CARRARA UNITO

Marmo a grana fine, di colore variabile da bianco a leggermente grigio-azzurrognolo.

### BIANCO CIRESUOLA

Marmo a grana fine, di colore bianco con evidenti sfumature di colore grigio chiaro.

### BIANCO MADIELLE

Marmo brecciato (breccia calcarea metamorfosata) a fondo bianco tendente al grigio pallido con venature grigie più scure.

### ULIANO VENATO

Marmo a fondo bianco-grigio con numerose venature grigie più scure.

### VENATO FANTASTICO

Marmo a fondo bianco con zone leggermente aurate e venature grigio scure.

### VENATO STATUARIO

### (STATUARIO VENATO DI CARRARA)

Marmo saccaroide a fondo bianco con venature da grigio chiaro a grigio scuro. Dotato di notevole compattezza, risulta particolarmente adatto all'impiego per opere scultoree e fu reso famoso da Michelangelo. Attualmente è disponibile in limitate quantità.

### **ARABESCATI E CALACATTA**

Marmi di aspetto brecciato presenti nella raccolta con le seguenti varietà:

### ARABESCATO

Marmo costituito da una breccia calcarea metamorfosata con clasti di marmo bianco puro e venature di cemento calcareo di colore grigio per la presenza di pirite microcristallina. La struttura è cristallina saccaroide Si estrae a Carrara

### ARABESCATO CORCHIA

Marmo simile a quello precedentemente descritto, le venature però sono di colore grigio-verde. Viene estratto nella zona del Monte Corchia sito nell'alta Versilia (Lucca).

CALACATTA ROSATO VAGLI

(CALACATA ROSATO VAGLI)

Marmo costituito da una breccia calcarea metamorfosata con clasti di colore bianco e delicate venature sfumate di cemento da rosa a rosso cupo. Viene coltivato a Vagli in provincia di Lucca.

CALACATTA ROCCHETTA

(CALACATA ROCCHETTA)

Marmo costituito da una breccia calcarea metamorfosata con clasti bianchi e rare venature sfumate di cemento grigio. Si estrae in provincia di Carrara.

### BARDIGLI

Vengono coltivati nel Carrarese, nel Massese, in Versilia; le varietà esposte sono:

**BARDIGLIETTO** 

(BARDIGLIETTO DI CARRARA)

Marmo a grana fine con fondo uniforme di colore grigio chiaro e venature grigio-scure. Ha struttura microcristallina saccaroide e costituisce l'ultimo livello della formazione marmifera.

**BARDIGLIO CHIARO** 

Marmo a grana fine, di colore leggermente grigio-azzurro con tenui sfumature chiare. Il colore grigio è dovuto alla presenza di pirite microcristallina. La struttura è microcristallina saccaroide.

BARDIGLIO NUVOLATO APUANO

(NUVOLATO DI CARRARA O NUVOLATO APUANO)

Marmo a grana fine o finissima, di colore grigio e caratterizzato da zone sfumate bianche donde il nome "nuvolato". Il colore grigio è legato alla presenza di pirite microcristallina. La struttura è cristallina microsaccaroide.

BARDIGLIO SCURO

Marmo a grana fine con tinta grigio-azzurrognola, leggere sfumature bianche e venature grigie molto scure. Ha struttura saccaroide.

BLEU VENATO D'ITALIA

Marmo di colore grigio-azzurrognolo scuro con macchie nere e venature grigio-scure.

### MARMI CIPOLLINI

ZEBRINO

(CIPOLLINO '900)

Marmo cipollino costituito da alternanze di livelli paralleli di colore bianco-giallastri con altri di colore grigio-verde che gli conferiscono, nel complesso, un aspetto zebrato. Il colore grigio-verde è dovuto a pirite microcristallna e clorite mentre la tonalità gialla è legata alla presenza di muscovite. Si estrae a Carrara.

### Marmi della Montagnola Senese

La Montagnola Senese è un rilievo lungo circa 14 Km e largo 7 Km che si erge qualche chilometro ad ovest di Siena tra argille e sabbie plioceniche. L'altitudine dei rilievi decresce da nord verso sud passando da quote di 670 metri a circa 500 metri sul livello del mare.

Numerose cave di marmo bianco, grigio e giallo con struttura saccaroide, sono impostate nei calcari cristallini della formazione metamorfica che caratterizza questo rilievo.

L'età di questi marmi, coevi di quelli apuani, è riferibile al Lias inferiore (Giurassico). Quelli della parte media e bassa della formazione sono di colore grigio e bianco, massicci e non molto fratturati mentre gli altri della parte superiore sono stratificati, di colore giallo via via più intenso procedendo verso l'alto e talvolta alternati ad intercalazioni di scisti argillosi di colore rosso cupo e viola. Presentano tutti una struttura cristallina saccaroide a grana molto fine e compatta.

Dal punto di vista commerciale si possono distinguere diverse varietà che indicate dell'alto verso il basso nella serie stratigrafica sono: Giallo Broccatello, Giallo Ocra o Giallo Unito (il tipico Giallo di Siena), Giallo Venato, Rosato tipo Convent, Giallo Avorio, Calacata, Bianco Arabescato, Grigio Perla o Silver Gray, Bardiglio.

Tra di esse le più quotate sono quelle di colore giallo genericamente indicate come "Marmi Gialli di Siena".

I nove tipi di marmo hanno una potenza complessiva di circa 100 metri ma in nessun affioramento è possibile osservarli tutti insieme. L'area di affioramento dei marmi copre una superficie di circa dieci chilometri quadrati. Purtroppo la produzione di queste rocce ornamentali ha incontrato difficoltà legate alla fratturazione delle bancate in blocchi informi generalmente di piccole dimensioni e quindi non adatti ad essere segati mediante telai multilame. Il basso rapporto materiale cavato/materiale di scarto risulta comunque vantaggioso per i produttori di granulati.

AVORIO DI SIENA

(GIALLO DI SIENA AVORIO)

Marmo a fondo bianco con chiazze gialle, presenta una grana finissima. La zona estrattiva è Montalcino (Siena).

CALACATTA DI SIENA

(CALACATA DI SIENA)

Marmo brecciato (breccia calcarea metamorfosata) a grana finissima; ha colore di fondo giallo chiaro con venature giallo-rossastre per la presenza di limonite. Si coltiva a Sovicelle presso Siena.

### GIALLO DI SIENA

Si tratta di un marmo a grana finissima con fondo giallo (legato alla presenza di limonite) e chiazze di varie tonalità cromatiche che vanno dal giallo pallido al giallo intenso.

GRIGIO PERLA DI SIENA

(SILVER GRAY)

Questo marmo ha un colore di fondo grigio-scuro con plaghe quasi nere e venature di cemento bianco. La grana e finissima. Viene estratto a Colle Val d'Elsa (Siena).

Sempre in provincia di Siena nel comune di Rapolano e più precisamente presso Serre di Rapolano si estrae l'omonimo Travertino nelle varietà chiara e scura; si tratta di un deposito calcareo continentale di origine chimica riferibile al Quaternario.

TRAVERTINO DI RAPOLANO CHIARO

Calcare microcristallino di ambiente continentale, con scarsa vacuolarità, di colore bianco-beige.

TRAVERTINO DI RAPOLANO NOCCIOLA

Simile alla precedente roccia ma di colore nocciola.

TRAVERTINO DI RAPOLANO SCURO

Calcare microcristallino di ambiente continentale di colore marrone, non presenta vacuoli ed è ben lucidabile.

Presso Manciano, in provincia di Grosseto, viene coltivata una calcarenite di buon effetto ornamentale nota come Pietra Dorata.

### PIETRA DORATA

Areniaria prevalentemente calcarea di colore beige con venature nocciola e marroni legate alla presenza di limonite. Ha struttura clastica ed è di età miocenica.

Appartengono alla tradizione marmifera toscana anche altre rocce ornamentali la maggior parte delle quali ormai non più coltivate ma comunque degne di essere menzionate: Alabastro orientale (Montalcino), Verde di Prato (roccia serpentinosa dell'omonima località), Rosso Amiata (calcare ammonitico), Portasanta (milonite), il Rosso e il Nero di Montieri, Graniti delle isole d'Elba e del Giglio, Alabastro gessoso di Volterra, ed altre.

In varie località toscane dalla formazione del flish denominata "Macigno" di età oligomiocenica vengono estratte arenarie quarzoso-feldpatiche, di colore variabile da grigio-verde a grigio-azzurro, a grigio-marrone note commercialmente col nome di Pietra Serena e Pietra Forte. Esse trovano impiego soprattutto per lastricature e scale esterne sia per la sua durezza che per una spiccata proprietà antisdrucciolevole.

### PIETRA SERENA

Arenaria di colore grigio-verde costituita prevalentemente da clasti quarzoso-feldspatici saldati da cemento calcareo. Viene coltivata in varie località della Toscana, soprattutto sulle colline di Fiesole (FI), ed è di età oligo-miocenica.

## **LAZIO**

### Lazio

Nel Lazio poche sono le pietre veramente atte all'uso ornamentale.

Per quanto concerne le rocce di origine vulcanica molto usato è il Peperino. Con questo termine si indicano alcune vulcaniti litoidi di colore dal grigio al rosato, di composizione ed aspetto talvolta notevolmente diverso pur essendo caratterizzate dalla presenza di numerosi e grossi inclusi di lava, di calcare e fenocristalli, immersi in una pasta di fondo vetrosa. Il Peperino nella sua giacitura risulta essere interessato da numerosi sistemi di fratture ad andamento sia orizzontale che sub-verticale che vanno a discapito del rapporto "materiale cavato"/"materiale di scarto".

I valori della produzione sono piuttosto elevati anche per la richiesta proveniente dai mercati esteri legata alla versatilità d'uso di questa roccia.

Il Peperino infatti costituisce un'eccellente pietra ornamentale e da costruzione di coerenza tale da rendere facile ogni tipo di lavoro e da garantire, nel tempo, una resistenza sufficiente perfino nel suo impiego nella pavimentazione stradale per la quale fornisce anche una spiccata proprietà antisdrucciolevole.

