

An aerial photograph of a mountain valley. In the foreground, a small town with grey-roofed buildings is situated at the edge of a large, dark blue lake. The surrounding slopes are covered in dense green forests. In the background, majestic, rugged mountains rise, with some peaks appearing snow-capped or light-colored. The sky is bright with some light clouds.

LA PIETRA VENETA

TRA TRADIZIONE

E INNOVAZIONE

PROGETTO 1
PIETRE DELLE PREALPI
BELLUNESI E DOLOMITI



CIRCOLO CULTURA E STAMPA BELLUNESE

LA PIETRA VENETA TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE

PROGETTO 1
PIETRE DELLE PREALPI
BELLUNESI E DOLOMITI



con il sostegno di

FONDAZIONE
Cariverona









La sinergia tra l'articolazione "geotecnico" **dell'Istituto tecnico Industriale Statale "U. Folador" di Agordo Dipartimento Geotecnico-Minerario** e il Circolo Cultura e Stampa Bellunese ha portato alla realizzazione del progetto LA PIETRA VENETA TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE che rientra all'interno di bandi promossi dalla Fondazione Cariverona, nell'area "Giovani e mondo del lavoro".

Il progetto 1 "Pietre delle Prealpi Bellunesi e Dolomiti" mira alla specializzazione di un gruppo di studenti, attraverso un percorso formativo con moduli integrati di teoria e pratica, ed è finalizzato all'approfondimento del ruolo e delle competenze di capo cantiere per la manutenzione del territorio, di capo cantiere per i progetti di arredo e direttore di cava. In un mercato del lavoro sempre più attento all'ambiente e orientato alla riscoperta dei materiali naturali, torna di gran forza la pietra come materia da impiegare in diversi settori.

La finalità del progetto è stata quella di mettere in relazione la scuola con la realtà territoriale veneta creando nuovi sbocchi professionali nella consapevolezza dell'assoluto ruolo non subalterno che la pietra può ancora offrire quale frutto di un affinamento plurimillenario, favorendo l'inserimento degli studenti nel mondo del lavoro e dando loro un orientamento nella scelta formativa in base alle opportunità di lavoro.

Per questo motivo il progetto rientra nei percorsi di alternanza scuola lavoro che oggi gli studenti sono chiamati ad affrontare.

Gli obiettivi principali del progetto sono stati i seguenti:

- Implementare le conoscenze dei ragazzi sulla materia in esame
- Approfondire i programmi disciplinari
- Aiutare gli studenti a inserirsi nel mondo del lavoro informandoli e orientandoli sulla realtà lavorativa di oggi per aumentare la loro consapevolezza nella scelta del percorso di studi
- Mettere in relazione gli studenti con il mondo del lavoro offrendo loro la possibilità di concreti sbocchi lavorativi attraverso degli stage concordati con le aziende partner di progetto

Il progetto è stato pensato con la possibilità di riproducibilità negli anni.

In merito a questo nasce l'impostazione di base del progetto che approfondisce le competenze di figure professionali richieste sul mercato prendendo come riferimento alcune tra le cave di pietra più significative del territorio del Bellunese. Questa impostazione del lavoro ha permesso di facilitare la comprensione e le attività del progetto sia da parte degli studenti sia da parte di chi si è apprestato a conoscere ed intervenire nel progetto attraverso una classificazione delle cave di pietra del territorio e delle esigenze professionali ad esse legate. Questa prima esperienza di progetto prevede una ricerca sulle pietre delle Prealpi Bellunesi e Dolomiti per poi successivamente spaziare con altri progetti su tutto il territorio Bellunese e Veneto. La pubblicazione di questo dossier fa sì che negli anni si vada a formare una sorta di collana fruibile da tutti gli studenti, anche di altri istituti, così che i contenuti di anno in anno non vadano persi, ma anzi diventino materiale di studio per gli studenti degli anni successivi.

Il dirigente Paolo Giovanni Zanin

4



L'Istituto tecnico Industriale Statale "U. Follador" di Agordo Dipartimento Geotecnico-Minerario sezione geotecnica è un Istituto di eccellenza italiana di riferimento da oltre 150 anni sul tema della pietra e per la formazione perito geotecnico-minerario e si presta a collaborare in maniera strutturata con la Fondazione Cariverona a favore di un progetto più ampio che preveda il recupero e la ripresa di questo tipo di attività legate al territorio. Il perito geotecnico-minerario al termine del suo percorso scolastico consegue un diploma che gli permette di poter operare anche come direttore di cava. Il presente progetto consente ai ragazzi di avvicinarsi al mondo del lavoro anche su nuovi ambiti di attività professionali richieste dal nostro territorio per soddisfare particolari esigenze di mercato quali il tecnico specializzato nella manutenzione del territorio ed il tecnico specializzato nel campo dell'arredo urbano.

La manutenzione del territorio, soprattutto nelle zone montane e collinari del Veneto, diventa sempre più una necessità urgente e importante a causa di eventi straordinari che ne devastano l'ordine e ne sconvolgono l'orografia. È conseguente il bisogno di formare delle figure preposte che abbiano gli strumenti adatti alla giusta comprensione dei progetti di intervento e della gestione di un cantiere impegnato nella manutenzione ordinaria e straordinaria del territorio nel rispetto della tradizione locale come ad esempio nella costruzione di muretti a secco e delle proprietà intrinseche dei materiali.

Altrettanto di rilievo è la questione dell'arredo urbano di paesi e città, che mirano a migliorarsi come vivibilità e aspetto scegliendo dei materiali che rispettino la tradizione locale allo scopo di implementare la propria attrazione turistica. In questo campo c'è la necessità di formare figure che sappiano dialogare con architetti urbanisti e paesaggisti e sappiano con la giusta maestria e puntigliosità gestire un cantiere cittadino. Inoltre la pietra, quale materiale di pregio, viene usata da architetti ed esperti del settore per valorizzare progetti di arredo con finiture interne ed esterne e per opere di abbellimento. In questo caso è necessaria una figura che sia in grado di leggere progetti tecnici e seguire tutte le fasi del cantiere: dalla scelta ed estrazione del blocco o delle lastre in cava in base alle esigenze progettuali, alla lavorazione e messa in opere delle parti da realizzare in loco. Infine la figura del direttore di cava oggi necessita di avere delle competenze specifiche riguardo la vendita di prodotti di cava e l'utilizzo dei macchinari per tutti i cicli di lavorazione, oltre che la possibilità di fare delle analisi di aree di possibile sfruttamento del territorio per l'apertura di nuove cave.

IL PROGETTO IN SINTESI

LA PIETRA VENETA TRA TRADIZIONE E INNOVAZIONE: PIETRE DELLE PREALPI BELLUNESI E DOLOMITI
Il percorso didattico è stato rivolto ad un gruppo di 12 studenti della classe III dell'Istituto Tecnico Industriale Statale "U. Follador" di Agordo sezione geotecnica.

5

Il progetto si è sviluppato in 2 fasi:

FASE 1 RICERCA SUL TERRITORIO

Il programma si è sviluppato in circa **100 ore di laboratorio** con i docenti interni all'istituto ed esperti esterni. **Per le attività di laboratorio gli studenti stati divisi in 3 gruppi composti da 4 studenti** ciascuno e hanno svolto delle esercitazioni basandosi su 3 ambiti: manutenzione, arredo e direzione in cava, elaborando una **relazione tecnica** relativa ad un caso studio concreto richiesto da una delle aziende Partner di progetto: **la realizzazione nuova cava in Comune di Cencenighe Agordino.**

FASE 2 ESPERIENZA PRATICA

Il programma si è sviluppato in un percorso di **circa 200 ore di workshop e stage in collaborazione con le aziende partner del progetto** presso le quali, per ogni 2 studenti, è corrisposta una azienda coinvolta nel progetto per le sue specifiche attività sul tema della pietra.

prof. Dino Preloran





temi trattati sono stati di implemento ai programmi scolastici ministeriali e hanno riguardato l'estrazione della pietra, la geologia, le proprietà, le qualità tecniche e morfologiche, la lavorazione e l'utilizzo delle pietre nel vivere quotidiano, così come nell'arte, nelle architetture e nelle opere di manutenzione in territorio montano approfondendo, attraverso una fondamentale azione di ricerca e recupero di tematiche legate alla pietra veneta e alla sua estrazione e lavorazione, identificando alcune tipi di pietra tra le più rilevanti dell'area delle Prealpi Bellunesi e Dolomiti. La formazione è stata suddivisa in tre temi di riferimento del progetto: da un lato si è incentrata maggiormente sulla geologia e sullo studio delle rocce attraverso un'analisi di pietre dell'Agordino, dall'altra sulla gestione del cantiere nel territorio manutentore con analisi di casi studio, i mezzi da impiegare, la tipologia di interventi in base al dissesto territoriale, la lettura dei progetti, la sicurezza sul lavoro. Si è passati poi allo studio di cave e giacimenti e alla lavorazione della pietra, dall'estrazione del blocco in cava fino al suo utilizzo. Per quanto riguarda la direzione di cava gli studenti oltre ad approfondire specifici contenuti, si sono cimentati in una proposta di idee per la realizzazione di una nuova cava mettendo così a frutto tutte le loro conoscenze sul tema.

geologia e studio delle rocce

MATERIE PRIME

Le materie prime per i materiali che servono al mantenimento e allo sviluppo della nostra civiltà sono in gran parte reperite nelle rocce.

Come sappiamo le rocce si suddividono in:

Magmatiche (Intrusive ed Effusive)

Metamorfiche

Sedimentarie

Vi sono utilizzi comuni a tutti i tipi di roccia (pietre da costruzione, pietre ornamentali, inerti per calcestruzzi, materiali per massicciate stradali e ferroviarie, massi da scogliera...) ma dal punto di vista economico le rocce più importanti sono quelle sedimentarie perché i processi sedimentari tendono a separare e a concentrare alcuni minerali rispetto ad altri.

Es. mi serve del quarzo per fare il vetro, posso prendere il quarzo dal granito (roccia intrusiva che contiene circa il 30-50% di quarzo assieme ad altri minerali (feldspati e mica). Così facendo però devo rompere la roccia in pezzi minuti e separare il quarzo dagli altri minerali, quest'ultimo è un procedimento piuttosto complesso e costoso. Oppure posso usare una arenaria quarzosa (roccia sedimentaria composta per oltre il 90% di quarzo) o una quarzite (roccia metamorfica derivante dal metamorfismo di una arenaria quarzosa, composta da oltre il 90% di quarzo) in entrambi i casi ho un costo nettamente minore perché non c'è bisogno di separare e concentrare il quarzo rispetto agli altri minerali, ci ha già pensato la natura a farlo. Il granito sottoposto agli agenti esogeni si altera; alcuni minerali (feldspati e miche) alterandosi si trasformano in minerali delle argille (caolinite, illite) e vanno a depositarsi in un determinato ambiente sedimentario il quarzo, che non altera, viene trasportato dai corsi d'acqua e va a depositarsi in mare formando le arenarie quarzose. È evidente che una concentrazione di minerale già esistente in natura è più vantaggiosa di una concentrazione artificiale.

Le rocce sedimentarie sono importanti per le risorse energetiche infatti contengono petrolio, metano, carbone e gran parte dell'uranio utilizzato nelle centrali nucleari. Nelle rocce sedimentarie c'è la maggior parte di giacimenti di minerali (alluminio, ferro, oro...); gran parte dei materiali di uso comune provengono da rocce sedimentarie: i laterizi si fanno con l'argilla, i sanitari e le ceramiche con il caolino (argilla). La calce con il calcare o la dolomia (anche con il marmo che però è una roccia metamorfica derivante dal metamorfismo di calcari). Il cemento con i calcari marnosi e le marne. Il vetro con le sabbie silicee. Il gesso è una roccia sedimentaria. Le risorse sfruttabili sono collocate nei giacimenti.

I giacimenti minerari sono concentrazioni di minerali economicamente utili. La concentrazione del minerale rispetto alla totalità della roccia in cui esso è presente si esprime in parti per cento, parti per mille o parti per milione a seconda della rarità dell'elemento. Essa assume una notevole importanza economica ed è caratteristica di ciascun elemento. Il ferro è molto comune e deve presentare tenori molto alti, oltre il 50% affinché la sua estrazione sia economicamente vantaggiosa. Inoltre non tutti i minerali di ferro sono utilizzabili, vengono



preferiti infatti gli ossidi (magnetite e ematite), idrossidi (goethite e limonite) o carbonati (siderite), piuttosto che solfuri come la pirite o la pirrotina, molto diffusi ma economicamente poco interessanti, perché necessitano di un trattamento molto più complesso e costoso per l'estrazione del metallo.

Al contrario l'oro o il platino, molto rari, rendono economicamente vantaggiosa l'estrazione con tenori di minerale di 10 grammi d'oro per tonnellata di roccia estratta (10 ppm d'oro sul tout venant) o addirittura inferiori a 5. Un altro fattore che condiziona la ricerca e l'estrazione dei minerali è l'evoluzione tecnologica che richiede materie prime alternative precedentemente poco sfruttate e limita l'estrazione di minerali che hanno temporaneamente perso importanza. Il mercurio è un tipico elemento che ha subito notevoli oscillazioni di valore con stagioni di forte ricerca alternati a periodi con poca richiesta.

Un ulteriore condizionamento deriva dalle modalità di estrazione del minerale. Un tempo quando la manodopera aveva una scarsa influenza sul costo del prodotto finale e molte attività erano a conduzione poco più che familiare, venivano sfruttate piccole vene superficiali o poco profonde di minerale, attualmente questi giacimenti hanno perso valore economico. **Un giacimento si può coltivare in modo economicamente conveniente se la concentrazione del minerale è sufficientemente alta, le riserve sono consistenti e se esiste un interesse del mercato mondiale nei confronti del minerale estratto.**

Di fondamentale rilievo economico sono le modalità di estrazione e di arricchimento artificiale dei minerali, che variano a seconda delle dimensioni e della posizione del giacimento.

Giacimenti enormi, coltivabili a cielo aperto, rendono economicamente conveniente l'estrazione di minerali anche in presenza di basse concentrazioni. Coltivazioni in sotterraneo sono attualmente più dispendiose e sono utilizzate preferibilmente in presenza di tenori molto elevati di minerale e nell'estrazione di minerali rari. La scelta del sotterraneo nelle regioni fortemente antropizzate o a vocazione turistica è di solito dettata da questioni di natura ambientale al fine di salvaguardare ambiente e territorio.



Il concetto di giacimento non riguarda solo i minerali (miniere) ma anche le rocce (cave). In Italia ormai l'attività mineraria in senso stretto (estrazione di minerali metallici) è praticamente estinta ma non per questo mancano le attività estrattive, esse riguardano i materiali da costruzione, materiali industriali e le pietre ornamentali, in questo settore l'Italia è leader mondiale nella produzione di marmo e seconda (alla Cina) in quella di granito ed è leader anche nella produzione di macchine per la lavorazione delle pietre ornamentali.

La differenza fra lo sfruttamento di un giacimento di minerali (metallici o preziosi) e di uno per materiali da costruzione è consistente. Nel giacimento minerario l'estrazione del minerale (detta in gergo tecnico **coltivazione**) è solo la prima fase del processo, i materiali estratti vanno frantumati e quindi si passa al processo di **arricchimento**, che consiste nel **separare il minerale utile** dalla sua matrice rocciosa detta **ganga**.

Questo avviene con processi fisici (es. si sfrutta la differenza di peso, l'attrazione magnetica...) o chimici ed è un processo lungo e complesso in altre parole **costoso**. Il trasporto del minerale influisce in modo moderato sul totale del costo di produzione perché il prodotto finito è sostanzialmente poco in termini di peso (nella miniera d'oro di Furtei in Sardegna sfruttata per una decina d'anni si sono estratte 5 t di oro) e ha un costo in genere elevato.

Nel caso di cave di calcare, calcare marnoso, gesso, inerti per calcestruzzi, le fasi successive all'estrazione (in genere frantumazione e selezione granulometrica) non sono particolarmente complesse e il costo del trasporto diventa assai rilevante perché la materia prima ha un valore molto più basso; ecco perché le attività estrattive di questo tipo sono molto più diffuse sul territorio. I cementifici (il cemento ha un certo valore aggiunto derivante dalla complessità del processo di produzione e richiede grandi stabilimenti per la sua produzione) sono poco diffusi, in Veneto ce ne sono 6 (**Ponte nelle Alpi-Cadola (BL)** Buzzi Unicem; **Monselice (PD)** Cementeria di Monselice; **Este (PD)** Cementizillo; **Fumane (VR)** Industria Cementi G. Rossi. **Pederobba (TV)** Industria Cementi G. Rossi; **Monselice (PD)** Italcementi). Le fornaci di calce (33 in Veneto) e di laterizi (2 in provincia di Belluno, 58 nel Veneto) sono più numerose. Le cave di ghiaia sono diffuse in tutto il territorio per accorciare i percorsi (di ghiaia ne serve tanta, pesa tanto, costa poco).

Le rocce ornamentali possono avere valori apprezzabili, il marmo di Carrara costa 213 euro a t, (la ghiaia vale 10 euro a t) ma anche molto di più (rocce di colore blu) ed il trasporto influisce molto di meno, inoltre come per i giacimenti di minerali si possono prendere solo dove ci sono!

Nella coltivazione del giacimento di pietre ornamentali l'approccio è completamente diverso, mentre per i materiali precedenti si deve frantumare la roccia (in molti casi si usa l'esplosivo) per le rocce ornamentali è necessario cercare di estrarre blocchi grandi e privi di fratture o imperfezioni che fanno decadere la qualità del materiale. Si deve osservare anche che lo stesso materiale può avere valori completamente diversi a seconda del trattamento a cui è sottoposto per la sua preparazione, un calcare polverizzato e ventilato (finissimo) può valere 100 volte il calcare venduto come pietrisco. Lo stesso vale per la sabbia silicea che se impiegata in fonderia vale 1, se per vetri o ceramiche vale 10, se per strumenti ottici vale 100.