Inoltre, sin dalla più remota antichità, il Peperino venne usato come roccia ornamentale nei templi e nelle opere pubbliche sotto forma di colonne e capitelli ed anche nelle opere funerarie come è testimoniato dai sarcofagi etruschi risalenti agli albori di Roma. Testimonianze di impiego nel Viterbese sono rappresentate da: Palazzo Papale di Viterbo, Chiesa della Madonna della Quercia a Bagnaia, Palazzo Farnese a Capodimonte sul Lago di Bolsena.

Attualmente viene estratto in provincia di Viterbo ma fino ad una decina di anni fa veniva coltivato anche a Marino nella zona dei Colli Albani in provincia di Roma (Lapis Albanus).

Nel Viterbese, soprattutto a nord e ad est dell'apparato vulcanico del Monte Cimino, affiorano tre tipi di Peperino che rappresentano uno dei prodotti della passata attività vulcanica. Quello posto più in alto nella serie, denominato "peperino delle alture", a causa della sua scarsa resistenza non viene coltivato. Quello intermedio, il "peperino tipico", è attualmente coltivato su scala industriale ed è di colore generalmente grigio, passante lateralmente ad un litotipo meno frequente, di colore rosa. Infine, più in basso nella serie, affiora il "peperino inferiore", il più duro, più scuro degli altri, definito commercialmente "lava grigia" e anch'esso oggetto di coltivazione.

Altri materiali di origine vulcanica sfruttati nel Lazio come pietre da taglio, pavimentazioni e opere funerarie sono le lave (Basaltina, Tefrite grigia).

La Basaltina viene estratta da una colata lavica del settore orientale dell'Apparato Vulcanico Vulsino, parzialmente ricoperta da tufi, situata nella zona di Bagnoregio (VT). Diversamente da quanto suggerisce la denominazione commerciale, non è un basalto ma una tefrite leucititica. La colata si presenta molto fratturata e suddivisa in massi di diversa dimensione e qualità; inoltre, la presenza di una eccessiva bollosità (cavità di degassazione) può determinare, talvolta, la chiusura di una cava.

Sempre in provincia di Viterbo a Montebello di Tuscania viene saltuariamente coltivato il Basalto Tuscia una trachite di colore violaceo di cui negli anni '70 vennero cavati fino a 1800 metri cubi l'anno.

### PEPERINO GRIGIO

Ignimbrite quarzolatitica con fenocristalli di K-feldspato e plagiclasio zonato, frammenti lavici e calcarei immersi in una pasta di fondo vetrosa che costituisce circa il 50% della roccia. Ha colore grigio e struttura porfirica talvolta porfirico clastica. L'età è plio-pleistocenica.

### (PEPERINO ROSATO)

Analogo e coevo della precedente roccia ma di colore rosa. La coltivazione di questa roccia è limitata ad una ristretta zona tra gli abitati di Soriano al Cimino e Chia (VT).

### **BASALTINA**

Trachite leucititica di colore grigio scuro costituita prevalentemente da feldspati (sanidino e plagioclasio) e punteggiata da piccoli cristalli chiari di leucite e scuri di pirosseno e biotite. Ha struttura porfirica con fenocristalli rari e minuti. Presenta molte piccole cavità appiattite (vacuoli visibili nelle lastre tagliate controfalda) disposti secondo il piano di giacitura che ne consentono la suddivisibilità a spacco. Viene estratta a Ponzano località a sud ovest di Bagnoregio (VT). Ha struttura porfirica e risale al Pleistocene.

Nel Lazio fra i materiali lapidei domina il Travertino Romano. Si tratta di una roccia carbonatica sedimentaria continentale di origine chimica ed età quaternaria che per le sue caratteristiche meccaniche, per la sua facile lavorazione e per le sue condizioni di giacitura, è stata sempre oggetto di coltivazione fin da tempi antichi. La deposizione del travertino è avvenuta in un ambiente palustre, ricco di vegetali, per precipitazione chimica a partire da acque ricche in bicarbonato di calcio legate a manifestazioni sorgive del circuito idrotermale del vicino Vulcano Laziale (apparato vulcanico dei Colli Albani).

I giacimenti più importanti sono quelli di Tivoli (RM) da qui l'origine dell'antico nome di questa roccia (Lapis Tiburtinus). La zona estrattiva si sviluppa lungo una fascia tra Bagni di Tivoli e Guidonia (sulla destra del fiume Aniene).

Questa roccia ornamentale nel corso dei secoli ha sempre trovato un diffuso impiego nel settore edilizio come materiale da costruzione e da rivestimento in blocchi e lastre.

La maggior parte dei vecchi monumenti e palazzi del centro storico di Roma che ancora oggi sembrano sfidare i secoli, sono fatti di Travertino: Colosseo, Arco di Costantino, Basilica di S. Pietro, ecc.

Il Travertino Romano è, quindi, una roccia ornamentale particolarmente indicata per la realizzazione di rivestimenti esterni proprio in virtù della sua resistenza agli agenti atmosferici, rispetto ai quali ha anche la proprietà di mantenere immutato nel tempo il proprio aspetto.

Questa roccia ha colore variabile dal bianco al giallo paglierino al nocciola (Travertino Romano Chiaro, Travertino Romano Classico, Travertino Romano Scuro), può presentare fasce di colore più o meno diverso che ne evidenziano le varie fasi deposizionali (varietà "fasciata" o "oniciata"), ha una tipica struttura vacuolare e viene lavorata in diversi modi (segata in falda o controfalda, levigata e lasciata a poro aperto oppure stuccata e lucidata).

Nel 1999 la produzione di travertino è stata di circa 1.050.000 tonnellate.

Tra le varietà esistenti sono presenti nella raccolta del Museo:

### TRAVERTINO ROMANO CLASSICO

Roccia carbonatica di origine chimica, di colore bianco-avana con presenza di vacuoli generalmente numerosi ma talvolta scarsi (litotipi più compatti). Sono presenti impronte fossili soprattutto di vegetali anche se non mancano molluschi d'acqua dolce e mammiferi. Cronologicamente è riferibile al Pleistocene.

### TRAVERTINO ROMANO SCURO

Differisce dal precedente solo per il colore che è nocciola.

### TRAVERTINO ROMANO FASCIATO

Questo travertino è caratterizzato dalla presenza di alternanze di livelli deposizionali (fasce) di colore bianco a livelli di colore avana messi in risalto dal verso di taglio controfalda che conferisce alla roccia un piacevole effetto ornamentale.

Nel Lazio ci sono anche altri giacimenti di Travertino di più limitata estensione che sono stati, soprattutto in passato, oggetto di coltivazione per uso locale. Tali depositi sono ubicati nella piana Reatina, a Poggio Moiano, Fiano Romano, Monterotondo, Cisterna, Orte, Civitacastellana.

Fanno parte della storia estrattiva laziale anche altre pietre ornamentali, provenienti dalle formazioni sedimentarie mesozoico-terziarie, oggi non più coltivate; si tratta di calcari bianchi e rosa e di alabastri calcarei impiegati spesso solo a livello locale a causa delle limitate estensioni dei giacimenti o dell'intenso stato di fratturazione.

Tra di essi ricordiamo: la Pietra di Subiaco, quella di Capistrello, l'Alabastro calcareo di Tivoli, la Breccia di Cori, l'Alabastro del Circeo, il marmo di Cottanello, il Botticino Romano di Capranica Prenestina.

A questi fa eccezione il Perlato di Coreno attivamente coltivato e il cui centro produttivo di maggiore importanza è la zona di Coreno Ausonio (FR) nel settore orientale dei Monti Aurunci. Nel 1999 la produzione di questo calcare, proveniente da circa 60 cave, è stata di 350.000 tonnellate. Appartiene alla formazione geologica dei "Calcari a Briozoi e Litotamni" di età miocenica.

Viene commercializzato in diverse qualità denominate: Perlato Classico Chiaro, Perlato Classico Scuro, Mezza Perla, Nocciolato, Perlatino, Botticino, Perlato Royal.

### PERLATO DI CORENO

Calcirudite organogena di colore biancastro con presenza di fossili (briozoi, litotamni, pettinidi, echinodermi e microfossili). Ha struttura bioclastica ed età miocenica.

# **PUGLIA**

### Puglia

La costituzione geolitologica della Puglia interamente formata, se si eccettuano le manifestazioni filoniane di Punta delle Pietre Nere, da rocce sedimentarie calcaree, ha posto questa regione in una posizione di rilievo in campo nazionale ed internazionale per la produzione ed il commercio delle rocce calcaree.

L'attività estrattiva della regione vanta una buona tradizione, in riferimento sia alla coltivazione di pietre ornamentali che a quella di materiale da costruzione in genere (Tufo e Pietra Leccese).

L'impiego di materiali lapidei pregiati è documentato in Puglia fin dalla preistoria, basti citare i dolmen che si conservano ancora in alcune località. I materiali ornamentali del sottosuolo furono impiegati in età storica, specialmente dal Medioevo in poi, per costruire le stupende cattedrali romaniche e in molti edifici degni di nota di cui è costellata la regione. Comunque il fatto stesso che questi lapidei vengano chiamati "Pietre" testimonia come essi per molto tempo siano stati sottovalutati e quasi ignorati a livello industriale rispetto ad altri calcari simili come ad esempio quelli veneti di Chiampo denominati invece "Marmi". Soltanto nell'ultimo trentennio i lapidei ornamentali pugliesi hanno subito un notevole sviluppo commerciale determinato non soltanto dalla relativa facilità di estrazione che li rende economicamente competitivi ma anche in virtù del riconoscimento delle loro buone caratteristiche tecniche ed estetiche. Si tratta, infatti, di materiali con calde tonalità cromatiche di fondo da avorio a beige, suscettibili di buona lucidatura durevole nel tempo.

Dal punto di vista geologico la base della successione stratigrafica pugliese, che inizia con una formazione evaporitica (gessi ed anidriti con calcari), appartiene al Triassico superiore. Seguono a questa formazione calcari e dolomie giurassici costituenti il nucleo del promontorio del Gargano. La successione mesozoica si chiude con calcari cretacici ai quali è ascrivibile la maggior parte degli affioramenti del Gargano e delle Murge. Le pietre ornamentali provengono proprio calcari deposti in un mare piuttosto basso e prevalentemente riferibili al Cretacico inferiore.

Il Terziario è rappresentato da una formazione calcarea (detritico-organogena) poco estesa, di età paleogenica e affiorante lungo i bordi orientali del Gargano e del Salento; fanno seguito le calcareniti mioceniche note nel Salento col nome di Pietra Leccese. Chiude la serie stratigrafica una successione plio-pleistocenica comprendente calcareniti (dette localmente Tufo), sabbie e argille.

I principali centri di coltivazione delle rocce ornamentali sono ubicati sulle pendici nordoccidentali del Gargano (Pietra di Apricena) e sulle Murge settentrionali (pietra di Trani). Nel Salento, invece, non sono mai stati effettuati dei veri e propri sfruttamenti se si eccettuano episodiche coltivazioni di pur pregevoli "marmi".

I nomi commerciali con cui vengono denominate le rocce ornamentali pugliesi sono legati al colore (Biancone, Bronzetto, Gialletto), al contenuto in fossili (Cocciolato, Perlato, Picchiettato), alla presenza di stiloliti (Filetto Rosso) e ad una evidente laminazione (Serpeggiante, Ondagata, Filettato, Silvabella).

La maggior parte delle cave della Pietra di Apricena è ubicata tra Apricena e Poggio Imperiale (FG); un'altra zona dove, in tempi più recenti, è iniziata la coltivazione di tale pietra è quella di S. Giovanni Rotondo (FG). L'intera provincia di Foggia nell'anno 1999 ha fatto registrare una produzione di circa 800.000 tonnellate.

I giacimenti di questa pietra sono situati nella porzione medio-superiore della formazione geologica nota come "Calcari di Sannicandro".

L'andamento ben stratificato di questa roccia ornamentale consente di sfruttare le bancate con coefficienti di resa apprezzabili anche per l'ampiezza dello spessore delle bancate stesse.

Storicamente la valorizzazione dei giacimenti della Pietra di Apricena si può far coincidere con lo studio di Pilla del 1840 seguito da un successivo rapporto di F. Paltrinieri del 1867.

Le varietà con cui viene correntemente commercializzata questa roccia ornamentale sono: Biancone Apricena, Biancone di Poggio Imperiale, Bronzetto di Apricena, Biancone Filettato, Filetto Rosso Classico, Filetto Rosso Jonico, Filettato Righina, Fiorito Apricena, Fiorito Adriatico, Serpeggiante Classico, Silvabella Classico, Ondagata, Moganato, Tigrato ed altre.

Nella raccolta sono presenti le seguenti varietà:

### BIANCONE APRICENA

Calcare biancastro a grana fine, con frattura concoide, micritico, con presenza di intraclasti, pellets e bioclasti (foraminiferi, alghe calcaree, gasteropodi e lamellibranchi). Ha struttura clastica e sono presenti cavità primarie.

### BIANCONE FILETTATO

Calcare a grana fine, micritico, costituito da intraclasti, pellets e rari bioclasti; abbondanti le cavità di essiccamento. Sul fondo beige-avana spiccano stiloliti rossastre. La struttura è clastica.

### FILETTO ROSSO CLASSICO

Calcare pelmicritico a grana fine con pacchi di lamine stromatolitiche; le parti micritiche a pellets presentano strutture da essiccamento riempite da sparite. Sul fondo di colore beige risaltano molte stiloliti rosse. Ha struttura clastica a luoghi laminata.

### FIORITO ADRIATICO

Calcare biomicritico a grana fine con abbondanti bioclasti (foraminiferi, alghe calcaree, gasteropodi e lamellibranchi); sono presenti pellets, intraclasti e piccole cavità riempite da sparite. È di colore beigeavana con numerose stiloliti rossastre. L'aggettivo "fiorito" indica la presenza di abbondanti fossili di grandi dimensioni. La struttura è bioclastica.

### SERPEGGIANTE CLASSICO

Calcare pelmicritico a grana fine, costituito da lamine a pellets e lamine algali, intraclasti e bioclasti; presenza di plaghe calcitiche di ricristallizzazione Il fondo di colore beige-marroncino, presenta fitte laminazioni ondulate o serpeggianti da cui il nome. Ha struttura clastica laminata.

### SILVABELLA CLASSICO

Calcare stromatolitico leggermente dolomitizzato, a grana fine , costituito da una fitta alternanza di lamine algali, lamine a pellets e bioclasti ad andamento irregolare. Sul fondo beige-marroncino spiccano stiloliti rossastre. La struttura è laminata.

La coltivazione della Pietra di Trani, originariamente circoscritta ai dintorni di questa città in provincia di Bari, è andata progressivamente estendendosi a buona parte delle Murge settentrionali (Andria, Corato, Minervino sempre in provincia di Bari) e, localmente, in quelle centro-meridionali (Fasano in provincia di Brindisi). La produzione di rocce ornamentali della sola provincia di Bari nell'anno 1999 ha raggiunto le 200.000 tonnellate. Si tratta di calcari del Cretacico, con colori di fondo bianco-beige-avorio, compatti, ben lucidabili, adatti sia per usi esterni che interni. Le varietà classiche sono le seguenti: Bronzetto, Cocciolato, Fiorito, Perlato, Serpeggiante, Filettato. La recente attività estrattiva ha portato al lancio sul mercato di nuovi tipi di materiali che, sebbene vengano commercialmente indicati con la stessa denominazione delle varietà ormai classiche, mostrano spesso differenti caratteristiche.

Le varietà classiche presenti nel museo sono:

### TRANI BRONZETTO

Calcare pelmicritico a grana fine con lamine algali e lamine a pellets; sono presenti cavità di essiccamento occluse da cemento sparitico. Ha un colore di fondo beige-avana e struttura clastica.

### TRANI COCCIOLATO

### (TRANI LUMACATO)

Calcare biomicritico costituito in prevalenza da foraminiferi, gasteropodi, lamellibranchi, alghe calcaree; sono presenti pellets e plaghe sparitiche di ricristallizzazione. Sul fondo di colore avana spiccano le sezioni dei numerosi macrofossili. Ha struttura bioclastica.

### TRANI PERLATO

Calcare biopelmicritico, con resti di foraminiferi, gasteropodi, lamellibranchi, echinidi, coralli, briozoi ed alghe calcaree. Ha colore di fondo marrone chiaro e struttura bioclastica.

### TRANI SERPEGGIANTE

Calcare a grana fine con lamine algali alternate a lamine a pellets e bioclasti; sono presenti strutture da essiccamento. Il fondo presenta alternanze di fasce di colore nocciola a fasce di colore beige; spiccano alcune stiloliti rossastre. La struttura è bioclastica laminata.

Recentemente nella penisola salentina è stata valorizzata la coltivazione della Pietra del Salento, in passato limitata alla sola produzione di conci a forma di parallelepipedo destinati ad un impiego strutturale (ne costituisce un esempio l'architettura barocca leccese) ed oggi scavata anche in blocchi destinati alla produzione di lastre. Si tratta di una calcarenite del Miocene.

# **SARDEGNA**

### Sardegna

La Sardegna possiede una vasta gamma di rocce ornamentali molte delle quali purtroppo non vengono più coltivate.

Marmi, calcari, basalti, trachiti, porfidi e soprattutto graniti (i materiali più tipici dell'isola) costituiscono il patrimonio litologico sardo formato per circa 2/3 da rocce silicee.

La provincia con la più intensa attività estrattiva è quella di Sassari con circa 1.200.000 tonnellate seguita da quella di Nuoro con 200.000 tonnellate (dati riferiti all'anno 1999).

La produzione totale del comparto lapideo è consistente e costituisce circa il 16% di quella italiana arrivando al 50% come solo granito.

Riguardo quest'ultima roccia ornamentale la concentrazioni estrattive di più ampio rilievo sono localizzate nel Golfo di Orosei in provincia di Nuoro, nel bacino estrattivo del Goceano in provincia di Sassari (Buddusò, Nule, Ala dei Sardi) noto per la produzione di graniti grigi, in quello della Bassa ed Alta Gallura sempre in provincia di Sassari (Tempio Pausania, Calangianus, Aggius, Monte Limbara) dal quale si estraggono rispettivamente i graniti rosa e i ghiandoni.

I graniti sardi vengono commercializzati nelle seguenti varietà: Ghiandone, Rosa Nule, Rosa Limbara, Bianco Sardo, Rosa Beta, Grigio Malaga, Grigio Nuraghe, Giallo San Giacomo. Cronologicamente essi sono riferibili al magmatismo legato all'orogenesi ercinica attribuita al Carbonifero e presentano la tipica struttura cristallina granulare ipidiomorfa con tessitura isotropa.

Per le sue elevate caratteristiche tecniche che ne fanno una roccia di indiscussa qualità, il granito viene utilizzato come pietra ornamentale fin da tempi antichi sia nell'isola che fuori (ne sono esempi le colonne del Pantheon e la base della Statua della Libertà di New York).

Le facies più apprezzate sono quelle a grana grossa con grossi cristalli di feldspato ("ghiandoni") mentre la qualità più estratta è quella "rosa" con il 55% della produzione.

Oltre ai graniti vengono estratti altri tipi di rocce ignee sia intrusive che effusive quali: Dioriti, Lamprofiri, Andesiti Nere di Bosa, Trachiti di Alghero.

### GRANITO GHIANDONE

Granito ghiandolare caratterizzato dalla presenza di grossi cristalli di ortoclasio rosa "ghiande" su un colore di fondo grigio. Ha grana grossolana e viene estratto a Tempio Pausania (SS).