Le differenti possibilità di impiego (e con essi il valore commerciale) dipendono dalla composizione mineralogica e chimica (in termini di purezza e assenza di inquinanti) e dalla granulometria (dimensione dei granuli), per questo con opportuni (e costosi) trattamenti si possono ottenere prodotti di qualità da un prodotto di partenza (**grezzo**) scadente.

UTILIZZO DELLE ROCCE (DIRETTO)

Materiale per inerti di calcestruzzi e malte

Si possono impiegare ghiaie e sabbie naturali o il prodotto di frantumazione artificiale di pietre, purché costituite da rocce integre (non decomposte né intensamente fratturate o cataclosate), non gelive (cioè resistenti ai cicli di gelo-disgelo), non facilmente solubili (come ad esempio il gesso), prive di sostanze organiche o argillose, con buona resistenza alla compressione. Per accertarne l'idoneità (a prescindere dallo studio della granulometria più indicata) basta eseguire l'analisi petrografica, la determinazione del grado di compattezza e il grado di gelività. Per le sabbie naturali è sufficiente un'analisi mineralogica.

Materiali per murature ordinarie

Per murature entroterra si richiedono rocce molto compatte, integre, con alta resistenza meccanica, tenaci e pesanti (basalti, dolomie, porfidi, graniti). Per murature fuoriterra sono preferibili rocce con buona resistenza meccanica, ma con discreta porosità e quindi con limitato peso specifico apparente (peso di volume) e con superficie scabra (travertini, tufi, calcari e arenarie) in modo che le malte e gli intonaci aderiscano meglio. Sono da evitare in ogni caso le rocce argillose e le rocce facilmente solubili.

Materiali per murature o strutture di pietra da taglio

Per pietre da taglio si intendono rocce lavorate e modellate secondo forme e dimensioni prestabilite e usate, per esempio, per i contorni delle porte, gli architravi, gli scalini, le colonne ecc. Si richiedono rocce con requisiti di alte qualità (tenacità e durezza) ma che nel contempo presentino una buona lavorabilità. Per accertare l'idoneità occorre pertanto eseguire tutte le prove e le analisi per valutare la durezza (resistenza agli agenti esogeni). Inoltre è utile un attento esame della cava per giudicare le condizioni di estrazione e in particolare le dimensioni dei blocchi estraibili e la divisibilità. Infine se le rocce sono destinate a strutture sottoposte a particolari sollecitazioni o logorii (per esempio mensole, balconi, ecc.) vanno accertate le proprietà meccaniche (resistenza all'urto, all'usura per attrito radente, alla flessione, alla compressione, alla trazione). Tra le rocce che soddisfano meglio questi requisiti ci sono i calcari, ma sono ugualmente indicate le rocce intrusive ed effusive quando sono di facile lavorabilità.

Materiali per rivestimenti

La caratteristica principale che i materiali usati per rivestimenti devono presentare è la facile divisibilità secondo un solo verso. A questo scopo si prestano quindi meglio le rocce metamorfiche scistose e le rocce sedimentarie ben stratificate. Oltre a ciò devono presentare una elevata aderenza alle malte, devono essere eventualmente lucidabili e con una buona resistenza alla flessione. Se sono messi in opera all'esterno devono essere durevoli e non gelive (quindi con bassa porosità), se inoltre hanno anche funzione decorativa, ha importanza il colore, l'aspetto della superficie e l'assenza di minerali di ferro facilmente ossidabili.

Materiali per pavimentazione d'interni

Le rocce impiegate a tale scopo devono essere integre, ben suddivisibili in lastre, lucidabili, resistenti alla flessione, all'urto e all'usura per attrito radente.

Materiali per coperture

I requisiti richiesti sono: la divisibilità in lastre sottili, la resistenza alla flessione, l'impermeabilità, la durezza, la non gelività e la leggerezza. Tali proprietà si riscontrano soltanto nelle ardesie, le quali però, pur essendo di facile divisibilità, sono poco durevoli. Vengono perciò usate come materiale di copertura anche serpentiniti, filladi, gneiss, clascisti che, pur non essendo sempre divisibili in lastre sottili, sono durevoli e con alta aderenza alle malte.

Materiali per pavimentazioni stradali

Le rocce devono essere tenaci, durevoli, resistenti all'usura per attrito radente, costituite da più minerali a grana media per conservare una superficie scabra.

Materiali per massicciate stradali

Si usano ghiaie di granulometria omogenea con limitata frazione sabbiosa, derivate da rocce con elevato potere autolegante, non alterate né facilmente solubili o disgregabili. Tra le prove utili vi sono la determinazione del peso specifico apparente, il grado di compattezza, la prova di gelività e la prova di usura al rotolamento (coefficiente di qualità).

Materiali per massicciate ferroviarie (ballast)

Le caratteristiche fondamentali sono: alto peso specifico apparente, tenacità, alta durezza, elevata resistenza alla compressione e all'usura per rotolamento, bassa porosità, pesantezza, gelività nulla.

Materiali per scogliere e costruzioni marittime

Le rocce utilizzate devono essere molto compatte, con elevato peso specifico, elevata resistenza alla compressione ed agli agenti chimici (durezza).

Quest'ultima proprietà viene misurata immergendo dei campioni per un giorno in acqua salata e tenendoli poi un giorno all'asciutto, il tutto per la durata di sei mesi. Inoltre devono presentare elevata resistenza all'urto e all'abrasione; le rocce non devono essere stratificate e devono essere in blocchi di dimensioni superiori al m^3 (è importante quindi l'esame in cava).

LE ROCCE COME MATERIE PRIME PER LA FABBRICAZIONE DI COMPOSTI ARTIFICIALI

Materiali leganti (calci, cementi, gessi)

I materiali leganti o cementanti sono sostanze utilizzate nelle costruzioni per far aderire tra loro parti prefabbricate od inerti.

Si distinguono due categorie di leganti:

leganti aerei: fanno presa ed induriscono solo all'aria mentre si disgregano in acqua (gesso, calci aeree);

leganti idraulici: fanno presa all'aria o sott'acqua (calci idrauliche e cementi).

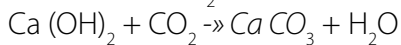
Dopo la messa in opera, tali sostanze acquistano una consistenza crescente (fenomeno della presa e dell'indurimento). I leganti sono preparati con sostanze naturali come: calcari, argille, dolomie e gessi che devono tuttavia presentare particolari requisiti di composizione, a causa dei fenomeni che intervengono durante la presa e l'indurimento.

Calci aeree

Si ottengono per cottura (calcinazione) di calcari o dolomie a temperatura alta (900 - 1200 °C)

Rocce calcaree

A 900 °C il CaCO_3 , si trasforma in CaO (calce viva) con liberazione di CO_2 . Il CaO ottenuto ha la proprietà di trasformarsi facilmente in $\text{Ca}(\text{OH})_2$ per aggiunta di acqua (spegnimento, la reazione è esotermica) formando una pasta morbida e molto plastica detta "grassello". L'indurimento, che da principio è una semplice essiccazione (presa), prosegue poi come fenomeno chimico, con una lentissima trasformazione dell'idrato di calcio in carbonato per effetto della CO_2 , atmosferica, raggiungendo così una coesione rilevante secondo la reazione:



Rocce dolomitiche

Le rocce dolomitiche si dissociano completamente a temperature comprese tra i 940 °C e i 1230 °C secondo la reazione:



Poiché la reazione di idratazione dell'MgO è molto difficoltosa naturalmente, la spegnitura avviene prevalentemente in autoclave.

Per fabbricare calce aerea buona (o "grassa") occorre calcare abbastanza puro. Un contenuto di limonite o sabbia quarzosa tende a rendere "magra" la calce, cioè ad ostacolare la formazione del grassello.

La presenza dell'MgO ha effetti diversi a seconda della sua concentrazione: a bassa concentrazione (calcari dolomitici) rende "magre" le calci, ad alta concentrazione (Dolomie) si hanno ancora calci "grasse". La presenza di argilla, sino al 5%, conferisce una certa idraulicità alla calce.

Gessi

Il gesso usato nell'edilizia si ottiene dal gesso naturale per cottura ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), durante la quale si disidrata parzialmente trasformandosi in varie forme cristalline dotate di caratteristiche differenti. Tutte quante tendono a riacquistare H_2O e a ricristallizzare facendo presa.

Calci idrauliche

Si ottengono cuocendo calcari marnosi; la presenza dell'argilla, contenente silice ed allumina (ed anche qualche ossido di ferro), da luogo, nella cottura a temperatura poco superiore ai 900 °C, a parziali combinazioni tra queste sostanze e la calce, le quali durante la presa diventano insolubili in acqua. Crescendo il rapporto tra le sostanze idraulizzanti (a funzione acida) e la calce (più le altre basi: MgO, Na_2O , K_2O), ossia l'indice di idraulicità, aumenta la proprietà di fare presa sott'acqua.

Id (indice di idraulicità) = $[\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3] / [\text{CaO} + \text{altre basi}]$

Calci pozzolaniche

La "pozzolana" è un tufo vulcanico incoerente con molta sostanza vetrosa, parzialmente alterata per idrolisi e perciò in grado di reagire con la calce. In tal modo si raggiunge un ottimo potere idraulizzante anche in presenza di acqua marina o di acque aggressive.

Cementi

Si chiamano comunemente cementi i prodotti ottenuti cuocendo, a temperature variabili tra i 1300 e i 1500°C, pietre calcareo-argillose (marne e calcari marnosi) polverizzate, o miscele affini, con indice di idraulicità pari almeno al 45%. La miscela polverizzata di CaO , SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , in proporzioni corrispondenti ad una miscela di calcari con argilla (20-25%), si trasforma in una nuova massa cristallina nella quale non vi è CaO libero. Non essendoci CaO libero, il cemento, a differenza della calce, non subisce uno spegnimento prima della messa in opera. Dopo la cottura il cemento risulta formato da silicati calcici e alluminati calcici (alite, belite, celite); questi ultimi in seguito ad idratazione fanno presa quasi istantaneamente (da pochi minuti a un giorno), mentre i primi fanno presa più lentamente (sino ad un anno). Nella produzione del cemento oltre alla marna si usano molte altre materie prime seppure in quantità minore come il gesso (serve a rallentare il processo di presa), la fluorite, l'apatite, le scorie di altoforno... a secondo del tipo di cemento che voglio ottenere.

Materiali per l'industria vetraria

I vetri sono composti prevalentemente da silice alla quale è in genere mescolata calce, dolomia od altri alcali. Quindi le principali rocce utilizzate sono: sabbie, arenarie quarzose, quarziti ecc., che forniscono la silice e calcari o dolomie (a basso contenuto in ferro), che forniscono la calce. Gli alcali variano a secondo del tipo di vetro desiderato.

Materiali ceramici (laterizi-porcellane)

I prodotti ceramici sono costituiti da sostanze naturali foggiate a freddo ed indurite ad alta temperatura. Comprendono i laterizi, le terrecotte, le terraglie e le porcellane.

Laterizi (mattoni): si ottengono dalla cottura a bassa temperatura (900 °C) di argille, per lo più illitiche, mescolate a sabbia per impedire una forte contrazione durante la cottura stessa.

Terrecotte: simili ai laterizi, come composizione, ma destinate ad usi differenti. Possono essere rivestite da smalti (vasellame, piastrelle, maioliche, faenze).

Terraglie: si ottengono mediante cottura di argille calcaree o feldspatiche, quindi, a differenza dei laterizi e delle terre-cotte, hanno una pasta bianca.

Porcellane: sono il prodotto ceramico più raffinato che si differenzia dai precedenti per il corpo bianco traslucido. Si ottengono per cottura ad alta temperatura (1280°-1450°) di miscele di caolino feldspati e quarzo.

Materiali per carica di gomma, carta, plastica ed altri prodotti di largo consumo (calcari, gessi, dolomia)

Materiali per isolamento termico, elettrico e acustico (miche, lana di roccia che si ottiene dal basalto)

Materiali per rivestimento antiusura e per abrasivi (quarzo, olivina, corindone, granato...)

Materiali per la produzione di additivi per mangimi (calcari, zeoliti...)

Pigmenti naturali e materiali per pigmenti artificiali (calcare, ocre...)

Materiali per l'industria metallurgica (dolomie, calcari quarzo)

Materiali per smalti o gres porcellanato (quarzo e feldspati, le cave dismesse di granito diventano valide per il gres)

Un caso particolare: Calcari e dolomie

La produzione di calcari e dolomie non riguarda più solo le materie prime per l'industria dei leganti carbonatici (calce e cementi) ma ha moltissimi altri impieghi: industrie; plastica; carta; gomma; vernici; chimica (raffinazione zucchero, desolfurazione fumi, produzione soda e carburo di calcio, medicine); vetraria; agroalimentare (fertilizzanti, mangimi); ambito ambientale.

La calce stessa oltre che come legante si usa per: industria metallurgica (ferro, acciaio e metallurgia non ferrosa), trattamento delle acque, abbattimento dell'inquinamento, produzione della carta, stabilizzazione terreni, agricoltura, raffinazione petrolio, vernici e pigmenti, conciatura pelli. Attualmente la calce viene usata più per queste produzioni che come legante.

Materie prime per la produzione di cemento:

Componenti principali della miscela prima della cottura (si usano in quantità elevate)

<i>Calcari</i>	Forniscono alla miscela cruda in prevalenza ossido di calcio (CaO) con poca silice allumina e ferro
<i>Marne calcaree</i>	
<i>Argille</i>	Sono portatori soprattutto di silice (SiO ₂), allumina (Al ₂ O ₃) e ferro (Fe ₂ O ₃)
<i>Marne argillose</i>	
<i>Scisti</i>	
<i>Marne</i>	Apportano insieme ossido di calcio, silice, allumina, ferro in proporzioni abbastanza corrette

Correttivi della miscela cruda

(si usano in minor quantità servono a correggere eventuali deficit di qualche componente)

<i>Sabbie silicee</i>	Apportano silice (cementi bianchi)
<i>Quarziti</i>	
<i>Minerali di ferro</i>	Apportano ferro
<i>Ceneri di pirite</i>	
<i>Calcare</i>	Apportano ossido di calcio (usati per il cemento bianco)
<i>Marmo</i>	
<i>Travertino</i>	
<i>Ceneri volanti</i>	Apportano ossidi di calcio e silice

<i>bauxiti</i>	Apportano allumina
<i>Feldspato</i>	Usati per il cemento bianco
<i>Fluorite</i>	

Correttivi della miscela cotta (clinker) si usano in minor quantità

<i>Loppa di altoforno</i>	Composizione simile al clinker si usa per cementi speciali resistenti ad acque solfatiche, resistente al dilavamento
<i>Pozzolana</i>	Si usa per cementi resistenti ai solfati
<i>Gesso</i>	Serve a rallentare il fenomeno della presa e serve per confezionare cementi resistenti ai solfati

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE ROCCE

L'impiego delle rocce dipende dalle loro caratteristiche fisiche o dalla loro composizione chimica, esaminiamo alcune proprietà delle rocce importanti per il loro utilizzo.

Le principali proprietà sono:

Fisiche: densità, porosità, punto di fusione.

Meccaniche: elasticità, resistenza meccanica (compressione, trazione, flessione, urto, durezza...)

Termiche: espansione termica, capacità termica, conducibilità termica.

Chimico – biologiche: Inerzia chimica, resistenza alla corrosione, compatibilità biologica.

Persistenza e variabilità delle caratteristiche nel tempo ed in esercizio.

Meccanismi di rottura erosione meccanica effetto chimici reazioni gas/solido liquido/solido, solido/solido shock termici.

Densità o peso specifico:

importante per massi da scogliera, massicciate ferroviarie...

Densità: massa/Volume, (si esprime normalmente in t_{massa}/m^3 che equivalgono a Kg_{massa}/dm^3 anche se l'unità di misura più corretta del Sistema Internazionale è Kg_{massa}/m^3).

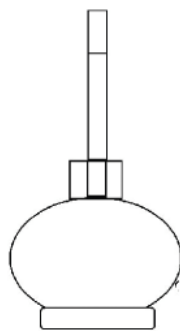
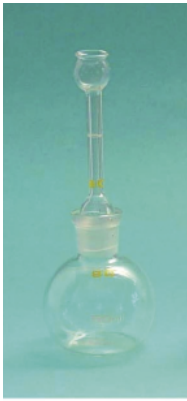
Peso specifico: peso/volume si esprime in kg/dm^3 o t/m^3 oppure kN/m^3 nel S.I. si ricorda che $1 kg/dm^3$ (o $1t/m^3$) corrisponde con buona approssimazione a $10 kN/m^3$.

Normalmente la densità di una roccia è minore della media pesata dei minerali di cui è composta per la presenza di vuoti o spazi intergranulari.

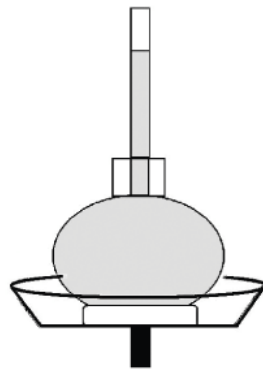
I valori vanno da $2,3 t/m^3$ (gessi) a $3,4 t/m^3$ (pirosseniti, peridotiti ed eclogiti), $3 t/m^3$ (gabbri e basalti) ma la densità più comune è di $2,7-2,8 t/m^3$ (calcari, dolomie graniti, gneiss).

Peso specifico dei grani

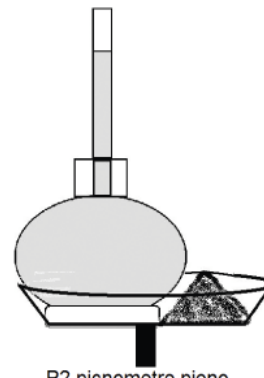
Il peso specifico dei grani di una roccia è determinato col metodo del picnometro.