### GRANITO GRIGIO NURAGHE

Granito grigio a grana media. Si estrae nella zona della Gallura (SS).

### GRANITO GRIGIO PERLATO

Granito grigio con cristalli di ortoclasio di discrete dimensioni; si estrae nella provincia di Sassari.

### GRANITO ROSA LIMBARA

Granito ghiandolare caratterizzato dalla presenza di grossi cristalli di ortoclasio rosa su un colore di fondo grigio. Ha grana grossolana e viene estratto a Monte Limbara a sud est di Tempio Pausania (SS).

### GRANITO ROSA NULE

Granito a grana media, di colore rosa. Si coltiva a Tempio Pausania, S. Francesco e Nule (SS).

### GRANITO ROSA NURAGHE

Granito di colore grigio con tenui sfumature rosate. Ha grana media e si estrae a Nuraghe, Tempio Pausania (SS).

#### GRANITO ROSA BETA

Granito di colore grigio con tenui sfumature rosate (cristalli di ortoclasio). Viene coltivato a Tempio Pausania (SS).

### DIORITE SARDA

Diorite di colore grigio scuro. Probabilmente proviene da Tempio Pausania.

#### LAMPROFIRO

Lamprofiro di età paleozoica con fenocristalli di plagioclasio e anfibolo, presenta colore grigio scuro. Ha struttura porfirica olocristallina. La zona estrattiva è Tempio Pausania.

### PORFIDO ROSSO

In realtà si tratta di una riolite di colore rosa con fenocristalli di quarzo e feldspato potassico.

Anche altre zone della Sardegna presentano interessanti potenzialità giacimentologiche di pietre ornamentali alcune delle quali sfruttate in passato ed altre ancora coltivate. A tal proposito si possono citare i Marmi della Barbagia (Marmi di Asuni), la cui genesi termometamorfica deve essere ricondotta ai suddetti graniti con i quali le rocce calcaree sono venute a contatto, i Calcari di Orosei dai quali si estrae il Biancone Tirreno ed il Daino con le sue diverse varietà (Chiaro, Rosa, Venato), le formazioni cambriche del Sulcis-Iglesiente dalle quali si estraeva il Rosso S. Angelo, il Verde Tirreno di Sarule, le Andesiti Nere di Bosa e, infine, le Trachiti del Campidano.

### BIANCONE TIRRENO

Calcare del Giurassico con alternanze di livelli micritici di colore avana e livelli più chiari; presenta clasti, bioclasti ed ooliti. Ha struttura clastica e si estrae ad Orosei.

### **BLEU SARDEGNA**

Calcare fossilifero di colore grigio scuro con chiazze nere e venature di calcite bianca. Ha struttura clastica.

### DAINO ROSA

Calcare fossilifero di colore beige con zone più chiare ed altre tendenti al nocciola. Ha struttura bioclastica ed è cronologicamente riferibile al Mesozoico. Si coltiva ad Orosei.

### ROSSO S. ANGELO

Marmo costituito da una milonite (breccia tettonica) di colore variabile dal rosso mattone al rosato, presenta numerose vene e chiazze di calcite bianca. La struttura è milonitica, risale al Cambriano e si estraeva nei pressi dell'omonimo abitato tra Fluminimaggiore ed Iglesias (CA).

### URI SCURO

Calcare marnoso di colore marrone con struttura clastica. Proviene da Uri (SS) e risale al Triassico superiore.

### VERDE TIRRENO

Marmo di colore grigio con numerose venature parallele di colore grigio scuro; ha struttura cristallina saccaroide, risale al Siluriano e si estrae a Sarule (NU).

# **SICILIA**

### **Sicilia**

L'industria siciliana delle pietre ornamentali occupa una posizione di notevole rilievo non solo nell'ambito dell'economia regionale, ma anche in quello dell'economia nazionale dove raggiunge l'8% circa della produzione italiana. Storicamente l'uso dei "marmi" siciliani è esemplificato dalle magnifiche cattedrali volute dalla monarchia normanna (pavimento della cattedrale di Monreale realizzato col Rosso di S. Vito).

I nuclei produttivi più importanti sono localizzati nelle province di Messina, Palermo e soprattutto Trapani che da sola, con un'estrazione di circa 890.000 tonnellate di rocce ornamentali (anno 1999), esprime circa l'85% della produzione lapidea siciliana.

Vasto ed articolato risulta il bacino estrattivo trapanese nel quale la zona di più intenso sfruttamento si trova nella sua parte più settentrionale dove raggiunge un'estensione imponente. Essa nella parte sud va da Monte Sparagio fino a Custonaci (dove si ha la maggior concentrazione di cave) e ad Erice mentre più a nord occupa tutto il promontorio di S. Vito Lo Capo.

In questa zona appare, quasi completamente, tutta la serie calcarea mesozoica della Sicilia dalla quale si cavano varie rocce ornamentali: Botticino di Sicilia, Perlato di Sicilia, Perlatino, Spuma di Mare, Rosso S. Vito, Grigio S. Vito, Brecciato, Libeccio, Avorio Venato, ed altre di più recente coltivazione (Mediterranean Ivory, Sicilian Cream, Green Wave).

Custonaci per la sua attività estrattiva può essere considerata la capitale del "marmo" siciliano. Qui attualmente si estraggono calcari del Cretacico, da tempo apprezzati sia in Italia che all'estero, commercialmente noti come Perlato di Sicilia con le sue varietà Botticino di Sicilia, Perlatino, Avorio venato e Onice filettato. Proprio il Perlato di Sicilia rappresenta, dopo il Bianco di Carrara, la roccia ornamentale di maggior produzione ed esportazione.

### PERLATO DI SICILIA

Calcare molto compatto, fossilifero (orbitoline e rudiste), di colore avorio chiaro arabescato in marrone in corrispondenza dei fossili, con chiazze di calcite bianca. Ha struttura bioclastica e si estrae a Custonaci (TP).

È molto apprezzato anche all'estero; ne è un esempio il Teatro Nazionale a Washington interamente rivestito con questa roccia.

### BOTTICINO DI SICILIA

Calcare compatto di colore bianco-beige piuttosto uniforme con stiloliti giallastre e radi fossili. La struttura è clastica e si estrae a Custonaci (TP).

### BRECCIA SICILIANA

Breccia eterometrica prevalentemente calcarea di colore bianco-avana con qualche clasto di colore verde e rosso. Ha struttura clastica e proviene da Custonaci (TP).

Presso la zona di S. Vito lo Capo, ancora in provincia di Trapani, si estrae una roccia ornamentale nota come Spuma di Mare:

### SPUMA DI MARE

Calcare organogeno di colore grigio-avana con fossili bianchi. Ha struttura bioclastica ed età cretacica.

In Sicilia esistono anche altri bacini estrattivi di minore importanza quali: Castellammare, Alcamo, Marettimo, Castronovo, Bellolampo. In particolare sui monti della Conca d'Oro ad ovest di Palermo presso Billiemi si coltivano calcari piuttosto duri, compatti e ben lucidabili denominati

Pietra di Billiemi o Grigio di Billiemi. Questa roccia ornamentale viene utilizzata in Sicilia fino dall'anno 1000 e ne sono testimonianza gli edifici religiosi e civili della Palermo vecchia; comunque, la Pietra di Billiemi è stata impiegata anche all'estero (Museo di Berlino, pavimentazione del Duomo di Monaco).

### PIETRA DI BILLIEMI

### (GRIGIO DI BILLIEMI)

Breccia calcarea eterometrica di colore grigio-scuro dovuto a pigmenti carboniosi; presenta chiazze di colore variabile da grigio-chiaro a bianco. Risale al Giurassico ed ha struttura clastica.

Appartengono alla tradizione lapidea siciliana varie rocce ornamentali praticamente scomparse dal commercio per esaurimento dei giacimenti o per difficoltà estrattive che comunque vale la pena ricordare poiché ancora presenti negli edifici storici delle città.

Per la provincia di Palermo citiamo il Rosso Kumeta, calcare di colore rosso sangue con venature più scure oppure di calcite bianca, la Breccia rosso-bianca di Piana degli Albanesi, uno dei calcari maggiormente utilizzati a scopo ornamentale e i calcari gialli a tinta unita del bacino di Castronovo.

Nella provincia di Agrigento ricordiamo il Perlato di Cammarata, il Brecciato S. Crispino e l'Avorio Venato di Cammarata.

Nell'area trapanese si coltivavano il Rosso di Castellammare, calcare rosso cupo simile al Rosso di Verona, la Pietra dell'Argenteria, il Grigio di trapani, il Grigio Ericino, il Nero Ericino, il Rosso Vivo, il Nero di Marettimo ed, infine, il Travertino di Alcamo.

La provincia di Messina produceva lapidei rossi e grigi quali: Rosso Reale, Grigio Reale, Rosso S. Agata, Rosso S. Marco, Grigio S. Marco, Grigio di Mirto, Rosso Antico di Sicilia.

# SEZIONE SECONDA "ROCCE MINERALIZZATE"

# ROCCE E MINERALI D'INTERESSE INDUSTRIALE

### ROCCE E MINERALI D'INTERESSE INDUSTRIALE

In una vetrina del Museo sono esposte rocce e minerali non metalliferi ma comunque di notevole interesse per l'industria.

Dal punto di vista genetico essi appartengono a diversi tipi di giacimenti: idrotermali, sedimentari, metamorfici, vulcanici.

Vengono di seguito riportate informazioni sulla composizione chimica, località di provenienza, tipo di giacimento e modalità di utilizzo di queste rocce e minerali.

1 - TALCO 
$$Mg_3 [ (OH)_2 Si_4O_{10} ]$$

Minerale di origine metamorfica, proviene da Orani (Sardegna); le rocce incassanti sono graniti e migmatiti. Viene adoperato nell'industria tessile, dei cosmetici, dei coloranti, della carta e della gomma.