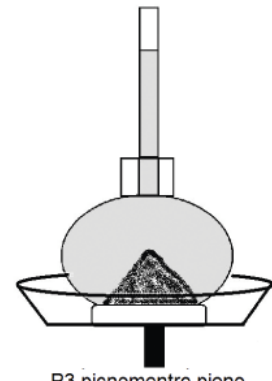
picnometro



P1 picnometro pieno d'acqua



P2 picnometro pieno con campione fuori



P3 picnometro pieno con campione dentro

Procedimento

- Ridurre il campione a una pezzatura di circa 2-5 mm, prelevare una certa quantità e asciugarlo perfettamente in forno a $105^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$. Porlo su un vetrino tarato e pesarlo. Peso lordo - tara = peso netto (P_s).
- Pesare il picnometro pieno d'acqua fino alla tacca di riferimento (P1).
- Pesare il picnometro pieno con il campione accanto (P2), (ovvero sommare il peso del picnometro pieno d'acqua (P_a) al peso del campione (P_s)).
- Introdurre il campione nel picnometro pieno d'acqua avendo cura di non lasciare bolle (per essere sicuri va messo in forno a 105° poi si raffredda e si rabbocca) e pesarlo (P3).
- Sottrarre dal peso del picnometro pieno d'acqua con campione accanto ($P_2 = P_s + P_a$) il peso del picnometro pieno d'acqua col campione dentro (P3). Si otterrà il peso dell'acqua spostata dal campione che si può ragionevolmente considerare uguale al suo volume, cioè al volume del campione.
- Dividendi il peso del campione per il suo volume: $P_s / (P_2 - P_3)$ se ne otterrà il peso specifico (si può anche fare $p.s. = (P_2 - P_1) / (P_2 - P_3)$).

17

ROCCIA	Densità apparente in t/m^3
Graniti	2,55 - 2,7 - 2,9
Porfidi	2,57 - 2,7
Sieniti, dioriti, gabbri	2,75 - 3,00
Basalti	2,75 - 3,1
Gneiss	2,5 - 2,8
Tufo	1,1 - 2,3
Calcari	2,4 - 2,75
Dolomie	2,3 - 2,85
Arenarie	1,8 - 2,7

Peso di volume o densità apparente

Sempre minore del peso specifico dei grani perché le rocce contengono dei vuoti. Con provini cubici o a parallelepipedo si possono misurare accuratamente le dimensioni (col calibro) e trovarne il volume, poi se ne misura il peso. Oppure ci si può basare sul metodo del picnometro usando un picnometro molto grande con imboccatura larga.

Porosità aperta e totale (massi da scogliera, pietre da costruzione, rocce ornamentali)

La porosità aperta è il rapporto percentuale tra il volume dei pori aperti, cioè in collegamento con l'esterno e il volume apparente di un provino: quando in tale rapporto si considera volume complessivo dei pori aperti e dei pori chiusi prende il nome di porosità totale ($n = V_{\text{vuoti}}/V_{\text{totale}}$).

*Dalla misura della porosità totale si ricava il **coefficiente di imbibizione**, ossia il rapporto % tra massa a secco e massa dopo l'immersione secondo i tempi prescritti nella normativa, che indica quanto un materiale all'apparenza compatto, immerso in acqua, ne assorbe fino ad eventuale saturazione. La porosità influenza le proprietà meccaniche e la capacità di assorbire liquidi e gas, con conseguenze importanti. È molto importante avere indicazioni sulla compattezza e durezza in condizioni normali e, in particolare, in caso di contatto prolungato con acque meteoriche e terreni umidi. La COMPATTEZZA è inversamente proporzionale alla porosità.*

18

Assorbimento d'acqua a pressione atmosferica (massi da scogliera, pietre da costruzione, rocce ornamentali)

L'assorbimento di acqua a pressione atmosferica è il rapporto percentuale tra la massa d'acqua assorbita in seguito a completa immersione di provini e la massa a secco del medesimo provino misurate a pressione atmosferica. I provini devono avere la forma di cubi, cilindri o prismi con un volume di almeno 60 cm^3 (UNI EN 13755).

Coefficiente di assorbimento capillare (massi da scogliera, pietre da costruzione, rocce ornamentali)

Si misura la quantità d'acqua assorbita per unità di superficie in funzione del tempo. Il coefficiente di assorbimento di acqua per capillarità $\text{g/cm}^2 \times \text{s}^{1/2}$ è il rapporto tra la massa d'acqua assorbita in (g) e l'area della faccia immersa nell'acqua in cm^2 , in funzione della radice quadrata del tempo di immersione (in s).

La roccia assume una certa quantità di acqua per forza di capillarità o per parziale contatto con l'acqua stessa (rocce poggianti su substrato umido – falda freatica, acqua di rimbalzo per il passaggio frequente di veicoli, ecc...) L'ascesa dell'acqua si arresta dove l'evaporazione annulla l'apporto di nuovo liquido, in un'area nella quale è tipica la cristallizzazione di sali contenuti nell'acqua. Questi sali (carbonati, solfati, nitrati) danno luogo ad efflorescenze, croste e patine bianche o di altro colore che compromettono seriamente l'aspetto estetico dei materiali, nonché la loro durezza. Caratteristica di cui tener conto per materiali impiegati in rivestimenti esterni, zoccolature (degradazione e "sgranamento" del materiale) e per l'effetto sui materiali metallici eventualmente abbinati (arrugginimento), sulle travi in legno vicine (che marciscono) e sulla degradazione di malte e intonaci (che si sfaldano). Grosso problema specialmente a latitudini temperate e fredde, con scarsa evaporazione (la nostra). Può anche essere valutato l'assorbimento di liquidi

di varia natura, come liquidi contenuti in adesivi impiegati per la posa in opera, inchiostro, olii e grassi, bevande, limo-
ne, detergenti...)

Durezza (inerti, pietre da costruzione, rocce ornamentali)

Esprime la pressione da applicare su un'area piccolissima per provocare un cedimento locale; dipende dalla durezza dei singoli minerali, dalla composizione percentuale e dalla struttura della roccia.

Importante dal punto di vista pratico la Segabilità. Rocce tenere come tufi e travertini possono essere tagliati con sega dentata di acciaio, rocce semidure come calcari e marne con seghe a denti di carburo di tungsteno, rocce molto dure (graniti, gneiss, porfidi...) richiedono lame diamantate.

Il laboratorio Marmi del Politecnico di Torino misura la durezza delle rocce con lo sclerometro di Knoop su 40 punti distribuiti a caso sul campione in esame; la prova consiste nel premere una punta di diamante contro il campione opportunamente trattato e misurare (col microscopio) la lunghezza del solco lasciato che è inversamente proporzionale alla durezza del minerale.

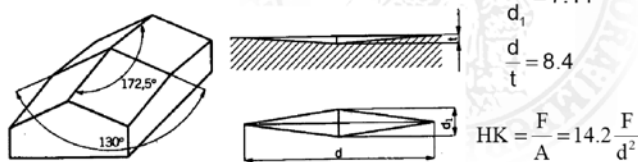
PROVA DI DUREZZA KNOOP (UNI EN ISO 4516:2004)

È una prova di **microdurezza**, condotta con carichi tra 25 e 3600 g

È utilizzata per:

- Provini piccoli o sottili
- Materiali fragili
- Misure di durezza su singoli grani

Il penetratore è un diamante a forma piramidale allungata (impronta rilasciata a forma di rombo)



PROVA DI DUREZZA KNOOP (UNI EN ISO 4516:2004) DUROMETRO



Durevolezza (massi da scogliera, murature e rocce ornamentali per esterni)

È la resistenza opposta agli agenti atmosferici che tendono a degradarle, è funzione del rapporto composizione chimica-clima (es. i graniti sono molto durevoli in clima freddo e secco ma alquanto alterabili in clima caldo e umido). Buone indicazioni per determinare la durevolezza si hanno osservando le rocce esposte da tempo all'ambiente naturale.

Gelività (massi da scogliera, pietre da costruzioni e rocce ornamentali per esterni)

Capacità di resistere al gelo-disgelo. Si valuta esponendo i campioni ad una serie di cicli di gelo-disgelo dopo averli saturati d'acqua e misurandone la resistenza a compressione. Prima e dopo i cicli di gelo disgelo. È una proprietà importante per l'impiego delle rocce, rocce gelive non sono adatta per esterni.

Sono richiesti 24 provini di forma cubica ($l=7,1$ cm per r. a grana fine, 10 cm per r. a grana grossa) sottoposte per 20 volte a temperature da -10 a $+35$. sono richieste tre prove: con provini asciutti (4 lungo direzione di stratificazione e 4 perpendicolari) con provini saturi d'acqua, con provini congelati. I provini della prima serie vanno asciugati fino a che a 30° non diano alcuna diminuzione di peso. Se i provini dopo le oscillazioni gelive presentano screpolature o diminuzione di resistenza a compressione del 20% rispetto ai provini uguali impregnati d'acqua si può dire che la roccia è geliva. I campioni devono essere rappresentativi della situazione reale.

Potere legante (inerti per sottofondi stradali)

Attitudine dei frammenti di alcune rocce a legarsi con altre particelle per formare un corpo compatto. Importante per sottofondi stradali (ottimi i calcari e le dolomie).

Quando sono sottoposti al compattamento gli elementi di pietrisco tendono a formare una struttura monolitica anche per l'effetto agglomerante del frantumato prodotto dagli elementi stessi. L'attitudine a formare tale legame rappresenta il potere legante dell'inerte.

La prova per la sua determinazione si esegue con l'apparecchio Page. Esso è costituito da un martelletto di circa 0.5 kg che cade da 1 cm di altezza una volta per secondo su un provino opportunamente preparato. Si assume come valore del potere legante il numero di colpi che determina la rottura del provino (valori buoni sono compresi tra 30 e 50).

20

Divisibilità (pietre ornamentali, massi da scogliera)

È l'attitudine delle rocce a spaccarsi secondo direzioni preferenziali (anisotropie planari). Per le rocce sedimentarie sono importanti la stratificazione per le metamorfiche la scistosità. Tutte le rocce sono soggette a fratturazione, la fratturazione latente è quella dovuta ai cosiddetti "peli" direzioni che si rilevano alla percussione, fratture invisibili lungo le quali la roccia si rompe più facilmente. Molte rocce ornamentali fra cui il marmo di Carrara sono state per molto tempo coltivate sfruttando appunto i "peli".

Dimensionalità

Volume roccioso unitario VRU dipende dalla divisibilità è richiesta per opere particolari come colonne, fondazioni di porti, massi da scogliere. Le più adatte sono le rocce non stratificate come graniti, sieniti, certi basalti, marmi, oppure rocce massicciamente stratificate come alcuni calcari.

Resistenza a compressione (un po' per tutto)

Dipende dalle proprietà meccaniche dei suoi componenti, dalla composizione mineralogica, dalla grana della roccia, dal tipo di cemento, dalle discontinuità presenti. Si ottiene da prove in cui i provini vengono sottoposti a pressione crescente fino alla rottura. Si misura in Kg/cm^2 (perché è più intuitivo il valore ottenuto) oppure in MegaPascal [MPa]; $10 \text{ kg}/\text{cm}^2$ corrispondono a 1 MPa.

La resistenza a compressione si misura con apposite presse idrauliche su provini cubici di dimensioni prestabilite. La preparazione del provino è piuttosto complessa e costosa per cui spesso si ricorre ad una prova di più semplice preparazione detta Point Load Test (prova a carico puntiforme).

ROCCIA	Compressione (MPa)	Trazione (MPa)
<i>Granito</i>	100-250	7-25
<i>Diorite</i>	180-300	15-30
<i>Gabbro</i>	180-300	15-30
<i>Basalto</i>	150-300	10-30
<i>Arenaria</i>	20-170	4-25
<i>Argillite</i>	10-100	2-10
<i>Calcarea</i>	30-250	5-25
<i>Dolomia</i>	80-250	15-25
<i>Carbone</i>	5-50	2-5
<i>Quarzite</i>	150-300	10-30
<i>Gneiss</i>	50-200	5-20
<i>Marmo</i>	100-250	7-20
<i>Ardesia</i>	100-200	7-20

Point Load Test

La prova a carico puntiforme o *Point Load Test* è particolarmente indicata per le rocce lapidee, per le quali è assai difficile preparare provini di dimensioni geometriche perfette da sottoporre alla prova di compressione semplice con espansione laterale libera.

Le modalità di esecuzione della prova sono le seguenti: il campione, di lunghezza circa 1,5 volte il diametro, viene posto fra due punte formate da coni di acciaio con angolo di circa 60°. Una leva azionata a mano consente di esercitare, tramite un pistone idraulico, un carico che viene registrato con un manometro, il valore ricercato è il carico di rottura registrato da una lancetta un istante prima che avvenga la rottura del provino, a questo si accoppia la misura dello spessore del provino effettuata con un calibro.

Poiché la resistenza al carico di punta dipende dal diametro del provino si rende necessario standardizzare la misura facendo riferimento ad un diametro predefinito di 50 mm.

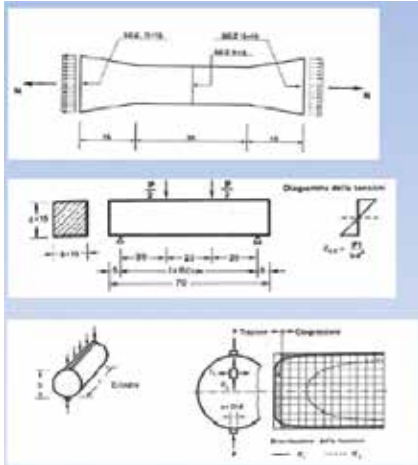
Per i campioni che presentano dimensioni diverse bisogna impiegare un diagramma che fornisce le curve di correzione per diametri del campione compresi fra 30 e 100 mm.

Il valore così ottenuto, carico di rottura I_5 viene successivamente trasformato mediante un nomogramma nell'Indice di Resistenza I_s che costituisce un importante parametro per la definizione della resistenza meccanica dell'ammasso roccioso.

L'Indice di Resistenza I_s inoltre è stato correlato in letteratura alla resistenza a compressione semplice q_c secondo la relazione empirica: $q_c = (17-24)I_s$

Martello di Schmidt

È uno strumento utilizzato per testare la resistenza a compressione del calcestruzzo ma opportunamente tarato funziona anche con le rocce. Esso fornisce un valore locale della resistenza a compressione. Il principio di funzionamento del martello è quello di misurare il rimbalzo di un pistoncino metallico che percuote la roccia mediante la spinta di una molla. Sul martello è riportato un grafico che fornisce la correlazione fra il valore letto sullo strumento e la resistenza a compressione tenendo conto della inclinazione del martello e della densità della roccia.



22

Resistenza a trazione (circa 1/10 di Resistenza a compressione):

Prova a trazione semplice, dove la resistenza media è calcolata dal valore del rapporto tra il carico di rottura e l'area della sezione di rottura.

Prova a flessione semplice, la resistenza a trazione si ottiene dividendo il valore del momento flettente di rottura per il modulo di resistenza della sezione del provino.

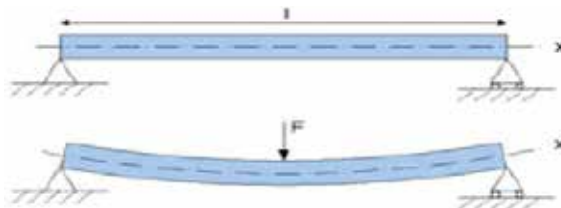
Prova brasiliana: un carico uniforme di compressione viene applicato lungo due generatrici diametralmente opposte: si inducono così nel provino tensioni di trazione in direzione normale a quella di applicazione del carico.

Resistenza alla flessione ($\ll R$ compressione): la resistenza a flessione sotto carico concentrato viene determinata su provini di forma parallelepipedica, aventi spessore compreso tra 25 mm e 100 mm, lunghezza pari a 6 volte lo spessore e larghezza compresa tra 50 mm. La prova viene eseguita poggiano ciascun provino su due coltelli a spigolo arrotondato, situati ad una distanza pari a 5 volte lo spessore e applicando un carico F gradualmente crescente, mediante un terzo coltello disposto in mezz'aria fino a produrre la rottura del provino.

Resistenza al Taglio (circa 1/3 di Resistenza a compressione): è la resistenza che una roccia oppone alle forze che tendono a romperla per scorrimento, dipende da coesione ed attrito.

Resistenza all'urto (tenacità)

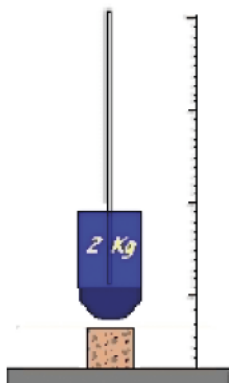
Esprime il lavoro necessario a portare a rottura un volume unitario di materiale (pressione). Si misura lasciando cadere un peso su un provino cubico o cilindrico secondo norme standard, il coefficiente di tenacità risulta uguale a $2/27 * n$. colpi (Kg/cm^2). Le rocce a grana fine sono più tenaci. Scala di tenacità: basalti, porfidi, andesiti, dioriti e gabbri, quarziti, graniti e sieniti, calcari con dolomie e marmi, serpentine, arenarie non silicee. La tenacità è importante per materiali soggetti ad urti es. ballast ferroviario.



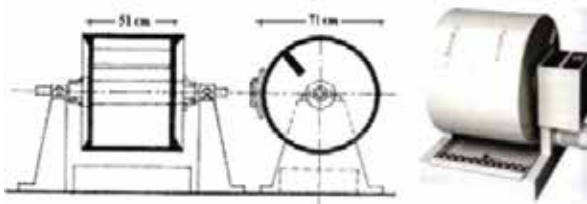
Resistenza all'usura per attrito radente (pavimentazioni stradali)

È una prova utilizzata per testare rocce per pavimentazioni stradali, si esegue su provini con facce quadrate pre-mute su un disco cosparso di abrasivo che ruota facendo fare al provino un percorso di 500 metri.

La resistenza all'urto è richiesta per i materiali litici impiegati in lastre, masselli, cubetti. Si utilizzano provini cubici di 30 mm sottoposti all'azione d'urto di una massa che cade da un'altezza progressivamente crescente (1 cm) con frequenza 10 sec. La resistenza all'urto è data dal numero di colpi necessari alla rottura del provino, pari all'altezza di caduta.



Prova Los Angeles LA



Resistenza all'usura

La prova consiste in un disco rotante (tribometro) con velocità periferica 1m/sec, su cui vengono premuti (15 kg) due provini (facce quadrate da 50 cm^2) in posizione diametralmente opposta: il primo è quello in esame il secondo è realizzato con un materiale campione (granito di San Fedelino). Si sparge dell'abrasivo e si fa compiere un numero di giri corrispondente ad un percorso di 500 m. La resistenza all'usura è data dal rapporto tra la riduzione media di spessore di un provino campione in centesimi di mm e quella riscontrata nel materiale in esame. Basalti 0,3-1; Graniti 0,3-1,3; Calcari 0,3-0,8

Resistenza ad usura (Prova "Los Angeles")

Scopo

L'apparecchiatura "Los Angeles" serve a determinare la perdita di massa degli aggregati da impiegarsi nella confezione di calcestruzzi o rilevati stradali.

Apparecchiatura

L'apparecchiatura "Los Angeles" è costituita da:

- un cilindro d'acciaio di dimensioni standardizzate, indicate in figura, provvisto di apertura sulla parete cilindrica. Il cilindro è provvisto nel suo interno di una mensola di acciaio di 90 mm con spessore di 25 mm, disposta radialmente e fissata alla parete cilindrica per tutta la sua altezza ad una distanza non minore di 1270 mm dall'apertura, misurata secondo la circonferenza nel senso di rotazione. Il cilindro deve poter ruotare attorno all'asse alla velocità di 30-33 giri al minuto a pieno carico. La potenza del motore non deve essere minore di 1,5 kW. L'apparecchio è corredato da uno strumento che consente l'interruzione della prova dopo 100, 500 e 1000 giri.
- Una carica abrasiva costituita da una miscela di sfere di acciaio UNI 3097 aventi diametro compreso fra 46 e 47,6 mm e massa compresa fra 390 e 445 g. La composizione della miscela di sfere deve il rispetto delle tolleranze di massa prescritte. Il numero delle sfere da utilizzare dipende dalla granulometria del campione.
- Stacci 1,6 - 2 - 4 - 8 - 16 - 31,5
- Bilancia con portata 15 kg e precisione 10 g
- Stufa per essiccamento con capacità di mantenere una temperatura di 105°+5°
- Recipienti metallici di forma e capacità adatta a contenere il materiale in esame.

24

Procedimento per aggregati con diametro massimo minore di 31,5 mm

La prova va eseguita sul materiale rappresentativo, prelevato e ridotto secondo UNI 8520/3, trattenuto allo staccio 1,6 UNI 2332.

Il materiale deve essere lavato ed essiccato alla temperatura di 105° +5° C fino a massa costante.

Mediante vagliatura secondo UNI 8520/5 si separa l'aggregato in classi granulometriche e di ogni classe si prepara un campione avente massa M1 pari a 5 ±0,010 kg. Si introduce il campione nell'apparecchio di prova assieme alla carica abrasiva. Questa è formata secondo quanto indicato nel prospetto seguente.

IL cilindro viene fatto rotare per 500 giri. Il materiale è quindi tolto e vagliato allo staccio 1,6 UNI 2332, al quale verrà sovrapposto per protezione uno staccio 4 UNI 2332. Il trattenuto è lavato ed essiccato alla temperatura di 105° ± 5° C fino a massa costante e, dopo raffreddamento a temperatura ambiente, se ne determina la massa M2 con precisione di un grammo.

Espressione dei risultati

La perdita di massa per urto e rotolamento all'apparecchio "Los Angeles" viene riferita percentualmente alla massa iniziale del campione, secondo l'espressione seguente:

$$LA=100*(M1-M2)/M1$$

dove:

LA è la perdita di massa percentuale del materiale sottoposto a prova;

M1 è la massa iniziale secca, in grammi, del campione;

M2 la massa secca, in grammi, del trattenuto allo staccio 1,6 UNI 2332 dopo esecuzione della prova.

Il risultato è arrotondato alla mezza unità più prossima.

Esecuzione della prova

Le norme tecniche dell'A.N.A.S. contenute nel capitolato speciale d'appalto del 1993, relative alle sovrastrutture stradali prevedono che la perdita in peso alla prova "Los Angeles" eseguita sulle singole pezzature (norme ASTM C 131 - AASHTO T 96), debba essere inferiore o uguale al 30% .

Punto di fusione

Il punto di fusione è una proprietà fondamentale per alcuni impieghi di materiali naturali e sintetici, in particolare nel campo dei refrattari (cioè capaci di resistere per lunghi periodi alle alte temperature ($538\text{ }^{\circ}\text{C} = 1.0000^{\circ}\text{F}$) senza reagire chimicamente con gli altri materiali). In generale il comportamento di fusione o sublimazione dipende molto dalla forza del legame atomico.

Coefficiente di dilatazione termica lineare

È una caratteristica particolarmente importante per i materiali utilizzati per rivestimenti di facciate, che sono soggetti ad elevate escursioni termiche. I valori del coefficiente di dilatazione termica lineare, espresse in $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ **sono in genere molto bassi** ma variano da roccia a roccia occorre dunque molta cautela nell'abbinamento tra materiali lapidei diversi quando si opera in presenza di elevate escursioni termiche.

Conducibilità termica k

Definisce la capacità di un materiale di propagare il calore ovvero il flusso di calore entro un materiale. È espressa come unità di $\text{cal}/\text{sec cm}^2\text{ }^{\circ}\text{C cm}$, ovvero quantità di calore che passa attraverso una sezione (cm^2) e per una distanza (cm) nel tempo (sec). Le unità SI sono $\text{W}/\text{m K}$ o $\text{W}/\text{cm }^{\circ}\text{C}$. da essa dipende la maggiore o minore dispersione del calore.

Calcimetria

serve a trovare il contenuto in carbonato di calcio di una roccia, è una prova molto importante per il confezionamento della calce o del cemento.

Procedimento

Si prende il campione di roccia e lo si macina, poi si vaglia con vaglio da 4 mash o più fine e se ne preleva 0,5 grammi con pesata esatta (bilancia analitica). Si pone in una beu-

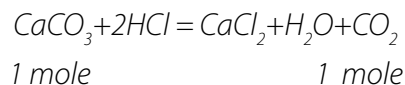


ta (1). Nella beuta si aggiunge una provetta con 5 cc di HCl a 12° Baumé, in modo che l'acido non venga versato subito. Si tappa la beuta che è collegata con un tubo flessibile al cilindro graduato (4), riempito d'acqua fino al punto 0 (per vedere meglio l'acqua è stato aggiunto del metilarancio).

Il cilindro è collegato con vaso serbatoio (5) mediante un tubo flessibile che serve per immettere l'acqua nel cilindro e azzerare lo strumento.

Il cilindro graduato è munito di una chiusura ermetica per impedire la fuoriuscita dell'anidride carbonica dal tubo flessibile.

La reazione è la seguente:



La CO₂ che si sviluppa nella beuta esce lungo il tubo flessibile, giunge nel cilindro graduato e comprime l'acqua contenuta che va a finire nel serbatoio di espansione.

Si attendono circa 15 minuti affinché la reazione abbia tempo di svilupparsi; si agita un pochino la beuta.

La CO₂ che si sviluppa è calda (reazione esotermica) per cui è bene che il tubo flessibile sia messo in una serpentina (6) a temperatura costante. È necessario che la lettura sul cilindro graduato si faccia con il livello del serbatoio (5) corrispondente a quella del cilindro (4).

26

Si applica la legge generale dei gas:

$$PV=nRT$$

P= pressione atmosferica [atm]

V=Volume della CO₂ [l]

R= costante universale dei gas=0,082

T= temperatura assoluta

n= numero di molecole do CO₂ che corrispondono al numero di moli di CaCO₃

$$n=PV/RT$$

una mole di CaCO₃ dà origine a una mole di CO₂, il P.m. di CaCO₃ è 100, (per cui per trovare il numero di moli di CO₂ deve dividere il peso del CaCO₃ per 100).

Se ho la pressione in mm di Hg devo dividerla per 760 per trasformarla in atmosfere.

La percentuale di CaCO₃ si ricava con la seguente formula:

$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{\frac{P}{760} \times \frac{\text{cc CO}_2}{1000}}{0.082 \times T. \text{ assoluta}} \times \frac{100 \times 100}{\text{g sostanza}}$$

PREPARAZIONE di SEZIONI SOTTILI

Le sezioni sottili sono molto importanti, esse costituiscono il primo passo per lo studio delle rocce (petrografia). Attraverso lo studio al microscopio delle sezioni sottili si può definire la loro composizione mineralogica, la loro struttura e la loro tessitura. Si può subito capire se è una roccia è tenera, facilmente segabile come i marmi (mancano minerali con durezze maggiori di 5 nella scala di Mohs), oppure simile ai graniti con minerali (quarzo e feldspati) con durezza 6 e 7. Questo carattere influisce molto sulla lavorazione. Si possono individuare difetti, porosità, minerali indesiderabili (come la pirite che ossidandosi crea fastidiose patine rosse).

Una sezione sottile ha uno spessore di circa 30 micron, che rende la roccia trasparente e permette di riconoscere i minerali attraverso il microscopio da mineralogia.

La composizione mineralogica è sostanzialmente rappresentata con una percentuale, strutture e tessiture sono caratteristiche dei vari tipi di roccia.

La struttura di una roccia magmatica definisce il grado di cristallizzazione, la grana dei minerali e la loro forma. La tessitura definisce le relazioni spaziali esistenti fra i minerali. Nelle rocce magmatiche intrusive normalmente i minerali sono disposti a caso e la roccia assume un aspetto omogeneo (tessitura isotropa), nelle rocce effusive si possono riconoscere cristalli più grossi immersi in una massa fine e cristalli disposti parallelamente gli uni con gli altri (tessitura anisotropa).

Per le rocce sedimentarie la struttura si riferisce alle proprietà degli elementi che compongono il sedimento (la grandezza dei grani, la loro forma e il loro grado di smussamento); ai rapporti fra granuli e matrice (la matrice è la porzione a grana minuta); all'assetto dei grani e ai loro rapporti reciproci; alla presenza di vuoti (porosità). La tessitura riguarda i caratteri di insieme della roccia osservabili a scala maggiore, come particolari disposizioni dei grani (strutture gradate, incrociate, laminate).

Le strutture delle rocce metamorfiche si può in qualche modo ricondurre a quella delle magmatiche. La tessitura riguarda l'orientazione spaziale dei minerali, quando i minerali mostrano una distribuzione casuale la tessitura è massiva (isotropa). Più spesso però i minerali sono organizzati e distribuiti su superfici piane (t. scistosa piana) o ondulate (t. scistosa ondulata o pieghettata) oppure in direzioni particolari (t. lineare o gneissica).

Esercitazione: **REALIZZAZIONE DI SEZIONI SOTTILI**

Allievi: **Maurizia Dai Prà, Ruben Conedera, Samuele Grenzi**

Scopo: **Realizzare una sezione sottile al fine di poter poi analizzare la roccia e riconoscere i minerali che contiene**

Occorrente:

- vetrini di due dimensioni differenti (4 x 8 cm x 5 mm e 2 x 3 cm x 0.5 mm)
- sega diamantata o lama per tagliare la roccia
- balsamo del Canada

- carburo di silicio con grana 400, 600 e 1000 mesh
- acqua
- spruzzetta
- piano di lavoro in vetro (quadrato circa 15 x 15 cm con spessore di circa 8 mm)
- xilolo
- pece, becco Bunsen e sostegno per il contenitore della pece
- disco rotante per lavorare più velocemente il campione (non è assolutamente necessario, limita i tempi di lavorazione. Si può lavorare tranquillamente anche a mano)

Svolgimento:

- 1) Con la sega diamantata tagliare una fetta di roccia dello spessore di 2 - 4 mm (con rocce compatte si può ridurre lo spessore) e delle dimensioni di circa 2 x 3 cm.
- 2) Prendere il piano di lavoro e porci del carburo di silicio 1000 mesh. Abradere una sola faccia del vetrino più piccolo (e fragile!) strofinandola sul piano utilizzando il carburo.



28



- 3) Se il vetrino non si opacizza omogeneamente, si tratta probabilmente di un difetto del vetro stesso. Quindi, si potrà strofinare il vetrino sull'angolo del piano finché non si ottiene l'effetto voluto. Ripetere lo stesso procedimento con il campione di roccia al fine di renderla liscia eliminando i segni della sega. Lavare sia vetrino che campione ed asciugarli bene.



- 4) Incollare la fettina (dalla parte liscia) alla parte ruvida del vetrino con del balsamo del Canada.
- 5) Prendere il vetrino 4 x 8 cm, porvi sopra una goccia di xilolo e appoggiarci il vetrino 2 x 3 cm. Sigillare tutti i bordi con della pece precedentemente riscaldata.

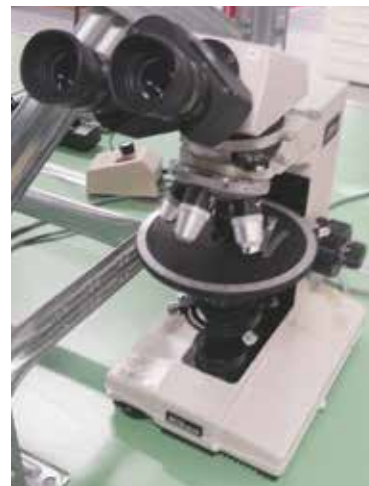


- 6) Procedere strofinando la roccia sul disco abrasivo (ricoperto di carburo di silicio 400 mesh (mesh = numero di maglie per pollice lineare) bagnato con acqua) dal centro al bordo e viceversa tenendolo saldamente con le dita. Ripetere anche con il carburo 600 mesh e con il carburo 1000 mesh. Terminare di abraderre a mano sul piano di vetro con il carburo 1000 mesh. Quando la roccia ha raggiunto lo spessore adatto ad una sezione sottile (circa 30 micron) si può ripulire la sezione e staccare la pece con una palettina (la pece può essere recuperata).

- 7) Infine si può osservare la sezione al microscopio.

Osservazioni: A volte le sezioni tendono a staccarsi dal vetrino o a rompersi. Quando questo avviene può essere complicato riattaccarle al loro posto, soprattutto quando cominciano ad avere spessori molto ridotti.

Conclusioni: Possiamo dire che la maggior parte di noi è riuscita a realizzare una sezione sottile, ed alcune erano anche abbastanza buone come lavorazione e spessore.







analisi Pietre DELL'agordino



FILLADI

Età *Paleozoico*

Litologia *Miche, cloriti, quarzo*

Stratificazione

Spessore della formazione *hm*

Reperibilità *Facile*

**Altre Caratteristiche
(calcimetrie, ultrasuoni...)**

**Resistenza
Compressione Semplice** *250 Kg/cm²*

**Volume Roccioso
Unitario** *Basso*

Durevolezza *Bassa*

Lucidabilità *Sì*

Gelività *Alta*

Durezza (inversa segabilità) *3-4*

**Utilizzo
SI/NO perché** *No, per VRU, RCS e
durevolezza bassi,
alta gelività*



PRASINITE

Età *Paleozoico*

Litologia *Albite, clorite,
tremolite, pirite*

Stratificazione

Spessore della formazione *dam*

Reperibilità *Discreta*

**Altre Caratteristiche
(calcimetrie, ultrasuoni...)**

**Resistenza
Compressione Semplice** *Buona*

**Volume Roccioso
Unitario** *Discreto*

Durevolezza *Discreta*

Lucidabilità *Sì*

Gelività *Moderata*

Durezza (inversa segabilità) *6*

**Utilizzo
SI/NO perché** *No per alta presenza di
pirite che ossidandosi
provoca la formazione di
macchie di ruggine*

GNEISS

Età	<i>Paleozoico</i>
Litologia	<i>Quarzo, feldspati, poca mica</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Facile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Buona</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Discreto</i>
Durevolezza	<i>Discreta</i>
Lucidabilità	<i>Sì</i>
Gelività	<i>Moderata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>5-6</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>Sì, meno indicata causa gelività e spessore.</i>



Gneiss occhiadino



Gneiss porfiroide



Paragneiss occhiadino



CONGLOMERATO DI PONTE GARDENA

Età	<i>Permiano</i>
Litologia	<i>Quarzo, filladi, abbondante matrice micacea</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Facile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Scarsa</i>
Lucidabilità	<i>No</i>
Gelività	<i>Alta</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3-4</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, roccia scadente</i>



PORFIDO

Età	<i>Permiano</i>
Litologia	<i>Quarzo feldspati</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Elevata</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Elevato</i>
Durevolezza	<i>Alta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Bassa</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>7</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No. È una buona roccia ma è difficilmente reperibile</i>



ARENARIE DI VAL GARDENA

Età	<i>Permiano</i>
Litologia	<i>Arenarie quarzoso feldspatiche con minerali, argillosi</i>
Stratificazione	<i>Da sottile a media</i>
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Discreta</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Velocità ultrasuoni 800 m/s</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Scarsa</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>6-7</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per la scarsa durevolezza e il basso VRU</i>



FORMAZIONE A BELLEROPHON

Età	<i>Permiano superiore</i>
Litologia	<i>Dolomie chiare, marne da grigie a nere, evaporiti fosfatiche (gessi e anidriti) e calcari scuri contenenti fossili (Bellerophon)</i>
Stratificazione	<i>Dolomie chiare con strati marnosi, alternanze cicliche di dolomie grigie più o meno marnose</i>
Spessore della formazione	<i>Dolomie chiare: strati decimetrici, alternanze: pochi metri, cicli evaporitici: 100-150 m</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Bassa</i>
Lucidabilità	<i>Buona (calcari)</i>
Gelività	<i>Medio-alta</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per le scarse caratteristiche meccaniche</i>