### 2 - PERLITE

Si tratta di una riolite, roccia legata ad un vulcanismo acido e proviene dalla Turchia. È usata come coibente leggero nell'edilizia.

### 3 – BARITE BaSO<sub>4</sub>

Il campione proviene dalla zona di Tarquinia (Lazio) ove il giacimento si trova incassato in argille e calcari marnosi. Principale minerale per l'estrazione del bario, è utilizzato anche nell'industria della carta, della gomma e come additivo nei fanghi di perforazione.

### 82 – BARITE BaSO<sub>4</sub>

Questa barite proviene dalla miniera di Barega (Iglesias, Sardegna) ove giace incassata in ammassi nel calcare del Cambriano localmente intensamente trasformato in dolomia ankeritica. Negli anni '70 questa miniera produceva circa 1/8 della barite prodotta in Europa.

### 4 - MAGNESITE Mg CO<sub>3</sub>

Minerale originatosi per descensum; proviene dall'Eubea (Grecia) e la roccia incassante è una dunite (serpentinite). Viene impiegata nell'industria farmaceutica, della carta e nella produzione di refrattari per alte temperature.

### 5 – FARINA FOSSILE

Roccia sedimentaria organogena, silicea, di ambiente lacustre proveniente dal Lazio, le rocce incassanti sono vulcaniti alcaline. Normalmente utilizzata come abrasivo per lucidare metalli teneri, per depurare e decolorare liquidi e nell'industria degli esplosivi.

### 6 - LEGNO FOSSILE

Legno fossilizzato proveniente da San Juan (Argentina) dove giace inglobato in argille mesozoiche.

### 7 – LIGNITE

Roccia sedimentaria organogena costituita prevalentemente da carbonio. Proviene dall'Albania ed è impiegata come combustibile fossile.

### 8 - ANTRACITE

Roccia sedimentaria organogena costituita quasi esclusivamente da carbonio proviene dalla Slesia settentrionale ed è impiegata come combustibile fossile di gran pregio.

### 9 - SALI DI MAGNESIO E POTASSIO

Il campione esposto fa parte della serie evaporitica del Triassico e proviene dal grande bacino estrattivo della Slesia (Polonia meridionale). In questa regione si trova la miniera di Wielicka, museo sotterraneo con saloni e chiese costruite con gesso e salgemma.

Minerale sedimentario evaporitico importante nell'edilizia per la realizzazione di gesso da presa e stucco, impiegato anche come fondente ceramico. Il campione proviene dalla zona di Manciano (Toscana meridionale).

$$11 - GESSO$$
 Ca  $(SO)_4 \cdot 2H_2O$ 

Minerale sedimentario evaporitico, la roccia incassante è una dolomia e proviene da Valona (Albania).

$$12 - ZOLFO$$
 (S)

Questo campione appartiene ad un giacimento di origine idrotermale. Proviene da Mirdita (Albania) e la roccia incassante è un filone quarzoso. Trova impiego nella produzione di acido solforico, di fertilizzanti, di anticrittogamici e di esplosivi.

$$13 - BAUXITE$$
  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ 

Roccia sedimentaria residuale composta da idrossidi di alluminio. La roccia incassante è un calcare e proviene dall'Ungheria. È importante per l'estrazione dell'alluminio e per la preparazione di refrattari.

$$14 - BAUXITE$$
  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ 

Analoga alla precedente bauxite ma proveniente da Olmedo in Sardegna. La roccia incassante è il calcare mesozoico della Nurra (Sardegna nord-occidentale).

$$74 - BAUXITE$$
  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ 

Proviene da Eleuthis in Grecia.

Il campione esposto proviene da un giacimento idrotermale sito nei pressi di Viterbo (Lazio). Trova impiego nella preparazione degli acciai, leghe e vernici. La roccia incassante è costituita da vulcaniti alcaline

Minerale di origine idrotermale proveniente da La Traversa Firenzuola (Toscana). È importante nella preparazione dell'acido fluoridrico, nell'industria ottica e ceramica.

Simile al precedente campione ma di incerta provenienza.

Tipico minerale di origine evaporitica proviene dalla zona di Petralia (Enna, Sicilia). Viene impiegato nell'industria chimica per la preparazione dell'acido cloridrico, della soda e del sodio metallico. Importante è l'uso nell'alimentazione umana e nell'industria conserviera.

76 – TRONA  $Na_2(CO_3) \cdot Na(HCO_3) \cdot 2H_2O$ 

Carbonato di origine evaporitica della Green River Mine, Wyoming (USA). Minerale importante per l'estrazione della soda.

79 - ALBITITE  $Na[AlSi_3O_8]$   $SiO_2$ 

Il campione proviene da Orani (Sardegna) ed è composto da Albite (feldspato sodico) e Quarzo. Trova impiego nell'industria della ceramica soprattutto per la realizzazione di sanitari di colore bianco. Sono esposti anche dei provini di fusione per la determinazione del grado di bianco.

81 – CAOLINO, FELDSPATI, QUARZO Al<sub>2</sub> Si<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub> Na[AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>] SiO<sub>2</sub>

Sabbia debolmente cementata costituita da caolino, feldspati e quarzo, minerali utili nell'industria della ceramica, della porcellana, del vetro. Il campione proviene da Florinas in provincia di Sassari (Sardegna).

83 - CAOLINO  $Al_2 Si_2O_5(OH)_4$ 

Il campione esposto proviene dalla Cornovaglia (Inghilterra) tra i primi produttori di questo minerale in Europa ed è il risultato dell'alterazione dell'Ortoclasio (K-felspato) presente nei graniti di questa regione. Rappresenta l'argilla più povera in silice e si forma ad opera di fluidi di diversa origine (idrotermali, meteorici, misti) che alterano i feldspati presenti nelle rocce ignee (Ortoclasio, Plagioclasi). Le condizioni ambientali per la formazione del Caolino supergenico sono quelle di un elevato drenaggio, ambiente abbastanza acido e temperature elevate. Il Caolino è un minerale importante per l'industria della ceramica, della carta e della gomma.

84 - CAOLINO  $Al_2 Si_2O_5(OH)_4$ 

Il minerale proviene dall'Angola meridionale (Cunene) dove il Caolino si è formato per alterazione dei plagioclasi calcici (Anortite) presenti nel complesso basico denominato "Anortosite del Cunene".

GIACIMENTI	VULCANO -	- SEDIMENTARI

# GIACIMENTI VULCANO - SEDIMENTARI

Sono giacimenti legati a fluidi vulcanici ricchi di metalli che vengono catturati e concentrati in bacini sedimentari i quali conferiscono alla mineralizzazione le caratteristiche strutturali dei sedimenti stessi che li inglobano.

Questi depositi di minerali in genere sono definiti stratabound in quanto risultano confinati in una singola unità stratigrafica.

Un esempio attuale di giacimenti vulcano-sedimentari è costituito dalla deposizione di solfuri metallici da sorgenti di acque salmastre calde nelle fosse del Mar Rosso lungo una zona di rift.

Un esempio del passato geologico è la grande cintura piritica della penisola iberica meridionale (giacimenti di solfuri misti di Rio Tinto, Azanacollar, Neves Corvo).

20 - PIRITE, CALCOPIRITE  $FeS_2$ , CuFeS<sub>2</sub>

Questi solfuri provengono da giacimenti vulcanogenici della zona di Mirtida in Albania ove sono incassati in rocce costituite da diabase-spilite-keratofiro. Sono minerali utilizzati per l'industria chimica (la pirite) e per l'estrazione del rame (la calcopirite).

21 – PENTLANDITE FeNiS

Minerale originatosi in giacimenti magmatici ultrabasici. Proviene da Pocradec in Albania e la roccia incassante è una dunite.

22 – CALCOPIRITE CuFeS<sub>2</sub>

Il campione proviene da un giacimento vulcano-sedimentario della zona di Kukes (Albania) ove la roccia incassante è un diabase. La calcopirite è importante per l'estrazione del rame.

26 – CALCOPIRITE CuFeS<sub>2</sub>

Il campione proviene da un giacimento vulcano-sedimentario della zona di Morgul in Turchia. La roccia incassante è costituita da vulcaniti calco-alcaline. Minerale importante per l'estrazione del rame.

71 – CALCOPIRITE CuFeS<sub>2</sub>

Il campione proviene da Funtana Rapinosa (Gadoni, Sardegna centrale) giacimento vulcano-sedimentare stratiforme. Minerale importante per l'estrazione del rame.

23 – CINABRO HgS

Solfuro vulcano-sedimentario della zona di Almaden in Spagna ove si rinviene incassato in scisti e quarziti. È il più importante minerale industriale per l'estrazione del mercurio essendo l'elemento nativo molto raro.

24 – MERCURIO NATIVO (Hg)

Il campione proviene sempre dalla zona di Almaden (Spagna); le rocce incassanti sono rappresentate da scisti e quarziti. Essendo l'unico minerale liquido a temperatura ambiente il mercurio si presenta sotto forma di minute goccioline che impregnano la roccia.

25 - SOLFURI MASSIVI FeS<sub>2</sub> CuFeS<sub>2</sub>

Questi solfuri vulcano-sedimentari fanno parte dei giacimenti della cintura piritica della penisola Iberica meridionale (Azanacollar). Qui i minerali si rinvengono incassati in scisti, arenarie e tufiti e sono importanti per l'estrazione di numerosi metalli tra cui il rame, lo zinco, il piombo, l'argento, l'oro ed altri.

27 – SOLFURI MASSIVI ZnS FeS<sub>2</sub> CuFeS<sub>2</sub>

Questi solfuri vulcano-sedimentari fanno parte dei giacimenti della cintura piritica della penisola Iberica meridionale (Azanacollar). Qui i minerali si rinvengono incassati in scisti, arenarie e tufiti e sono importanti per l'estrazione del rame e dello zinco.

29 – BLENDA, MAGNETITE ZnS Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Minerali appartenenti al giacimento vulcano-sedimentario di Funtana Raminosa in Sardegna. Qui la mineralizzazione si rinviene incassata in tufiti. La blenda e la magnetite rappresentano i più importanti minerali per l'estrazione rispettivamente dello zinco e del ferro.