FORMAZIONE DI WERFEN

Età	<i>Triassico inferiore</i>
Litologia	<i>Calcari, Marne, Arenarie, siltiti, sottilmente stratificate</i>
Stratificazione	<i>Strati sottili</i>
Spessore della formazione	<i>hm</i>
Reperibilità	<i>Facile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Scarsa</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>4-6</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per scarso VRU e scadenti caratteristiche meccaniche</i>



DOLOMIA DEL SERLA INFERIORE

Età	<i>Triassico inferiore</i>
Litologia	<i>Dolomia</i>
Stratificazione	<i>Strati da sottili a medi</i>
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Media</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio-basso</i>
Durevolezza	<i>Discreta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Media</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>4</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per scarso VRU e reperibilità</i>



FORMAZIONE DI AGORDO

Età	<i>Triassico medio-inferiore</i>
Litologia	<i>Arenarie, calcareniti, calcari neri</i>
Stratificazione	<i>Strati da sottili a medi</i>
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Scarsa</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Contiene frustoli carboniosi</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Medio bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio basso</i>
Durevolezza	<i>Discreta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Mediamente geliva</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No poco interessante, cambia colore, VRU basso</i>



CONGLOMERATO DI RICHTHOFEN

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Conglomerati e arenarie</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam-hm</i>
Reperibilità	<i>Scarsa</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Bassa</i>
Lucidabilità	<i>Difficile</i>
Gelività	<i>Elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, è una roccia scadente</i>



CALCARE DI MORBIACH

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Calcari marnosi nodulari scuri</i>
Stratificazione	<i>40-50 cm</i>
Spessore della formazione	<i>+dam</i>
Reperibilità	<i>Discreta</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Contiene frustoli carboniosi</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Media</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio basso</i>
Durevolezza	<i>Discreta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Media</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, è una roccia debole e il VRU è basso</i>



FORMAZIONE DEL CONTRIN

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Dolomie massicce o grossolanamente stratificate più o meno porose</i>
Stratificazione	<i>Massiccia</i>
Spessore della formazione	<i>hm</i>
Reperibilità	<i>Facilmente accessibile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>550 Kg/cm²</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Elevato</i>
Durevolezza	<i>Discreta-buona</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Scarsa</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>4</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>SI è estratta e commercializzata col nome di Dolomia del Serla</i>



FORMAZIONE DI MOENA

Età	<i>Trias medio</i>
Litologia	<i>Calcari e dolomie bitumonose, breccie</i>
Stratificazione	<i>Intervalli sottili alternati a strati massicci</i>
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Contiene idrocarburi, odora di petrolio, perde il colore nero. CaCO₃ 93%</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Elevata 2000 kg/cm²</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Elevato</i>
Durevolezza	<i>Scarsa</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Mediamente geliva</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per scarsa accessibilità (è in zone protette)</i>



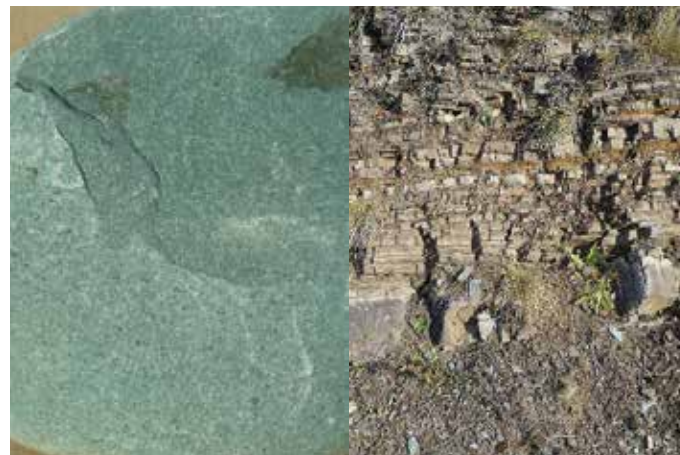
DOLOMIA DELLO SCILIAR

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Dolomie massicce, saccaroidi e porose</i>
Stratificazione	<i>Strati massicci</i>
Spessore della formazione	<i>Diversi hm</i>
Reperibilità	<i>Discreta</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Ultra suoni 5000 m/s</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Elevata attorno ai 1100 kg/cm²</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Molto elevato</i>
Durevolezza	<i>Elevata</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Non geliva</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3,5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>Possibile in caso di depositi di frana a grossi massi</i>



CALCARE DELLA MARMOLADA

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Calcari</i>
Stratificazione	<i>Strati massicci</i>
Spessore della formazione	<i>Diversi hm</i>
Reperibilità	<i>Difficile si trova solo ad alte quote</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Velocità ultrasuoni 5000 m/s</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Elevata</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Elevatissimo</i>
Durevolezza	<i>Elevata</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Non geliva</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3-3,5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>Possibile in caso di accumuli di frana</i>



FORMAZIONE DI LIVINALLONGO

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Calcari più o meno selciferi Nodulari, pietre verdi, calcari bituminosi</i>
Stratificazione	<i>Strati per lo più sottili</i>
Spessore della formazione	<i>dam-hm</i>
Reperibilità	<i>Accessibile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Velocità ultrasuoni 3000 m/s</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>1300 kg/cm² per la Pietra Verde</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Da scarsa a elevata a seconda dei litotipi</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Media</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>Da 4 a 6</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per il basso VRU. Nella zona di Rucavà esisteva una cava di calcari bituminosi.</i>

ROCCE INTRUSIVE DI MALGONERA

Età *Triassico medio*

Litologia *Monzoniti, sieniti, gabbri, pirosseniti*

Stratificazione

Spessore della formazione *dam*

Reperibilità *Difficile*

**Altre Caratteristiche
(calcimetrie, ultrasuoni...)**

**Resistenza
Compressione Semplice** *Alta*

**Volume Roccioso
Unitario** *Medio*

Durevolezza *Discreta*

Lucidabilità *Si*

Gelività *Moderata*

Durezza (inversa segabilità) *6-7*

**Utilizzo
SI/NO perché** *No per la scarsa
accessibilità*



Monzonite



Monzonite e sienite



Gabbro



CAOTICO ETEROGENEO

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Brecce e conglomerati in abbondante matrice sabbiosa</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam-hm</i>
Reperibilità	<i>Discreta</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Medio bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio</i>
Durevolezza	<i>Bassa</i>
Lucidabilità	<i>No</i>
Gelività	<i>Media</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5-4</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, è una roccia scadente</i>



ROCCE EFFUSIVE, ANDESITI, BASALTI

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Andesiti a fessurazione colonnare, lave a pillows</i>
Stratificazione	<i>Fessurazione colonnare</i>
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Medio</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio basso</i>
Durevolezza	<i>Bassa</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>6-7</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, non sono durevoli, difficili da reperire</i>



FORMAZIONE DEL MONTE FERNAZZA

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Arenarie vulcano clastiche verdi con esfoliazione cipollare</i>
Stratificazione	<i>Strati massicci</i>
Spessore della formazione	<i>hm</i>
Reperibilità	<i>Mediamente accessibile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza	<i>Media</i>
Compressione Semplice	<i>700 Kg/cm²</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio elevato</i>
Durevolezza	<i>Medio-bassa, essendo composta da minerali femici altera facilmente</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Mediamente geliva</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>6</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per la durevolezza</i>



CONGLOMERATO DELLA MARMOLADA

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Conglomerato a elementi vulcanici in matrice sabbiosa vulcanica verde</i>
Stratificazione	<i>Strati da medi a grossi</i>
Spessore della formazione	<i>hm</i>
Reperibilità	<i>Difficile, si trova di solito ad alta quota</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Velocità ultrasuoni 4010 m/s</i>
Resistenza	<i>Media</i>
Compressione Semplice	<i>circa 800 kg/cm²</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio-elevato</i>
Durevolezza	<i>Medio bassa</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Variabile a seconda degli strati</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>6-7</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per la reperibilità, in passato è stato usato come pietra da mola.</i>



FORMAZIONE DI WENGEN

Età	<i>Triassico medio</i>
Litologia	<i>Arenarie, tufiti, marne, argilliti</i>
Stratificazione	<i>Strati sottili</i>
Spessore della formazione	<i>hm</i>
Reperibilità	<i>Discretamente raggiungibile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Molto basso</i>
Durevolezza	<i>Molto bassa</i>
Lucidabilità	<i>Non lucidabile</i>
Gelività	<i>Molto elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3-5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No per le bassissime caratteristiche meccaniche</i>



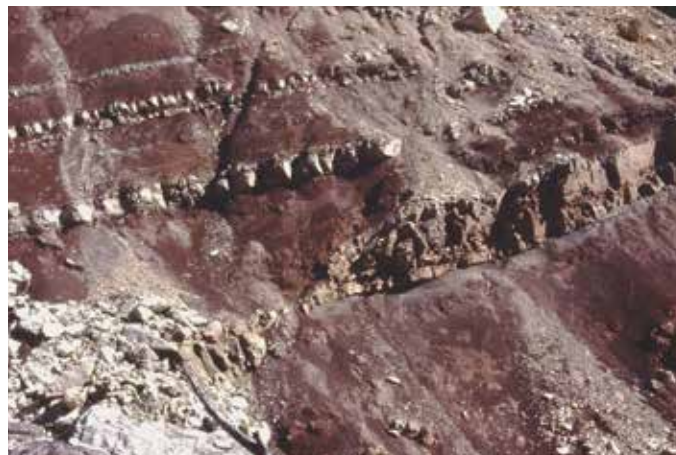
DOLOMIA CASSIANA

Età	<i>Triassico superiore</i>
Litologia	<i>Dolomie massicce e porose bianco-grigio chiare</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam-hm</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	<i>Velocità ultra suoni 3300 m/s</i>
Resistenza Compressione Semplice	<i>Alta</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Alto</i>
Durevolezza	<i>Elevata</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Media</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, è scarsamente reperibile (si trova ad alta quota) a bassa quota solo Col di Rocca</i>



FORMAZIONE DI SAN CASSIANO

Età	<i>Triassico superiore</i>
Litologia	<i>Argilliti, marne, calcari</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Scarsa</i>
Lucidabilità	<i>No</i>
Gelività	<i>Elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>2-3</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, è una roccia scadente</i>



FORMAZIONE DI TRAVENANZES

Età	<i>Triassico superiore</i>
Litologia	<i>Argilliti, arenarie, stiltiti</i>
Stratificazione	
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Bassa</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Basso</i>
Durevolezza	<i>Scarsa</i>
Lucidabilità	<i>No</i>
Gelività	<i>Elevata</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3-4</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No, è una roccia scadente</i>



DOLOMIA PRINCIPALE

Età	<i>Triassico superiore</i>
Litologia	<i>Dolomie compatte e porose</i>
Stratificazione	<i>Stratificazione in grossi banchi</i>
Spessore della formazione	<i>hm</i>
Reperibilità	<i>Facile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>1100 Kg/cm²</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Alto</i>
Durevolezza	<i>Alta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Bassa</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>Si, anche se la porosità potrebbe dare qualche problema nella lavorazione</i>



CALCARI GRIGI

Età	<i>Giurassico inferiore</i>
Litologia	<i>Calcari vari</i>
Stratificazione	<i>Grossi strati</i>
Spessore della formazione	<i>Fino a 400 m</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Alta</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Alto</i>
Durevolezza	<i>Alta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Bassa</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>No perché è presente solo ad alta quota</i>



ROSSO AMMONITICO

Età	<i>Giurassico medio (Bojaciano sup.- Titoniano)</i>
Litologia	<i>Calcari nodulari rossicci, tenaci. Presenza di fossili e ammoniti nei noduli</i>
Stratificazione	<i>Grossi strati</i>
Spessore della formazione	<i>dam</i>
Reperibilità	<i>Difficile</i>
Altre Caratteristiche (calcimetrie, ultrasuoni...)	
Resistenza Compressione Semplice	<i>Alta</i>
Volume Roccioso Unitario	<i>Medio</i>
Durevolezza	<i>Alta</i>
Lucidabilità	<i>Si</i>
Gelività	<i>Bassa</i>
Durezza (inversa segabilità)	<i>3.5</i>
Utilizzo SI/NO perché	<i>Si, ma può presentare difficoltà di reperimento in Agordino in quanto è presente solo a Forcella Folega (La Valle)</i>







Il concetto di ripristino ambientale al termine di un qualsiasi utilizzo del suolo è un tema molto dibattuto, ma molto importante per evitare di creare quelli che vengono definiti “disastri ambientali”. All’interno del progetto “La pietra veneta tra tradizione e innovazione”, si è cercato di dare particolare importanza a questo argomento, da ritenersi di fatto un passo obbligatorio nel momento in cui si intende intraprendere un’attività di cava. Sono state fatte 4 lezioni frontali di 3 ore ciascuna all’interno delle quali si è cercato di trasmettere i concetti di sostenibilità ambientale, di recupero ambientale e di sicurezza di un sito.

Per poter rendere questi aspetti più chiari sono state svolte diverse prove pratiche, attraverso casi realmente esistenti inseriti in un contesto, però, immaginario. Per permettere agli studenti di affrontare direttamente i problemi e quindi conoscere in prima persona gli aspetti legati al recupero ambientale di una cava, sono state svolte delle prove pratiche al termine di ogni lezione. Queste prove prendevano spunto da situazioni reali e locali che venivano presentate attraverso alcune fotografie e qualche sommaria informazione sul luogo; veniva pertanto lasciata all’immaginazione dei ragazzi la discussione di alcuni dettagli. Il risultato finale è pertanto un documento che presenta dei dati e delle informazioni che nella realtà i siti indicati non presentano. È stata scelta questa strada in quanto impossibile effettuare dei sopralluoghi per tutti i casi presentati.

Naturalmente i lavori sono incentrati sugli argomenti affrontati durante le lezioni precedenti; di conseguenza gli elaborati della quarta lezione sono più completi e esaurienti rispetto a quelli realizzati durante la prima.

L'UOMO e L'AMBIENTE

Sostenibilità ambientale

Lo sviluppo ha portato l'uomo ad un utilizzo sempre maggiore del territorio, ma col passare del tempo ci si è resi conto che uno sfruttamento senza programmazione e senza studio è dannoso all'ambiente e alla natura. Da un po' di tempo si parla sempre di più del concetto di sostenibilità ambientale, ma non sempre si ha chiaro il significato di questa espressione: la sostenibilità ambientale esprime la capacità di preservare nel tempo le caratteristiche di un territorio, valorizzando l'ambiente in quanto "elemento distintivo", garantendo la tutela delle risorse naturali e del patrimonio.

In poche parole "Sostenibilità" è diventata la parola chiave per vivere il presente e progettare il futuro con responsabilità. Anche la normativa italiana negli ultimi anni si è diretta decisa in questa direzione con obiettivo primario "la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali" (D.Lgs. 152/06, art.2).

Lezione 1:

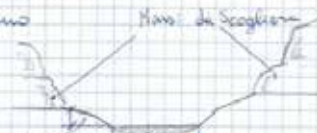
- Sostenibilità ambientale
- Impatto dell'uomo sull'ambiente
- Impatto di una cava sull'ambiente
- Cosa vuol dire recupero ambientale
- Esempi di recupero ambientale e caso pratico

50

1) PROBLEMI

IPSA PAOLO MASAREI RICCARDO

- Tubi in plastica
- Possibile gonfiamento dovuto all'erosione su parete argillosa
- Possibile scollimento del muretto di contenimento oltre al suo impatto ambientale



SOLUZIONI

- Abbassamento del muretto
- Introduzione di drenaggi per l'argillosa zona circostante
- Allargamento del letto, così da contenere la portata nel periodo di disgelo.
- Posizionamento massi da scogliera
- Addolcimento della curva
- Rimozione ramaglia

Esercitazione: **Risoluzione di un caso studio**
Allievi: **Paolo Ipsa, Riccardo Masarei**

2) PROBLEMI

- Cava non adatta ad utilizzo industriale/albergo
- Multiple infiltrazioni d'acqua

SOLUZIONI

- ~~Dati~~ Posizionamento drenaggi
- Posizionamento di una condotta sotterranea in cui viene convogliata l'acqua della falda
- Bonifica superficiale atto alla destinazione del terreno ad uso agricolo
- Posizionamento di pozzi atti a prelevare l'acqua della falda, da destinare all'impiego agricolo

Impatto dell'attività di cava sull'ambiente

La sensibilità dell'opinione pubblica riguardo alla tutela dell'ambiente ha portato a guardare con sempre maggiore diffidenza verso le attività estrattive, in quanto autrici di evidenti modifiche ai territori e alla natura. Tuttavia le caratteristiche della società attuale impongono la necessità di procurare materie prime per la realizzazione di opere e servizi volte a migliorare la qualità di vita della gente. Pertanto, se da una parte si ritiene indispensabile salvaguardare il territorio ad ogni costo, dall'altra gli aspetti economici e sociali impongono uno sfruttamento dello stesso. La soluzione a questo problema è contenuta nel concetto di "sostenibilità ambientale", illustrato nel paragrafo precedente.

Le attività di cava agiscono per definizione in modo irreversibile su un ambiente: asportare materiale, di qualunque natura, crea dei cambiamenti che non potranno mai essere rimarginati e restaurati come all'inizio. Sono pertanto molteplici i fattori da tenere in considerazione sin dall'inizio di un'attività estrattiva.

Ripristino ambientale

Partendo dal presupposto che è impossibile restituire un'area escavata al suo stato originale, per ripristino ambientale si intende l'inserimento di una determinata area all'interno della natura circostante. Lo scopo di questo recupero è quello di rendere un territorio utilizzato in passato per attività estrattive completamente omogeneo dal punto di vista ambientale o con le caratteristiche presenti in precedenza e al contorno.

Le soluzioni per un corretto ripristino ambientale sono molteplici e legate anche ad attività produttive per l'uomo, che riesce in questo modo a utilizzare quest'area senza andare a sfruttare altri siti. La sensibilizzazione verso queste tematiche è importante e consente di realizzare un'opera la cui sistemazione finale non peserà eccessivamente sulle generazioni future. È pertanto fondamentale pianificare sin dalle prime fasi di progetto la fase di recupero ambientale, che dovrà essere messa in atto sia durante i lavori sia al termine degli stessi.

Lezione 2:

- Normativa nazionale
- Normativa regionale e provinciale
- Brevi cenni sulle tipologie di cava
- Come si presenta una cava a fine lavorazione
- Caso da risolvere

Esercitazione:

Risoluzione di un caso studio

Allievi:

Nicolò Della Lucia, Giacomo Colcuc, Riccardo Masarei

Problemi	Soluzioni
scambiamento dei mesi	utilizzo di sistemi di tipo ariopoli
problemi di tipo idrologico	utilizzo dell'opponibilità del consolidamento delle acque sotterranee e opportuno convogliare le acque depurate fra un'area a valle depuranda e altre condotte per altre attività. Possono ricorrere di volta in volta. Da questo dato si deduce l'opportunità di intervenire sul sito. In quel luogo è collocanda altre

Masarei Riccardo 24/05/2017
Colcuc Giacomo
Della Lucia Nicolò

Caso 1

a) Questo caso riguarda la località di Felle (PA) di cui è un'isola. Il materiale viene estratto in una località collinare e portato in provincia degli stabilimenti dove viene stoccato in un magazzino. Qui viene lasciato a riposo per alcuni mesi, per poi essere lavato e venduto. Il sito estrattivo si trova ad una quota di circa 250-300 m s.l.m.

1. L'attività è solo prodotta in seguito a un caso:

- Legge nazionale
- Legge 30/74 1980 n. 221
- d. lgs. 01/09/99 n. 215
- Legge regionale n. 36 del '95
- Legge regionale n. 12 del '92
- d. lgs. n. 150 del 2006

b)

Problemi ambientali	Problemi di sicurezza
Impatto ambientale di tipo idrologico e idraulico	Problemi di tipo idraulico e idrologico
Problemi di tipo idrologico e idraulico	Problemi di tipo idraulico e idrologico
Problemi di tipo idrologico e idraulico	Problemi di tipo idraulico e idrologico

RECUPERO AMBIENTALE DI UNA CAVA

Problemi di sicurezza

Al termine dello sfruttamento di un'area dove si è svolta attività di cava, le problematiche principali sono quelle che riguardano la sicurezza del sito. La modellazione del territorio attuata dall'uomo ha portato alla creazione di alcune morfologie e situazioni che possono generare in futuro fenomeni pericolosi per l'uomo stesso.

È quindi fondamentale vietare l'accesso ai non addetti finché l'area non presenti caratteristiche di sicurezza tali da poter permettere l'ingresso a chiunque.

Le opere di sistemazione devono essere pensate sia a breve termine, garantire la sicurezza nel presente, che a lungo termine, impedire che in futuro si possano verificare problemi legati alla passata attività estrattiva.

Per questo, un corretto ripristino ambientale a fine utilizzo di una cava, deve essere fatto al fine di garantire l'assenza di pericoli nell'area interessata.

Gli aspetti da tenere in considerazione sono molteplici: frane, inquinamento, variazioni della falda freatica, morfologie accentuate, ... per ognuno di questi aspetti le soluzioni devono essere trovate caso per caso in modo da poter progettare una sistemazione adeguatamente dimensionata rispetto al problema.

Problemi ambientali

52

Lo scopo finale del recupero ambientale è quello della ricostituzione dei caratteri generali della natura dell'area, in rapporto con la situazione pre-esistente e circostante. In altre parole, il ripristino ambientale, deve impedire ad un osservatore di notare con facilità la passata attività di cava; per questo motivo il territorio deve essere inserito nuovamente nell'ambiente, aiutando la natura a riprendersi gli spazi persi.

Naturalmente in questo caso gli aspetti maggiormente problematici sono legati al paesaggio e all'impatto che un'attività di cava ha inevitabilmente su di esso.

Anche in questo caso le soluzioni ai problemi devono essere già pensate in fase di progetto, in modo da poter svolgere i lavori in modo adeguato.

La posizione della cava (su un versante di una montagna, all'interno di una valle o in pianura...), è il fattore principale da tenere in considerazione insieme al tipo di materiale estratto.

È importante, infine, che sia la flora che la fauna al termine dei lavori vengano aiutate a re-inserirsi nel luogo che prima occupavano.

Tipologie di recupero ambientale

Sono molteplici le strade che si possono intraprendere per effettuare il ripristino ambientale, e devono essere valutate attentamente caso per caso. I risultati finali possono essere molto vari:

Recupero naturalistico: il territorio viene restituito alla natura, cercando di ricostruire nel modo migliore l'ambiente presente in precedenza (oasi naturalistiche, rimboschimento, ...);

Recupero mirato ad attività ricreative: l'area viene destinata a scopi legati al turismo e al divertimento (campeggi, aree sportive, parchi giochi, ...)

Recupero a fini produttivi: l'area viene utilizzata per scopi agricoli (colture agricole di vario tipo, allevamento, ...) sfruttando così una zona già in precedenza lavorata per altri scopi;

Recupero residenziale e industriale: l'area viene utilizzata per costruire case o paesi, oppure sistemata per creare una zona industriale.

Lezione 3:

- Recupero ambientale di una cava
- Aspetti ambientali
- Aspetti di sicurezza
- Esempi e caso pratico

Esercitazione: **Progetto di recupero della cava di argilla di Villabruna**

Allievi: **Nicolò Della Lucia, Manuel Santomaso**

PROGETTO DI RECUPERO DELLA
CAVA DI ARGILLA
DI
VILLABRUNA
(VT) (1982)

1) BREVE DESCRIZIONE DELLA CAVA

La cava "Punta di Cava" si trova nel centro della località di Villabruna, in provincia di Cagliari, a circa 5 km dal centro urbano. La cava è stata scavata in seguito all'erosione del suolo per scopi agricoli, in modo da poter essere utilizzata per scopi agricoli, in modo da poter essere utilizzata per scopi agricoli.

La cava è di forma rettangolare con una lunghezza di circa 100 m e una larghezza di circa 50 m. La cava è stata scavata in seguito all'erosione del suolo per scopi agricoli, in modo da poter essere utilizzata per scopi agricoli.

La cava è di forma rettangolare con una lunghezza di circa 100 m e una larghezza di circa 50 m. La cava è stata scavata in seguito all'erosione del suolo per scopi agricoli, in modo da poter essere utilizzata per scopi agricoli.

La cava è di forma rettangolare con una lunghezza di circa 100 m e una larghezza di circa 50 m. La cava è stata scavata in seguito all'erosione del suolo per scopi agricoli, in modo da poter essere utilizzata per scopi agricoli.

2) ANALISI E SOLUZIONI

2.1) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

PROGETTO -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

2.2) ANALISI DI FIORI E TRUVA

-> ANALISI DEL TERRENO PER VERIFICARE IL SUO STATO E LA SUA UTILIZZABILITÀ PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> VERIFICARE LO STATO DEL TERRENO E LA SUA UTILIZZABILITÀ PER SCOPPI AGRICOLI.

2.3) RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA

-> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

2.4) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

2.5) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

2.6) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

2.7) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

2.8) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

2.9) STATO ESISTENTE -> LA CAVA È UNO DEI MOLTI SITI DI CAVA CHE SI TROVANO IN TUTTA LA ZONA DI VILLABRUNA. LA CAVA È STATA SCAVATA IN SEGUITO ALL'EROSIONE DEL SUOLO PER SCOPPI AGRICOLI.

SOLUZIONE -> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

CONCLUSIONI

-> RINNOVERAMENTO DELLA ZONA DI CAVA, IN MODO DA POTER ESSERE UTILIZZATA PER SCOPPI AGRICOLI.

Manuel Santomaso
Nicolò Della Lucia

Relazione tecnica per il ripristino ambientale

Già in fase di progetto deve essere prevista una relazione tecnica descrittiva degli interventi da svolgere durante e al termine dei lavori per effettuare il ripristino ambientale.

Naturalmente le informazioni devono essere raccolte tramite un rilievo approfondito dell'area in esame e, se presenti, attraverso i documenti di progetto redatti in fasi precedenti.

Si rimanda alla normativa vigente per approfondire i contenuti specifici di tale documento, di seguito vengono elencati alcuni punti fondamentali per la realizzazione di una relazione tecnica per il ripristino ambientale.

Relazione per il progetto di recupero ambientale

Tale relazione deve contenere i seguenti punti:

- *Premessa dove viene presentato brevemente il lavoro;*
- *Inquadramento geografico, geologico, geomorfologico e idrogeologico*
- *Descrizione dell'attività di cava svolta;*
- *Andamento morfologico attuale e al termine dei lavori;*
- *Descrizione delle criticità ambientali;*
- *Descrizione dei problemi legati alla sicurezza;*
- *Sistemazione paesaggistica;*
- *Lavori di tutela del suolo;*
- *Opere di regimazione idraulica;*
- *Destinazione d'uso dell'area al termine dei lavori;*
- *Modalità e tempi di esecuzione dei lavori (compresa la valutazione economica);*
- *Allegati grafici dello stato di fatto (cartografia, planimetria, sezioni, ...)*
- *Allegati grafici dello stato finale (cartografia, planimetria, sezioni, ...)*
- *Documentazione fotografica.*

54

Lezione 4:

- *Problemi paesaggistici e ambientali in caso di mancato ripristino ambientale*
- *Problemi di sicurezza in caso di mancato ripristino ambientale*
- *Esempi di recupero ambientale riusciti o meno*
- *La relazione e la documentazione*
- *Caso pratico finale*

Esercitazione: **Bonifica ambientale cava Masiere del Mas**

Allievi: **Maurizia Dai Prà, Erik Orzetti, Samuele Grenzi, Ruben Conedera**



A seguito dell'attività di cava svolta in località Masiere del Mas si dovrà provvedere al ripristino ambientale della zona, al fine di reintegrare il tutto nell'ambiente circostante così da limitare l'impatto ambientale.

Inquadramento geografico

Comune di Sedico, Mas provincia di Belluno

Si tratta di una cava a cielo aperto di grandi dimensioni. Si colloca vicino ad una zona abitata la quale è adiacente ad un terreno boschivo. Tale cava è situata alla destra idrografica del torrente Cordevole.

Inquadramento geologico

Le rocce sono di origine carbonatica (calcari grigi e dolomia principale), contengono una buona quantità di fossili marini di età fine triassica - inizio giurassica.

Il deposito di detriti si è formato in seguito al susseguirsi di svariate frane postglaciali del monte Peron, originate dal ritiro dei ghiacciai i quali fungevano da sostegno alla parete rocciosa. Mancando di tale appoggio, la roccia franò trasportando il materiale a valle.

Nei pressi di questo luogo passa un'importante struttura tettonica denominata Linea di Belluno.

La formazione rocciosa presenta strati verticali sollevati durante l'orogenesi alpina che possono dare origine a crolli della parete rocciosa.

Essendo il deposito formato da materiale prevalentemente ghiaioso, possiede la capacità di drenare facilmente l'acqua.

Andamento morfologico allo stato finale

Siccome la zona in questione è un deposito di frana, il territorio si presenta molto caotico e complesso. A fine attività saranno presenti modifiche del territorio, tra cui: avvallamenti, depressioni, vaste aree pianeggianti, cumuli ghiaiosi, nuove infrastrutture e pareti coltivate a gradoni. Il tutto provoca un grave impatto visivo-ambientale.

Criticità ambientali

Nonostante il materiale ghiaioso sia caratterizzato di buone capacità drenanti, esso può causare talora ruscellamenti che possono portare alla formazione di depositi d'acqua in zone non adatte, causando problemi di vario tipo. I pendii ripidi in presenza di tali ruscellamenti tendono a franare raggiungendo il loro angolo-limite di stabilità.

Problemi di sicurezza

La mancanza di recinzione permette l'accesso a persone o animali.

Pericolo di caduta all'interno dei diversi avvallamenti.

Pericolo di frane.

Accumuli di acqua a contatto con terreni particolarmente cedevoli e impermeabili.

Risoluzione problemi

Messa in posa di una recinzione adeguata al fine di impedire l'accesso

Posizionamento di cartelli indicanti depressioni e pericoli vari

Addolcire i vari pendii portandoli al loro angolo di stabilità

Tubi drenanti alla profondità adatta per intercettare i diversi ruscellamenti così da evitare cedimenti del terreno

Destinazione d'uso a fine lavorazione

Le strade costruite in precedenza per l'attività di cava saranno adibite alla creazione di un percorso geologico-naturalistico o come accesso ad eventuali aree abitative. Siccome la morfologia del terreno lo permette la zona di cava potrebbe essere utilizzata al fine residenziale tramite la costruzione di case. Questo eventuale utilizzo potrebbe essere accompagnato dalla piantumazione di verdi locali per ovviare alle problematiche riguardanti l'impatto visivo.







CRITERI DI DEFINIZIONE DI UNA PIANIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE

Valutazione dei consumi: quantità di materie prime estratte, utilizzate, commercializzate.

Valutazione dei fabbisogni: quantità di materie prime necessarie per il territorio.

Qualità giacimentologica dipende da:
Adeguatezza rete viaria e distanza dall'area di distribuzione: è funzione del valore economico del materiale estratto.

Struttura geologica: condiziona modalità estrattive e economicità giacimento.

Fattori naturali limitanti: qualità ambientale del territorio, vulnerabilità del sito, vincoli e tutele ambientali.

Potenza del cappellaccio: spessore del materiale da asportare per accedere al giacimento (l'economicità dipende anche dal tipo di materiali del cappellaccio).

Livello piezometrico: problematiche relative all'inquinamento da parte della cava delle acque circolanti.

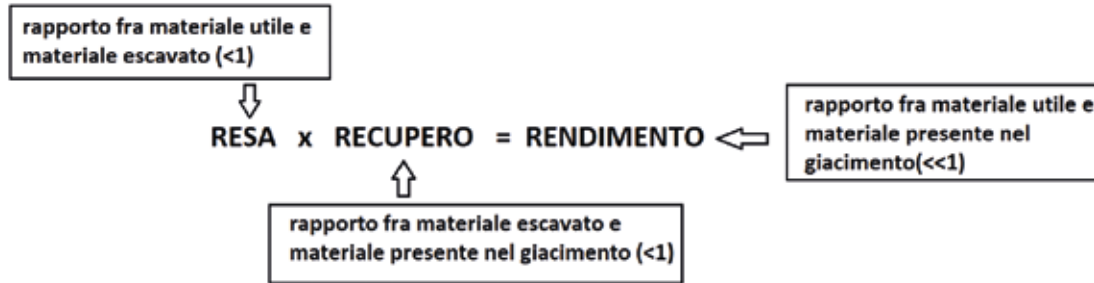
Composizione petrografica: variabile a seconda dell'impiego richiesto.

Qualità del materiale: connesso con l'utilizzo.

Percentuale del materiale di scarto: molto importante per determinare l'economicità di una coltivazione.

Volume totale del materiale utilizzabile: influisce enormemente sull'economicità di una coltivazione.

Il rendimento di un giacimento è dato dal prodotto fra resa e recupero



Le coltivazioni in sotterraneo (oltre a costi maggiori) hanno rendimenti minori perché il recupero è molto minore rispetto a quelle di superficie, ne consegue che i materiali estratti in sotterraneo devono avere un valore economico maggiore.



Lista di controllo per progetti di cave e miniere

Il progetto di coltivazione comprende gli elaborati:

- 1) *Inquadramento geologico e ambientale* (competenza geologo)
- 2) *Piano di coltivazione* (competenza ingegnere)
- 3) *Programma economico finanziario* (ed opere di urbanizzazione, metodi di coltivazione e tecniche di smaltimento dei rifiuti) (competenza ingegnere)
- 4) *Progetto di ripristino* (competenza geologo, ingegnere, forestale...)
- 5) *Documentazione amministrativa*

1. Inquadramento geologico e ambientale

Relazione tecnica + rappresentazioni cartografiche in scala adeguata (estese a tutta l'area influenzata dalla cava)
+ documentazione fotografica

1.1 Relazione tecnica

descrizione generale dell'area interessata dall'attività estrattiva comprendente:

localizzazione geografica

inquadramento geologico in larga scala

inquadramento geolitologico e caratterizzazione dei materiali

inquadramento geomorfologico generale e analisi delle condizioni di stabilità

studio idrogeologico in ampia scala (mirato ad individuare la superficie piezometrica)

descrizione del reticolo idrografico superficiale, analisi delle caratteristiche chimico fisiche delle acque e studio delle possibili interferenze con falde sotterranee

descrizione dell'uso reale del suolo (con la specificazione di tutte le destinazioni d'uso attuali)

inquadramento climatico (indicazione direzione e intensità dei venti, entità e distribuzione delle piogge, distribuzione delle temperature)

inquadramento paesaggistico (individuazione e descrizione di eventuali beni culturali, artistici, luoghi notevoli del territorio)

descrizione delle caratteristiche faunistiche e vegetazionali

1.2 Cartografia

cartografia generale a scala non inferiore a 1:10.000 costituita da:

carta geologica, carta geomorfologica, carta geolitologica e relative sezioni e colonne stratigrafiche

carta idrologica e carta idrogeologica con indicazione dei livelli massimi e minimi della falda, del bacino di alimentazione, della direzione di deflusso e con localizzazione di sorgenti e pozzi

carta con localizzazione delle prove geognostiche in situ e relative colonne stratigrafiche

carta dell'uso reale del suolo
carta dei vincoli

1.3 Documentazione fotografica

Serve a fornire una panoramica dell'ambiente interessato dall'attività estrattiva corredata da foto di insieme e di dettaglio che permetta di visualizzare tutti gli aspetti relativi all'area in esame (geologici, idrologici, morfologici, paesaggistici, agrari...)