72 – BLENDA, CALCOPIRITE ZnS CuFeS

Altro campione proveniente dal giacimento di Funtana Raminosa.

# GIACIMENTI IDROTERMALI E PORPHYRY COPPERS

# GIACIMENTI IDROTERMALI

Si tratta di giacimenti nei quali la deposizione dei minerali avviene nel sottosuolo a partire da soluzioni acquose calde e mineralizzate di origine magmatica, metamorfica, meteorica, marina.

In base alla temperatura e pressione (profondità nel sottosuolo) dei fluidi che hanno originato i depositi minerari questi giacimenti vengono suddivisi in:

IPOTERMALI 300°C< T <400°C

MESOTERMALI 150°C< T <300°C

EPITERMALI 50°C < T <150°C

I solfuri metallici idrotermali più comuni sono: pirite, calcopirite, blenda, galena, calcocite, stibina, argentite, etc..

I fluidi idrotermali risalendo subiscono una diminuzione di temperatura e pressione che unitamente al cambiamento di ambiente chimico causano la precipitazione dei minerali in essi disciolti entro rocce porose permeabili o entro sistemi di fratture.

In tal modo si originano sia giacimenti d'impregnazione, in cui la mineralizzazione è diffusa nella roccia, sia giacimenti filoniani ove il minerale si è deposto entro grandi fratture.

I fluidi caldi e mineralizzati producono anche alterazioni delle rocce incassanti con cui vengono a contatto dando origine a giacimenti di sostituzione (metasomatismo).

E ragionevole pensare che alcune sorgenti calde superficiali possano rappresentare manifestazioni di sottostanti sistemi epitermali così come alcuni fluidi idrotermali sono costituiti da acque meteoriche riscaldate da gradienti geotermici positivi.

17 - TORBERNITE Cu (UO<sub>2</sub>) (PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>  $10H_2O$ 

Fosfato di uranio proveniente dal giacimento idrotermale di Urgerica (Porto, Portogallo) incassato in rocce granitiche. Minerale di uranio abbastanza importante.

30 – MOLIBDENITE, WOLFRAMITE MoS<sub>2</sub> (Fe, Mn) WO<sub>4</sub>

Minerali appartenenti al giacimento pneumatolitico-idrotermale di Perda Maiore in Sardegna dove si rinvengono incassati in rocce granitoidi. Sono i maggiori minerali per l'estrazione del Molibdeno (impiegato in leghe speciali ed anche come lubrificante secco) e del tungsteno (usato per filamenti di lampade e come carburo in utensili per perforazione per la sua difficile fusibilità).

31 - ARGENTITE Ag<sub>2</sub>S

Minerale di origine idrotermale proveniente dal giacimento di Mina La Torre (Messico). La roccia incassante è una roccia vulcanica di tipo andesitico. È il principale minerale per l'estrazione dell'argento.

32 e 33 - SOLFURI MASSIVI FeS<sub>2</sub> CuS CuFeS<sub>2</sub>

Questi solfuri provengono dal giacimento filoniano di Campiano in Toscana dove la mineralizzazione è incassata in calcari ed evaporiti. Sono importanti per l'industria chimica (produzione dell'acido solforico) e per l'estrazione del rame.

34 - STIBINA  $Sb_2S_3$ 

Campione appartenente al giacimento idrotermale della miniera Tafone presso Manciano (Toscana meridionale). La roccia incassante e costituita dal "Calcare Cavernoso" del Triassico. La stibina (o antimonite) è il principale minerale per l'estrazione dell'antimonio usato per leghe metalliche, batterie elettriche, industria pirotecnica, vernici, ritardanti di fiamma etc..

37 – GALENA, FLUORITE PbS Ca F<sub>2</sub>

Minerali di origine idrotermale provenienti da giacimenti della zona di Allumiere-Tolfa nel Lazio. Le rocce incassanti sono costituite da calcari e calcari marnosi.

78 – SOLFURI MISTI CON ARGENTO PbS ZnS FeS<sub>2</sub>

Roccia mineralizzata proveniente dal giacimento idrotermale della miniera Tasca in Messico.

# GIACIMENTI PORPHYRY COPPERS

La caratteristica di questi giacimenti è quella di contenere minerali di rame (essenzialmente calcopirite) e pirite (con accessori Au, Mo, Ag, Pb, Zn) disseminati nella roccia che generalmente è una monzonite, quarzo-monzonite o una diorite.

Di solito i cristalli di calcopirite e pirite sono molto piccoli e il tenore in rame è mediamente compreso tra l'1% e il 5%.

Talvolta alla mineralizzazione diffusa nella roccia si possono associare reticoli di vene mineralizzate con rame, di spessore variabile da qualche millimetro a qualche centimetro e corpi lenticolari che uscendo dalla roccia magmatica penetrano in quella incassante. Queste vene e lenti, che possono avere tenori in rame di qualche unità per cento, innalzano la concentrazione totale del giacimento.

Un'altra caratteristica dei porphyry coppers (rame porfirico) è l'intensa silicizzazione e alterazione della roccia che sta attorno alla mineralizzazione cuproso-piritifera.

Riguardo la genesi di questi giacimenti che vengono considerati mesotermali è stato osservato che sono localizzati sempre nelle zone apicali dei batoliti.

Questo dato suggerisce che a partire da una massa magmatica ad elevato tenore in rame, insediatasi nella parte alta della litosfera e caratterizzata morfologicamente da zone alte "apici" e zone basse "avvallamenti", sia iniziata la consolidazione della parte litoide mentre i metalli, concentratisi nei fluidi residuali più leggeri, sarebbero risaliti verso le zone apicali proseguendo anche nelle fratture e cavità delle rocce incassanti.

### 54 – CALCOPIRITE CuFeS<sub>2</sub>

Questo solfuro proviene da un giacimento porphyry copper (idrotermale) della zona di Kalmakyr in Uzbekistan. La roccia incassante è costituita da una granodiorite ercinica. Minerale importante per l'estrazione del rame.

### 55 - MOLIBDENITE $MoS_2$

Minerale appartenente al giacimento porphyry-Mo (idrotermale) di Bivongi in Calabria dove si rinviene incassato in granito. È il maggiore minerale per l'estrazione del Molibdeno (impiegato in leghe speciali ed anche come lubrificante secco).

#### 69 - PORPHYRY COPPER ERCINICO

Il campione proviene da un giacimento porphyry copper (idrotermale) incassato in rocce granitoidi della Sardegna centrale.

CIA CIMENITI	VIIDEEDCII	UEEED E /	SDAMIEEDI
GIACIMENTI	KUPFEKSH	IEFEK E (	KUMIFEKI

### GIACIMENTI KUPFERSCHIEFER

Si tratta di giacimenti di solfuri metallici, stratiformi, inclusi in rocce sedimentarie clastiche.

Il Kupferschiefer del Nord Europa è costituito da un banco di argillite bituminoso-calcarea (scisti neri del Permiano), mineralizzato, avente uno spessore di solo 60 centimetri ma un'estensione che va dall'Inghilterra settentrionale alla Polonia attraverso i Paesi Bassi e la Germania.

Si tratta di una mineralizzazione diffusa nella roccia e non concentrata in siti particolari; sebbene lo spessore del banco sia inferiore al metro bisogna considerare che la sua estensione areale è dell'ordine delle migliaia di chilometri quadrati. I minerali presenti sono costituiti da solfuri metallici: calcocite, calcopirite, blenda, galena, pirite; il rame è il prodotto più importante rappresentando il 3% del tenore mineralizzato.

Dal punto di vista paleoambientale sembra corrispondere ad un lungo braccio di mare poco profondo con acque stagnanti e poco ossigenate. Qui la decomposizione di resti organici unita all'azione di batteri anaerobi capaci di ridurre i solfati contenuti nelle acque salate generando  $H_2S$  avrebbe dato vita ad un ambiente fortemente riducente (euxinico) favorendo la precipitazione di ioni metallici in soluzione.

Questa origine sedimentaria e singenetica dei depositi metalliferi pone però il problema dell'origine dei metalli.

Un'altra ipotesi per spiegare l'origine di queste mineralizzazioni è quella esalativo-sedimentaria secondo la quale i metalli sarebbero stati forniti da sorgenti vulcaniche sottomarine, precipitando poi in seguito a condizioni ambientali riducenti. Questa ipotesi sembra trovare conferma nella scoperta dell'attuale deposizione di solfuri nelle fosse del Mar Rosso.

Tipici giacimenti kupferschiefer, oltre a quelli tedeschi ormai esauriti, sono quelli di Lubin nella Polonia meridionale (maggior produttore di Cu d'Europa) e quelli della provincia metallogenica con la più alta concentrazione al mondo di rame stratiforme denominata "Zambian Copper Belt" e localizzata nello Zambia (Africa centrale). In quest'ultima regione la mineralizzazione interessa scisti piegati del Proterozoico all'interno dei quali i livelli mineralizzati seguono esattamente l'andamento delle pieghe e dei piani di clivaggio della roccia.

35 – PIRITE, BLENDA, CALCOPIRITE FeS<sub>2</sub> ZnS CuFeS<sub>2</sub>

Solfuri appartenenti al giacimento kupferschiefer della Slesia (Polonia). Qui la mineralizzazione si rinviene incassata in scisti ed arenarie. Da questi minerali si estraggono zinco, rame ed altri metalli con tenori più bassi.

36 - CALCOCITE  $Cu_2S$ 

Campione proveniente da un giacimento kupferschiefer della zona di Lubin (Polonia). Le rocce incassanti sono costituite da scisti, arenarie e dolomie. La calcocite è un importante minerale del rame.

53 – CALCOPIRITE CuFeS<sub>2</sub>

Importante minerale per l'estrazione del rame che fa parte di un giacimento kupferschiefer (Zambian Copper Belt) dell'area di Nchanga nello Zambia (Africa) dove si rinviene incassato in scisti del Proterozoico.