2. Piano di coltivazione

2.1 Relazione tecnica: *in questa fase dovrà indicare:*

valutazione documentata della consistenza del giacimento

individuazione catastale delle proprietà e delle fasce di rispetto

piano di sfruttamento per fasi temporali successive

valutazione qualitativa e quantitativa del materiale estraibile

piani di sviluppo della cava con indicazione di profondità e di pendenze di scavo

metodi di coltivazione e di abbattimento

schema di organizzazione interna del cantiere

organizzazione dei trasporti con indicazione dei volumi di materiale trasportato e del numero di automezzi impiegati

valutazione delle interferenze della cava sulla circolazione idrica (superficiale e sotterranea) e sul paesaggio e indicazione dei lavori di sistemazione

localizzazione aree di discarica (indicazione delle modalità di accumulo e della sua stabilità, valutazione dei volumi di scarto e di cappellaccio)

indicazione delle norme di polizia mineraria più significative per il caso in esame

2.2 Cartografia

Rilievo planoaltimetrico dello stato iniziale (scala non inferiore 1:2.000 con significativo numero di sezioni trasversali e longitudinali preferibilmente a scala 1:500)

Planimetria dell'area con indicate la fasi di sfruttamento successive con relative sezioni

3. Programma economico finanziario

3.1 Relazione tecnica: *in questa fase indicare*

Previsione della produzione media annua

Caratteristiche del materiale (mineralogiche, tecniche, merceologiche) e suoi utilizzi e destinazioni commerciali

Macchine, impianti e unità lavorative impiegati

Potenzialità degli impianti di cava e programmi di investimento, opere di urbanizzazione e di servizio per l'attività di cava

4. Progetto di recupero ambientale

4.1 Relazione tecnica: *con indicati i seguenti punti*

Andamento morfologico dello stato finale

Opere di regimazione idraulica e lavori di tutela del suolo e sistemazione paesaggistica

Destinazione d'uso al termine della coltivazione

Tempi, modalità, corso dei lavori e delle opere di sistemazione (valutazione economica costi e coperture fidejussorie)

Cartografia

Carta dell'utilizzo attuale del suolo (scala non inferiore 1:2.000) e relative sezioni con sviluppi a scala 1:1000 per le aree interessate direttamente dalla coltivazione

Planimetria e sezioni rappresentative della situazione morfologica e paesaggistica finale (eventuali plastici o fotomontaggi)

5. Documentazione amministrativa

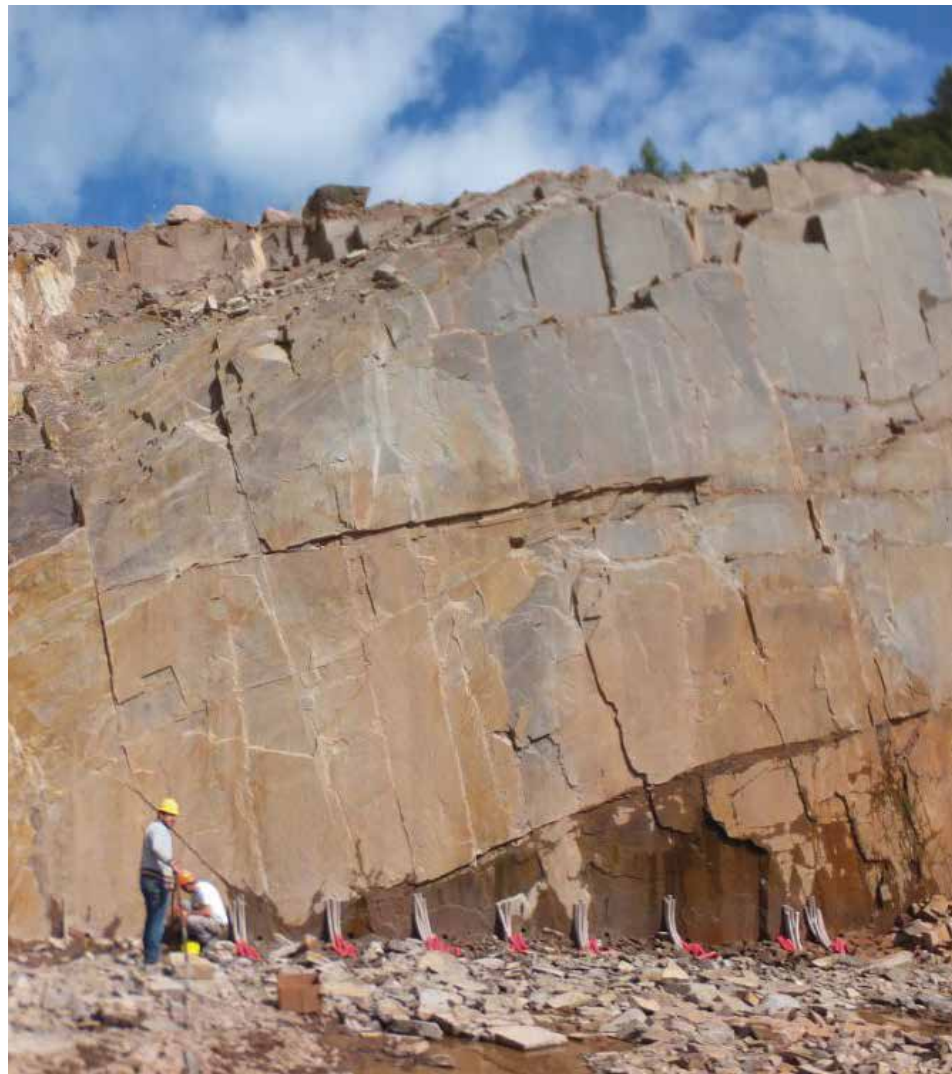
I documenti vanno firmati dal proprietario, dai tecnici redattori e dal direttore ai lavori, la documentazione comprende (salvo regolamenti regionali diversi)

Estratto e certificato catastale dei terreni inclusi nel piano e planimetria (catastale) coi limiti di proprietà

Tavole di P.R.G.

Proposta di convenzione

(per le società certificato relativo alla loro posizione amministrativa della cancelleria del tribunale)



Esercitazione: **coltivazione di cava di pietra ornamentale: la nuova cava di Cencenighe**

Allievi: **Elia De Biasio, Paolo Ipsa, Riccardo Masarei, Nicola Resenterra**

INTRODUZIONE

Il procedimento per l'apertura di una cava di pietra a scopo ornamentale è lungo e complesso. È fondamentale che l'eventuale estrazione di materiale risulti economicamente utile, in altre parole il valore delle entrate deve superare quello delle uscite e creare un introito vantaggioso per l'azienda o per le aziende coinvolte nel progetto. Prendiamo in considerazione il caso specifico di una cava di dolomia e vediamo i passaggi necessari all'apertura della stessa.

LOCALIZZAZIONE DEL GIACIMENTO

Poniamo il caso in cui il nostro giacimento (di dolomia) sia situato in un macereto di frana (il caso esiste davvero in località Cencenighe Agordino, BL), dove l'estrazione dei blocchi andrebbe a creare un beneficio all'ambiente circostante, alleggerendo in parte il corpo di frana e riducendo potenziali problemi legati all'instabilità dell'area in questione.

VALUTAZIONE DEL MATERIALE

Affinché il materiale estratto possa essere impiegato come pietra ornamentale deve essere in possesso di determinate caratteristiche:

- *Deve essere facilmente lavorabile*
- *Non deve essere gelivo*
- *Non deve presentare microfratture*
- *Deve essere lucidabile*
- *Deve essere durevole nel tempo*

La dolomia soddisfa a pieno queste caratteristiche, infatti è stata ed è tuttora un importante punto di riferimento per la pietra decorativa bellunese.

PROGETTAZIONE INIZIALE

Per progettare la vita del sito sono necessarie le seguenti operazioni:

1. *Calcolo economico*
2. *Cartografia della zona*
3. *Rilievo topografico*
4. *Metodo di coltivazione e estrazione*
5. *Sviluppo della vita della cava*
6. *Logistica*
7. *Ripristino ambientale*
8. *Sicurezza*

Vediamo dunque di approfondire i punti sopraindicati.

CALCOLO ECONOMICO

Per prima cosa è necessario decretare se l'estrazione può determinare un guadagno economico. Ecco dunque i fattori principali da prendere in considerazione.

USCITE ANNUE (€)

Affitto € 30 000

Costo macchinari € 100 000

Operai € 50 000 cadauno (per 2 operai)

TOTALE (ipotizzando la vendita del solo grezzo): € 810 000 (2000 x 2,7 x 10 x 15)

ENTRATE (€)

Vendita dei grezzi 15 €/q.le

Vendita dei lavorati 100 €/m²

In caso di vendita del lavorato, il guadagno è nettamente superiore

Costo della corrente e del carburante € 120 000

Risanamento ambientale € 30 000

Paghe commercialisti e tecnici di progetto € 50 000

TOTALE SPESE € 450 000 ca. **POSSIBILE UTILE** € 360.000

I calcoli sono stati effettuati considerando che 2 operai possano estrarre 10 m³ al giorno. In 200 giorni lavorativi vengono quindi estratti 2000 m³ di materiale.

65

LABORATORIO DI LAVORAZIONE

In molte cave si preferisce avere un laboratorio nei pressi del sito estrattivo in modo da aumentare i guadagni; il lavorato si vende infatti a prezzi più alti andando di conseguenza ad aumentare gli introiti.

Altra operazione che sarebbe bene effettuare è quella di fare o consultare delle indagini di mercato, perché se il prezzo proposto non è vantaggioso, il prodotto rimarrebbe comunque invenduto.

Vediamo dunque di esaminare il lato prettamente burocratico per l'inizio dell'attività.

CARTOGRAFIA DELLA ZONA E RILIEVI TOPOGRAFICI

La cartografia è facilmente reperibile anche in internet o presso i comuni interessati dal progetto.

Nello specifico la documentazione principale riguarda questi tre elementi:

- **Piano urbanistico comunale:** documento composto da elaborati cartografici e tecnici, oltre alle normative del comune di riferimento
- **Carte tecniche:** documenti, carte, che riguardano l'orografia (sostanzialmente i rilievi) del territorio interessato.
- **Carte geologiche:** carte in cui vengono riportate tutte le caratteristiche geologiche del territorio; affioramenti, stratigrafia, età delle rocce, giacimenti minerali, sorgenti e aree interessate dal ritrovamento di fossili.

Con tale operazione bisogna anche verificare che la zona sia adibita nel Piano Regolatore a tale scopo, altrimenti sarà necessario eseguire una variante.

METODO DI COLTIVAZIONE ED ESTRAZIONE

I metodi per l'estrazione della pietra ornamentale sono principalmente tre e sono i seguenti:

- Catena tagliatrice
- Filo diamantato
- Miccia detonante

Catena tagliatrice

La catena tagliatrice è un macchinario che si muove su rotaia o cingoli che permette di tagliare in ogni direzione grandi quantità di materiale in blocchi. La macchina è dotata di una catena con denti in carburo di tungsteno (widia). La velocità di taglio va da 0 a 15 cm/min. Per quel che riguarda la dolomia la velocità è *attorno ai 4/5 cm/min*. La catena si utilizza solamente per rocce abbastanza tenere.

Miccia detonante

La miccia detonante non viene solitamente utilizzata per l'estrazione nelle cave di pietra ornamentale perché potrebbe danneggiare il materiale, ma in alcuni casi specifici, nei quali non è richiesta l'integrità totale della roccia viene comunque impiegata.

Filo Diamantato

Il filo diamantato è tra i metodi più impiegati per l'estrazione di pietra ornamentale e non solo.

È costituito principalmente da un cavo in acciaio sul quale vengono inserite delle perline diamantate.

Il diamante (naturale o artificiale) può essere costituito da piccole particelle incastonate nella perlina, oppure può essere sostituito da speciali miscele più durature rispetto al diamante tradizionale.

L'unica pecca risiede nel fatto che il filo alle volte può rompersi facendo schizzare gli inserti nell'area circostante, mettendo in pericolo la sicurezza dei lavoratori, ma non è un incidente che ricorre sovente.

Il filo è montato su di una macchina motorizzata che deve essere costantemente raffreddata con acqua.

La velocità di taglio è attorno ai 10-12 m/s (nella dolomia) che equivalgono a circa 40 km/h.

Il filo diamantato non viene utilizzato in galleria.

Il metodo di coltivazione riguarda anche il modo in cui viene organizzata la cava, ovvero l'organizzazione degli spazi.

Generalmente la cava può svilupparsi in uno dei seguenti modi:

- *cave pedemontane, che come dice il nome stesso si trovano sul piede del rilievo*
- *cave a mezza costa, sviluppate nella parte centrale nel rilievo*
- *cave culminali, sviluppate dalla sommità del rilievo*
- *cave a fossa, ovvero scavate nel terreno (generalmente in pianura)*

LOGISTICA

La logistica è un punto importante da prendere in considerazione, perché potrebbero esistere dei vincoli legati al peso del materiale da trasportare sulla strada, imposti dal comune o dalla regione, oltre a vincoli dettati dalla difficoltà del territorio.

Tali vincoli comportano quindi l'impiego di mezzi di adeguata portata in modo da rispettare quanto stabilito per legge, oppure, per le difficoltà del territorio, alle volte si può modificare la viabilità in modo da ridurre le limitazioni.

RIPRISTINO AMBIENTALE

Spesso si è indotti a pensare che l'operazione di recupero del territorio soggetto all'estrazione avvenga al termine della coltivazione. La legge stabilisce però il ripristino ambientale come operazione che riguarda tutta la durata dell'attività. Tale ripristino deve avvenire durante e dopo la coltivazione.

Lo scopo del recupero è quello di rendere il territorio interessato dall'attività di cava, il più simile possibile al suo precedente aspetto. Per fare ciò è necessaria un'attenta analisi sul lungo termine già nella fase di progettazione della cava.

In tempi meno recenti le cave venivano coltivate e poi recuperate in maniera assolutamente inadeguata (man-cava infatti una progettazione) e gli effetti sono tuttora visibili in alcune zone.

Solo più tardi si è cominciato a capire che non era più possibile ripristinare le cave in modo casuale.

La legge stabilisce infatti in generale le modalità per il recupero, che dovrà poi essere studiato dalle figure competenti in materia.

Un ripristino sbagliato può avere effetti disastrosi, infatti non solo può avere un enorme impatto ambientale (ed essere quindi visibile da molto distante) determinato dal suo non mimetizzarsi con il luogo, ma può anche dare luogo a pericolosi cedimenti delle pareti o altri fenomeni sul territorio.

SICUREZZA

Sebbene sia spesso erroneamente sottovalutata, la sicurezza riveste un ruolo più che fondamentale, nella vita della cava.

Districarsi nei meandri della legge è opera assai complessa, vi sono figure appositamente incaricate e documenti da redigere: vediamo dunque la sicurezza nel suo complesso nel caso dell'apertura di una cava.

Le figure della cava

Le figure della sicurezza correlate alla cava sono le seguenti:

- **Titolare:** imprenditore di miniera o cava, o il titolare di permesso di prospezione o di ricerca o di concessione di coltivazione o di autorizzazione di cava.
- **Direttore responsabile:** è colui che viene incaricato di verificare la corretta applicazione della normativa di cava e la corretta attuazione del DSS o del DSS coordinato, da egli stesso sottoscritto. La sua qualifica può essere quella di ingegnere, altrimenti può essere in possesso di un diploma conseguito in una scuola tecnica di settore. La sua attività risponde al D.Lgs 25 Novembre 1996 n. 624 e al D.P.R. 9 aprile 1959 n. 128.
- **Datore di lavoro:** è titolare del rapporto di lavoro con il lavoratore. Ha la responsabilità dell'organizzazione stessa dell'unità produttiva in quanto esercita i poteri decisionali e di spesa.
- **Sorvegliante/i:** persona in possesso delle capacità e competenze necessarie, designato dal titolare per la sorveglianza sul luogo di lavoro occupato dai lavoratori.

• **Lavoratore:** persona che, indipendentemente dalla tipologia contrattuale, svolge un'attività lavorativa nell'ambito dell'organizzazione di un datore di lavoro pubblico o privato, con o senza retribuzione, anche al solo fine di apprendere un mestiere, un'arte o una professione, esclusi gli addetti ai servizi domestici e familiari. Al lavoratore così definito è equiparato: il socio lavoratore di cooperativa o di società; l'associato in partecipazione; il soggetto beneficiario delle iniziative di tirocini formativi e di orientamento; l'allievo degli istituti di istruzione ed universitari e il partecipante ai corsi di formazione professionale; i volontari del Corpo nazionale dei vigili del fuoco e della protezione civile; il lavoratore di cui al decreto legislativo 1° dicembre 1997, n. 468, e successive modificazioni. (definizione Testo Unico, D.Lgs 81/08.)

LA DOCUMENTAZIONE PRINCIPALE

I principali documenti che ci si troverà a redigere per l'avvio dell'attività sono i seguenti:

- **Valutazione dei rischi** (art.2 c.1, lett.q e art 28, c. 1. D.Lgs.81/2008)
- **Documento di Sicurezza e Salute** (DSS; art. 6, D.Lgs. 624/96)
- **Documento di Sicurezza e Salute Coordinato** (DSSC; art. 9 del D.Lgs. 624/96)

Vediamo dunque i documenti più nello specifico.

Valutazione dei rischi



Si intende con Valutazione dei Rischi, la valutazione globale e documentata di tutti i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori presenti nell'ambito dell'organizzazione in cui essi prestano la loro attività, finalizzata ad individuare e programmare le adeguate misure di prevenzione e protezione atte a garantire il miglioramento nel tempo del livello di sicurezza.

Documento di Sicurezza e Salute

Va detto che la valutazione dei rischi non rappresenta un documento, ma, per quanto riguarda cave e miniere e quindi il settore estrattivo, prende il nome di Documento di Sicurezza e Salute.

Le caratteristiche

Il DSS contiene dunque la valutazione dei rischi e le misure di tutela e prevenzione; deve essere inoltre costantemente aggiornato in seguito a determinate situazioni che si verificano o potrebbero andare a verificarsi nel corso dell'attività o modifiche alla normativa di riferimento.

Il DSS è redatto dal datore di lavoro che può avvalersi di alcune tra le figure che lo circondano, nello specifico del servizio di prevenzione e protezione, del medico competente, del direttore responsabile, dei sorveglianti e il rappresentante dei lavoratori per la sicurezza (che è tenuto a consultare).