87 – CALCOPIRITE CuFeS<sub>2</sub>

Altro campione proveniente dalla miniera Nchanga mine (open pit) dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa). La mineralizzazione di rame risulta disseminata all'interno di un orizzonte di colore nero.

88 – MALACHITE E AZZURRITE

CuCO<sub>3</sub>· Cu(OH)<sub>2</sub>

2CuCO<sub>3</sub>· Cu(OH)<sub>2</sub>

Sempre proveniente dalla miniera Nchanga mine (open pit) dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa) questo campione è costituito da minerali formatisi per ossidazione della calcopirite.

89 – CALCOPIRITE

CuFeS<sub>2</sub>

Minerale appartenente al giacimento della miniera di Nkana (pozzo centrale) dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa).

90 - CALCOPIRITE

CuFeS<sub>2</sub>

Calcopirite listata della miniera Chambishi dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa). La mineralizzazione segue l'andamento delle pieghe e del clivaggio degli scisti ed arenarie nei quali è concentrata.

91 - MALACHITE

CuCO<sub>3</sub>· Cu(OH)<sub>2</sub>

Campione sempre appartenente alla miniera Chambishi dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa); è costituito da ossidi di rame interstratificati originatisi a seguito dell'ossidazione della calcopirite.

92 - CALCOPIRITE

CuFeS<sub>2</sub>

Calcopirite proveniente da un sondaggio della miniera Konkola sempre dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa).

93 – CALCOPIRITE

CuFeS2

Calcopirite diffusa in quarzite appartenente alla miniera Mufulira dello Zambian Copper Belt (Zambia, Africa).

# GIACIMENTI CROMIFERI

Nell'area del Mediterraneo orientale (Albania, ex Jugoslavia, Grecia e Turchia) esistono giacimenti di cromite ( $Cr_2O_3$ ) associati esclusivamente alle rocce ultramafiche della serie ofiolitica mesozoica.

Questi depositi hanno generalmente forme lenticolari lunghe e piatte (cromite podiforme) oppure cilindriche e sono sempre incassati in una banda di composizione dunitica di spessore variabile da qualche centimetro a qualche metro.

I corpi mineralizzati hanno la particolare caratteristica di essere allungati nella direzione della foliazione della roccia incassante; inoltre osservazioni dettagliate evidenziano che sia i singoli noduli di cromite che i cristalli di olivina hanno questa stessa giacitura.

Talvolta la mineralizzazione vista alla scala del giacimento o del campione presenta una struttura di tipo "boudinage".

Riguardo la genesi dei giacimenti un'ipotesi è che possano derivare dal consolidamento di una massa magmatica in movimento nella quale la cromite rappresenta il minerale di più precoce segregazione. Ciò potrebbe spiegare anche gli arricchimenti di questo minerale nelle parti basse delle lenti per effetto della gravità.

La cromite è il principale minerale per l'estrazione del cromo importante nelle leghe con l'acciaio, negli acciai inossidabili, nella cromatura e nella fabbricazione di vernici speciali, nella concia delle pelli e nel trattamento dei tessuti.

18 – CROMITE ORBICOLARE (Fe,Mg) (Cr, Al)<sub>2</sub> O<sub>4</sub>

Questo campione appartiene al giacimento magmatico di tipo alpino della zona di Kukes in Albania. La roccia incassante è una peridotite.

19 - CROMITE (Fe,Mg) (Cr, Al)<sub>2</sub> O<sub>4</sub>

Il minerale proviene dal giacimento magmatico di tipo alpino della miniera di Bulqiza in Albania. La roccia incassante è una harzburgite (roccia magmatica basica).

# L'ORO

# L'ORO

Il ruolo che questo metallo ricopre nell'economia mondiale impone l'esigenza di dedicargli uno spazio tutto suo che esuli da distinzioni genetiche sulle diverse tipologie dei giacimenti da cui provengono i campioni esposti.

Esso, come è noto, viene da molto tempo usato come base monetaria ed in gioielleria mentre oggi è impiegato anche in nuovi campi quali la fabbricazione di strumenti scientifici ed elettronici di precisione.

L'oro raramente si rinviene in cristalli (cubici, ottaedrici o rombododecaedrici); generalmente si presenta in piccolissimi granuli informi diffusi nella roccia o addirittura all'interno del reticolo cristallino di alcuni minerali (es. la pirite).

Una ricorrenza molto comune, dovuta alla sua altissima resistenza all'alterazione chimica e meteorica, è quella di masserelle e pagliuzze più o meno arrotondate (pepite) nei depositi alluvionali (placers). Questi sono originati dall'azione erosiva e di trasporto delle acque (meteoriche e fluviali) che, dopo aver liberato il metallo dai giacimenti primari, lo depositano nei sedimenti clastici alluvionali.

Sebbene la sua giacitura primaria sia essenzialmente legata a giacimenti idrotermali di alta e media temperatura, gran parte dell'oro viene estratto proprio dai placers e paleoplacers.

### IL GIACIMENTO AURIFERO DI WITWATERSRAND

Giacimento aurifero dell'Africa meridionale di tipo paleoplacer in cui la mineralizzazione si trova esclusivamente entro banchi di conglomerati fluviali precambriani con ciottoli di quarzo isorientati che si alternano a banchi di quarzite sterile.

Tale serie suggerisce un ambiente di sedimentazione riconducibile ad una zona di piattaforma continentale di tanto in tanto emersa dal mare e percorsa da fiumi.

La mineralizzazione contiene 5,7-8,5 grammi di oro per tonnellata e si estraggono anche apprezzabili quantità di uranio. L'oro è caratterizzato da una grana molto fine, quasi microscopica e si trova nelle facies conglomeratiche più grossolane e pulite.

I livelli conglomeratici hanno spessori variabili da alcuni centimetri ad alcune decine di centimetri e sono molto rari gli strati produttivi superiori ai 2 metri.

38 – CALCOPIRITE AURIFERA CuFeS<sub>2</sub>

Il minerale appartiene al giacimento idrotermale della miniera di Las Minas presso Vera Cruz in Messico.

77 – STALATTITI CONTENENTI Cu, Zn, Pb

Stalattiti formatesi all'interno della miniera di calcopirite aurifera di Las Minas (vedi campione precedente) durante i vecchi lavori di coltivazione in circa 200 anni.?????????

39 – ORO NATIVO (Au)

Questo campione proviene dal giacimento idrotermale di Hadamengon Gold Field in Mongolia dove giace incassato in rocce granitoidi.

40 – PIRITE AURIFERA FeS<sub>2</sub>

Appartiene ad un giacimento di tipo sheared (filoniano) del Tisdale Group Owl Creek, Ontario (Canada). Le rocce incassanti sono delle ultrabasiti.

41 – ORO NATIVO (Au)

Il campione proviene dal famoso giacimento di tipo paleo-placers di Witwatersrand (Sud Africa) dove l'oro si rinviene all'interno di conglomerati e quarziti.

42 – ORO NATIVO (Au)

Appartiene al giacimento sheared (filoniano) di Hoyle Pond Mine in Canada incassato in scisti e ultrabasiti.

43 – PIRITE AURIFERA FeS<sub>2</sub>

Dal giacimento di Cheminis Goldmine nell'Ontario (Canada) proviene il campione esposto nella vetrina. La roccia incassante è una siltite.

44 e 45 – PIRITE AURIFERA FeS<sub>2</sub>

Questi minerali provengono, rispettivamente, dai giacimenti di tipo sheared (filoniano) di Omega Mine e Garrison Mine nell'Ontario (Canada). Le rocce incassanti sono costituite da ultrabasiti.

85 – PIRITE AURIFERA FeS<sub>2</sub>

Campione appartenente al giacimento aurifero di Furtei (Sardegna meridionale). Tale giacimento idrotermale, attualmente in coltivazione, ha un tenore di oro di circa 3 grammi per tonnellata ed è incassato nelle vulcaniti di tipo andesitico del Campidano intensamente alterate e caolinizzate.

86 – PIRITE AURIFERA FeS<sub>2</sub>

Il campione proviene dalla zona di Ponte S. Pietro (Lazio settentrionale). Il giacimento, di origine idrotermale è incassato nelle filladi del Verrucano. Questa pirite può contenere fino a 5-9 grammi di oro per tonnellata ed è inclusa in un filone quarzoso avente direzione NE-SW assieme a calcopirite, blenda e subordinata galena.

GIACIMENTI MISSISSIPI VALLEY TYPE

### GIACIMENTI MISSISSIPI VALLEY TYPE

Si tratta di giacimenti di solfuri di piombo, zinco e talvolta barite stratoidi, in genere a basso tenore in metallo (3-5%) e associati a rocce sedimentarie: calcari, dolomie, arenarie, scisti neri.

La mancanza di strutture diagnostiche particolari ha dato origine a controversie sulla loro genesi (singenetici, diagenetici, epigenetici).

Nei giacimenti della **Valle del Mississipi** sembra che la mineralizzazione sia sinsedimentaria in quanto è insediata tra i giunti di stratificazione e mostra una stretta correlazione con le caratteristiche sedimentarie; non sono state rilevate fratture postdiagenetiche lungo le quali possano essere risaliti fluidi mineralizzati successivamente alla diagenesi dei sedimenti.

A conferma di questa ipotesi sono stati osservati letti tufitici intercalati nelle formazioni che ospitano la mineralizzazione; questo testimonierebbe l'esistenza di un'attività vulcanica contemporanea alla sedimentazione della roccia incassante.

Un altro classico esempio di giacimenti M.V.T. è rappresentato dai depositi di piombo e zinco della **Slesia Superiore** (**Polonia**) dove la mineralizzazione interessa il Calcare di Muschelkalk (calcare a molluschi), una formazione triassica di mare poco profondo priva di tracce di attività ignea.

I giacimenti sono ubicati alla base della formazione soprattutto in uno strato di dolomia intensamente fratturato ove raggiungono uno spessore di 1,5 - 4 metri. La mineralizzazione non è continua e i corpi mineralizzati più grandi e ricchi si trovano in vicinanza di faglie e fratture. Il confronto con le mineralizzazioni della Valle del Mississipi mostra una forte somiglianza.

Sono stati classificati come M.V.T. (Mississippi Valley type) anche gli importanti giacimenti di Pb-Zn nel calcare cambriano della Sardegna meridionale (Sulcis-Iglesiente), quelli di Navan (Irlanda) e quelli di Reocin in Spagna, Kazakstan, Uzbekistan; in molte altre parti del mondo inoltre giacimenti di sulfuri di Pb e Zn in rocce carbonatiche sono stati classificati in questa famiglia di georisorse (ad es. Kazakstan, Uzbekistan, Alpi orientali etc.)

46 – BLENDA, GALENA ARGENTIFERE

ZnS

PbS

Minerali appartenenti al giacimento Mississipi Valley Type di San Giovanni (Sulcis, Sardegna). Qui la mineralizzazione si rinviene incassata in calcari del Cambriano.

47 – BLENDA, GALENA

ZnS

PbS

Solfuri del giacimento Mississipi Valley Type della zone di Acqua Resi, Masua (Sulcis, Sardegna). La roccia incassante è un calcare del Cambriano.

80 - CALAMINA

 $Zn_4 [(OH)_2 | Si_2O_7] H_2O$ 

Pur non essendo un solfuro è comunque geneticamente legato al precedente campione. Infatti la calamina si origina per ossidazione di giacimenti di solfuri di zinco. Il campione proviene sempre dal giacimento di Masua in Sardegna.

48 – CALCARE CAMBRIANO

Interessante campione di calcare cambriano dei giacimenti Mississipi Valley Type del Sulcis, Iglesiente (Sardegna). Sono presenti evidenti laminazioni e tension gashes.

49 – BLENDA, GALENA

ZnS

PbS

Roccia mineralizzata del giacimento Mississipi Valley Type di Reocin in Spagna; la roccia incassante è una dolomia.

50 - BLENDA, GALENA

ZnS

PbS

Solfuri del giacimento Mississipi Valley Type di Monteponi in Sardegna dove giacciono incassati in calcari del Cambriano.

51 – GALENA PbS

Proviene da un giacimento Mississipi Valley Type della zona di Tzchebionka, Cracovia (Slesia). La roccia incassante è una dolomia triassica.

52 – BLENDA, GALENA, BARITE

ZnS PbS Ba SO<sub>4</sub>

Campione appartenente al giacimento Mississipi Valley Type di Uchulak in Uzbekistan ove la mineralizzazione è incassata in calcari dell'Ordoviciano.

IL GIACIMENTO DI BAJAN OBO

### IL GIACIMENTO DI BAJAN OBO

Bajan Obo rappresenta uno dei più grandi giacimenti al mondo di Terre Rare (gruppo di quindici elementi poco frequenti in natura e di peso atomico compreso tra 57 e 71).

Si trova nella Mongolia Interna (Cina), circa 150 Km a nord della città di Baoto nella parte settentrionale del cratone Cino-Koreano.

Inizialmente il giacimento venne classificato come deposito ferrifero (BIF) e solo nel 1936 furono individuate le Terre Rare.

La successione litologica del "Gruppo di Bajan Obo" comprende varie unità (gneiss, dolomie, calcari, quarziti, scisti, ardesie, graniti e dioriti) e cronologicamente copre un intervallo temporale che va dall'Archeano al Permiano; vi sono anche rocce sedimentarie riferibili al Terziario.

L'intera serie è intensamente piegata e interessata da faglie la maggiore delle quali, quella di Kuanggou, suddivide con andamento E-W il "Gruppo di Bajan Obo" in due parti di cui solo quella meridionale è interessata dalla mineralizzazione. Questa grande faglia è comunque posteriore alla formazione dei giacimenti.

I giacimenti interessano solo due unità sovrapposte della successione che sono entrambe riferibili al Proterozoico medio.

L'unità inferiore, che è quella maggiormente interessata dalla mineralizzazione, è rappresentata da depositi marini di piattaforma costituiti in prevalenza da dolomie e subordinatamente da calcari con intercalazioni di quarziti; il suo spessore varia da 240 a 540 metri. L'unità superiore, spessa 340-360 metri, è invece costituita da scisti neri e grigi, ardesie e scisti biotitici.

Tutta la serie ha subito l'azione del metamorfismo regionale che specialmente nelle dolomie e nei calcari ha dato luogo a vistosi fenomeni di ricristallizzazione.

I principali minerali presenti a Bajan Obo sono: monazite, bastnaesite, apatite, magnetite, ematite e fluorite (nella ganga).

Sulla base delle caratteristiche tessiturali e strutturali sono state individuate tre tipologie di deposito: a bande, disseminato, massivo.

I giacimenti disseminati hanno un tenore in  $RE_2$   $O_3$  variabile dal 3% al 6% mentre per quelli massivi esso è in genere minore del 3%. È nei giacimenti a bande che si raggiunge il tenore più alto in  $RE_2$   $O_3$  che mediamente varia dal 6% al 12% ma localmente può esse superiore al 25%.

I due maggiori giacimenti di Bajan Obo denominati Main ed East Orebodies sono localizzati nella parte superiore dell'unità calcareo-dolomitica e sono lunghi ciascuno circa 1 Km e larghi 300 m. In essi la tipologia più ricorrente è quella a bande per mineralizzazioni a Terre Rare e Terre Rare-Fe e quella massiva per giacimenti ferriferi.

I depositi massivi occupano la parte centrale dei due giacimenti mentre quelli a bande li circondano.

Riguardo la genesi di questo importante giacimento di Terre Rare sono state avanzate varie ipotesi: origine vulcano-sedimentaria e quindi singenetica alle rocce incassanti oppure genesi epigenetica legata alla risalita di fluidi idrotermali.

### 56 e 57 – CALCARI E DOLOMIE

Questi campioni rappresentano la roccia incassante della mineralizzazione del giacimento di Bajan Obo in Mongolia.

```
58 - FLUORITE, MAGNETITE Ca F_2 Fe_3O_4 59 - FLUORITE, MAGNETITE, SOLFURI Ca F_2 Fe_3O_4 ZnS PbS
```

Minerali provenienti dal giacimento di tipo banded iron formation e terre rare di Bajan Obo (Mongolia). Le rocce incassanti sono calcari e dolomie.

### 60 – FLUORITE, TERRE RARE

 $Ca\;F_2$ 

Appartengono al giacimento di tipo banded iron formation e terre rare di Bajan Obo (Mongolia) e come i campioni che seguiranno sono importanti proprio per l'estrazione delle terre rare. Le rocce incassanti sono sempre calcari e dolomie.

61 – MAGNETITE, BASTNAESITE	$Fe_3O_4$	CeFCO <sub>3</sub>
62 – CALCITE, APATITE, MONAZITE, BASTNAESITE	Ca CO <sub>3</sub> (Cs, Le, Y, Th) PO <sub>4</sub>	Ca <sub>5</sub> [(Cl, F) (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] CeFCO <sub>3</sub>
63 – CALCITE, APATITE, MONAZITE, BASTNAESITE	Ca CO <sub>3</sub> (Cs, Le, Y, Th) PO <sub>4</sub>	Ca <sub>5</sub> [(Cl, F) (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ] CeFCO <sub>3</sub>
64 – BAOTITE	Ba <sub>4</sub> (Ti, Ni, Fe) <sub>8</sub> O <sub>16</sub> (S <sub>14</sub> O <sub>12</sub> )Cl	
65 – HUANGHOITE, TERRE RARE	BaCe (CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> F	

GIACIMENTI	BANDED IRO	ON FORMATIC	ON (BIF)

# GIACIMENTI BANDED IRON FORMATION (BIF)

Si tratta di giacimenti ferriferi di probabile origine sedimentaria o vulcano-sedimentaria che hanno subito anche un certo grado di metamorfismo. Si presentano in letti ferriferi sottilmente stratificati e laminati che si alternano in genere a strati di selce (quarziti).

La formazione non contiene fossili significativi per cui la sua datazione rimane incerta (Precambriano); è diffusa essenzialmente nei grandi scudi di tutto il mondo: Canada, Africa, Brasile, Australia, India, Russia.

Il tenore in ferro può variare dal 15% delle zone più silicee fino a valori massimi del 50-60%; sono presenti vari minerali: magnetite, ematite, siderite, limonite.

Diverse sono le ipotesi in merito alla genesi di questi giacimenti il cui ferro potrebbe essere derivato da una sorgente magmatica, da acque vulcaniche termali oppure da lisciviazione di arenarie ferrifere o di rocce vulcaniche.

La particolare struttura a bande potrebbe essere il risultato di pulsazioni ritmiche di fluidi vulcanici nei bacini sedimentari o di variazioni stagionali nell'ambiente di sedimentazione.

Secondo alcuni si tratterebbe invece di antiche lateriti metamorfosate.

66 - EMATITE, MAGNETITE Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

Minerali provenienti da un giacimento di tipo banded iron formation dell'Angola. La roccia incassante è costituita da gneiss. La magnetite e l'ematite sono importanti per l'estrazione del ferro.

67 - QUARZO, EMATITE, PIRITE  $SiO_2$   $Fe_2O_3$   $FeS_2$ 

Campione appartenente ad un giacimento di tipo banded iron formation dell'Angola in Africa

68 - QUARZO, MAGNETITE SiO<sub>2</sub> Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Proviene da un giacimento di tipo banded iron formation dell'Angola.

70 - MAGNETITE, PIRITE  $Fe_3O_4$   $FeS_2$ 

Minerali appartenenti ad un giacimento di ferro stratiforme situato al contatto tra rocce cambriane e ordoviciane della zona di Iglesiente in Sardegna. ???

75 – BRUCIONE (GOSSAM)

Si tratta del prodotto dell'ossidazione di giacimenti di solfuri misti.