Il documento deve inoltre riportare data certa e la sottoscrizione da parte del datore di lavoro, del direttore responsabile, dai sorveglianti e dal medico competente. Dovrà poi essere trasmesso all'autorità di vigilanza al via dell'attività, impegnandosi a trasmettere gli aggiornamenti al documento stesso.

Requisiti

I requisiti principali sono i seguenti:

- **Specificità:** totalmente in aderenza al progetto, basato sulla specifica situazione e non al caso generico
- **Chiarezza:** Comprensibile dalle figure coinvolte
- **Analiticità e completezza:** le misure di tutela devono essere rispettose nei confronti delle norme e riguardare tutti i tipi di rischio, oltre ad essere ben determinate in relazione al caso specifico
- **Concretezza:** le misure devono risultare concretamente attuabili

Contenuti

Analizziamo i contenuti principali del DSS:

- Valutazione totale dei rischi e indicazione delle metodologie impiegate per la stessa
- indicazione di misure di prevenzione e protezione attuate e relativi Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)
- programma per il miglioramento delle misure di sicurezza nel tempo
- individuazione di mansioni che espongono i lavoratori a rischi specifici

Criteri per l'effettuazione della valutazione

Il datore di lavoro andrà ad effettuare la valutazione secondo il criterio che ritiene più adatto, andando dunque ad individuare i fattori di rischio per poi eliminarli (prevenzione), o ridurli (protezione).

Per poter individuare i rischi bisognerà tener conto fondamentalmente di tre punti:

- **Rischio per la sicurezza:** ambienti, macchine, sostanze
- **Rischi per la salute, igienico-ambientali :** modalità di utilizzo di sostanze pericolose e tempi di esposizione ad altri fattori fisici pericolosi
- **Rischi connessi all'aspetto organizzativo e gestionale:** norme e procedure lavorative, formazione e informazione, gestione emergenze, sorveglianza sanitaria, capacità del personale e relative mansioni, manutenzione, stress lavoro correlato

Struttura

La struttura del DSS va a comporsi in tre parti:

- **Informazioni generali:** tutte quelle informazioni che riguardano la ditta sotto il punto di vista legale e delle figure che operano in essa
- **Descrizione dell'attività estrattiva:** identificazione dei luoghi (e tutto ciò che concerne la descrizione del luogo stesso) e descrizione delle fasi di lavoro. Riporta inoltre nominativi, numero e mansionario degli addetti oltre allo storico infortunistico
- **Valutazione dei rischi**
Probabilità, Danno, Rischio.

Ulteriori fattori di cui tenere conto nella valutazione dei rischi sono:

- **Livello di probabilità:** scala semi-quantitativa delle probabilità (determinato dalle analisi sulle statistiche

relative a infortuni, frequenze e esposizioni). La scala è divisa in quattro livelli di probabilità (improbabile, poco probabile, probabile, altamente probabile)

- **Livello di danno:** scala semi-quantitativa di gravità (reversibilità del danno, infortunio e tipo di esposizione) anche qui la scala si divide in quattro livelli (lieve, medio, grave, gravissimo)
- **Livello di rischio:** il livello di rischio è definito dalla formula $R=P*D$ dove P rappresenta la probabilità e D il danno. Qui la suddivisione avviene in modo differente perché il livello è raffigurato tramite una matrice, in cui si incrociano il livello di probabilità e danno ottenendo il rischio. In basso a sinistra vi saranno i rischi minori, in alto a destra i più elevati.
- **Programma di attuazione:** esiste poi un ulteriore scala per gli interventi sulla sicurezza, che definisce le priorità per gli interventi stessi basandosi proprio sui precedenti rilevamenti numerici ancora una volta la scala è divisa in quattro livelli (questa volta A, B, C, D) (contenuti del DSS di cui all'art. 10 del D.Lgs 624/96).

In precedenza si sono visti i contenuti principali per quanto concerne i contenuti, ma più nello specifico la norma prevede la presenza dei seguenti punti:

- Protezione contro gli incendi, le esplosioni e le atmosfere esplosive o nocive
- Mezzi di evacuazione e salvataggio
- Sistemi di comunicazione, avvertimento e allarme
- sorveglianza sanitaria
- programma per l'ispezione sistematica, la manutenzione e la prova di attrezzature, della strumentazione e degli impianti meccanici, elettrici ed elettromeccanici
- manutenzione del materiale di sicurezza
- uso e manutenzione dei mezzi di trasporto
- esercitazione per la sicurezza
- aree di deposito
- stabilità dei fronti di cava
- armature di sostegno
- modalità di ventilazione
- zone a rischio di sprigionamento istantaneo di gas
- evacuazione del personale
- organizzazione del servizio di salvataggio
- impiego di esplosivo
- criteri per l'addestramento in caso di emergenza

Documento di Sicurezza e Salute coordinato

Il DSSC non è altro che il DSS che deve essere redatto nel caso in cui al progetto collaborino più aziende e dunque, qualora all'interno dei luoghi di lavoro operino imprese appaltatrici e/o lavoratori autonomi, il titolare è tenuto a predisporre tale documento partendo dai documenti di valutazione dei rischi delle ditte esterne.

Il suo obiettivo è chiaramente quello di andare a coordinare l'azione delle diverse aziende coinvolte riducendo

il rischio, oltre ad informare le stesse dei rischi a cui sono esposte ed organizzare le misure comportamentali.

Ulteriori disposizioni

In cava sono inoltre presenti le seguenti disposizioni:

- Regolamento interno che riguardi l'esecuzione dei lavori e la gestione delle emergenze, oltre al metodo per l'impiego di macchinari e la movimentazione manuale di carichi
- Disposizioni in materia di viabilità (delimitazione strade, corretta pedata gradoni e piste)
- Disposizioni in materia di traffico (segnaletica e percorsi sicuri, ossia separati da quelli dei mezzi, per gli addetti)
- Piano antincendio, evacuazione e soccorso (individuazione delle aree maggiormente sottoposte al rischio incendio)
- Piano emergenze interno

È inoltre molto importante fornire una corretta informazione e formazione ai lavoratori in materia di sicurezza, i quali dovranno tenere un comportamento corretto, segnalare anomalie o comportamenti rischiosi da parte di uno o più lavoratori, rispettare le norme sui macchinari e i regolamenti interni.

Tuttavia si tratta di prassi che devono essere rispettate da tutte le figure e non solo dai lavoratori, seppur siano quelli maggiormente coinvolti. Inoltre, chi ne ha la responsabilità, dovrà costantemente vigilare sul rispetto delle norme e dei regolamenti.



72

DAL BLOCCO AL PRODOTTO FINITO





Tra le pietre più significative che sono state studiate in questo percorso ricordiamo la pietra di Castellavazzo che è un calcare unico nel suo genere in quanto si cava a lastre di diversi corsi e ogni corso ha uno spessore diverso in base all'uso a cui è predisposto. Presenta due colorazioni: grigia e rossastra. Anche questa è una particolarità perché molto spesso nelle architetture veniva abbinata assieme per dare un contrasto forte. Molti dei particolari in pietra della Provincia di Belluno provengono da questa cava. Gli esempi più significativi dell'uso di questa pietra si trovano in alcuni luoghi di Belluno: chiesa di Santo stefano, campanile del Duomo, palazzo Reviviscar, ex Collegio dei Gesuiti, la chiesa di San Pietro, la chiesa di San Rocco e palazzo Bembo. I cavatori e gli scalpellini erano atti alla lavorazione della pietra e alla messa in opera dei pezzi. L'importanza di questa pietra ha origini antiche, il primo reperto è esposto al Museo degli Scalpellini di Castellavazzo e si tratta di una stele Neroniana e di un orologio solare donato dai romani alle popolazioni che abitavano queste terre 2000 anni fa. L'uso ha visto il suo apice intorno al XVIII secolo con i grandi cantieri Bellunesi e l'esportazione della pietra in tutta Italia ed Europa. Il suo uso continua ancor oggi grazie ad un'unica cava attiva, la cava di Marsor a Castellavazzo, e ad una buona richiesta nel mercato.

Le cave di pietra hanno diverse tipologie che dipendono dalla natura del giacimento e dalla disposizione degli strati. La cava di Marsor presenta una stratigrafia a frana poggio dove gli strati sono inclinati verso il basso con pendenza non molto elevata e da cui si possono riconoscere i due colori tipici usati abitualmente in edilizia. I blocchi oggi vengono tagliati con seghe o fili diamantati e separati tenendo conto delle discontinuità che sono presenti nella roccia. Quasi il 50% del materiale viene scartato perché presenta delle fratture o dei difetti che si possono vedere solo in loco. Ogni cava ha una determinata geometria e in base alla sua geometria viene gestita con strategie diverse. La parte superiore della cava è detta cappellaccio ed è la meno nobile. Scendendo dall'alto

verso il basso la stratigrafia presenta prima un colore grigio poi grigio/rosa ed infine rosso che è la parte più consistente come quantità e la maggiormente sfruttata nella storia. La cava Marsor è l'unica cava funzionante ad oggi dalla quale cavare questo tipo di pietra e tutta l'estrazione proviene da questo sito. Un tempo esistevano una decina di cave a Castellavazzo e l'intero paese era impegnato nell'estrazione, nella lavorazione, nel trasporto, nella forgiatura delle punte per la sbazzatura della pietra. La lavoravano manualmente con particolare attenzione alla finitura dei manufatti essendo una pietra dura e difficile da lavorare, ma durevole e resistente agli agenti atmosferici e per questo adatta anche ad usi esterni. Anche gli Zattieri di Codissago si adoperavano per trasportare le pietre a valle. Nel XIV - XV secolo la tipologia della cava era diversa e l'estrazione avveniva con scalpelli e cunei. Con il tempo le cave sono state dismesse ed è rimasta solo la cava di Marsor alla quale si potrebbe ridare vigore con un ampliamento o con mezzi e tecnologie innovative per rendere attive quelle abbandonate. Oggi la tecnologia è avanzata con processi produttivi a blocchi le cui dimensioni sono importanti per l'utilizzo di questa pietra in architettura: più grande è il blocco meglio può essere sfruttato in base alle diverse misure dei manufatti. La misura più usata è quella di 3 m x 1,5 m. Le cave oggi attive appaiono ai nostri occhi come un deturpamento del paesaggio montano, mostrando situazioni impattanti per l'ambiente. In realtà, ogni volta che viene estratto un blocco, esiste un piano di ripristino della cava. Negli anni, mano a mano che le cave si esauriscono, non saranno più visibili i tagli netti della roccia ma ci sarà un'area verde in base a un piano di recupero depositato in Regione.

Durante il progetto sono state studiate diverse tipologie di pietre appartenenti a cave ancora attive come quelle di pietra grigia di Cugnan, il Rosso Secca e la pietra di Lastreghe estratte in lastre da cave appartenenti all'area di Ponte nelle Alpi e adatte in particolare per la realizzazione di pavimentazioni e rivestimenti. Sono state prese

in esame inoltre le pietre provenienti da cave antiche dell'Agordino dove ha sede L'Istituto Follador De Rossi: sono stati raccolti e studiati alcuni campioni di roccia attraverso le analisi di sezioni sottili e attraverso lo studio delle loro proprietà fisiche e tecniche come la resistenza a compressione, a trazione, la lucidabilità, caratteristiche significative per definire una roccia ornamentale.



Impiego della pietra di Castellavazzo



Facciata caratterizzata da elementi lapidei del 1500 Palazzo Reviviscar Belluno.



Chiesa di San Rocco, Belluno.



Particolare chiesa di Santo Stefano Belluno.



Particolari del paese di Castellavazzo.



PIETRE DA MOLA: CONGLOMERATO DELLA MARMOLADA

Loc. Col de Mole

Comune: San Tomaso Agordino

Sinistra Cordevole

Massi sparsi nella zona venivano utilizzati per costruire delle macine.

L'accumulo sul fianco vallivo è legato al trasporto glaciale, probabilmente una frana caduta sul ghiacciaio, trasportata e deposta con il ritiro del ghiacciaio.

Il Conglomerato della Marmolada (Ladinico)

È un conglomerato mal selezionato con abbondante matrice di sabbia vulcanica e ciottoli più o meno arrotondati costituiti da frammenti di vulcaniti, in prevalenza rocce andesitiche. Il principale problema collegato alla lavorazione di questa pietra è dato dal volume roccioso unitario (VRU).

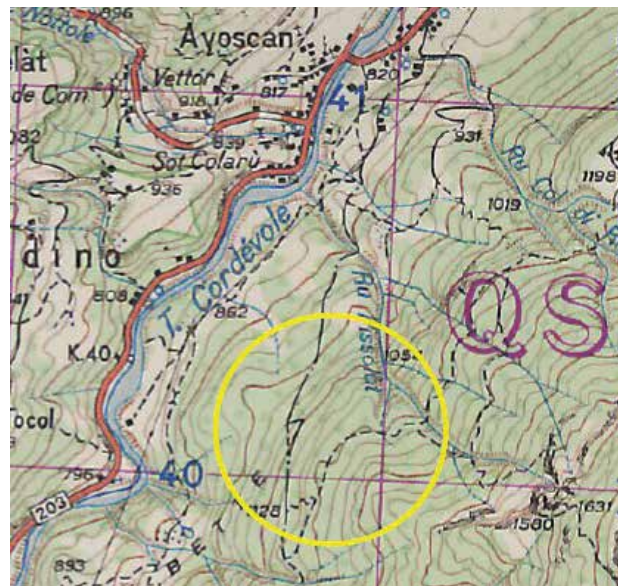
Nella maggior parte dei casi la roccia si presenta in strati sottili o comunque non particolarmente cementati per cui risulta difficile ottenere blocchi sufficientemente grossi da poter essere lavorati in modo economicamente utile.

A questo si va a sommare la difficoltà di trovare livelli facilmente raggiungibili con mezzi meccanici, la formazione affiora infatti in prevalenza in zone di alta quota (Padon, Cima Pape...) mentre gli affioramenti accessibili sono pochi (Alleghe, Pecol di Zoldo...). Questo spiega l'utilizzo di massi sparsi per estrarre le mole, il trasporto elimina disarticolando gli strati deboli e mantiene interi quelli più compatti.

Conglomerato della Marmolada

Esame petrografico della roccia in sezione sottile Struttura eterogenea con tessitura granulare. I minerali presenti nella sezione sono grani di roccia e qualche cristallo di plagioclasio alterato.

Frammenti di vetro vulcanico, che testimoniano l'erosione e sedimentazione di una roccia vulcanica, cristalli di augite $(Ca,Mg,Fe)Si_2O_6$, ossidi e idrossidi di ferro quali scaglie di



Catena del Padron



Cima Pape

ematite. È una roccia sedimentaria appartenente alla classe delle ruditi. L'esame del cemento ha reso evidente l'estendersi di due episodi di cementazione.

La prima con cemento di tipo siliceo, ha creato una "pellucola" su tutti i grani.

Questa è caratterizzata da una cristallizzazione a palizzata ben evidente nelle sezioni sottili.

Questa cementazione è tipica di ambienti vadosi, cioè dove si hanno continui innalzamenti e abbassamenti di falda.

Questa cementazione può essere definita precoce.

La seconda, sempre con deposizione di silicio, ha riempito gli ultimi interstizi restati liberi dalla prima.

La silice trovandosi sotto falda si è cristallizzata con una conformazione a cavolfiore, questa cementazione ha completato la diagenesi della roccia.

Il Conglomerato della Marmolada è stato utilizzato come pietra da mole per la sua buona resistenza a compressione e ad usura quando si ritrova in grossi blocchi sani.

In questo caso l'impiego come pietra ornamentale sarebbe possibile, è una roccia lucidabile e di discreto valore estetico.



Sasso Cappello



Pietre da mola con solchi radiali



Macine da orzo



IL «MARMO NERO» DI TAIBON

**Cave di Pont, Val Bordina, Valle di San Lucano
Comune di Taibon Agordino**

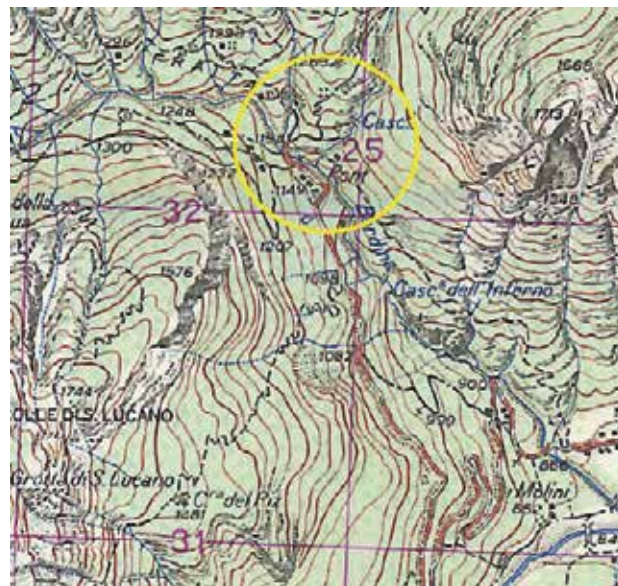
Roccia estratta: Formazione di Moena, calcari bituminosi, breccie carbonatiche grigio nerastre (Anisico)



Pont: fronte di cava: si riconoscono i segni del filo elicoidale con cui si è tagliata la roccia.



Pont: il bancone compatto è formato da breccie carbonatiche (oggetto della coltivazione) gli strati sottili da laminiticarbonatiche bituminose puzzolenti.



Breccia: si riconoscono i frammenti (clasti) più chiari.

Nel 1910 la ditta Antonio Moretti & C. tenta di sfruttare questa pietra lucidabile (detto marmo nero di Pont) ma mancando una strada di accesso carreggiabile abbandona l'impresa. Tentò senza fortuna anche Vittorio Dai Prà benché fosse ormai stata costruita la strada militare. I primi blocchi furono estratti nel 1937 dall'imprenditore locale Mario Dell'Agnola, nello stesso anno venne aperto un cantiere in sotterraneo per l'inverno.



Pont, 1938. Sotto la spinta della nuova proprietà la società Anonima Marmi Bellunesi il cantiere sotterraneo è in piena attività. La costruzione veniva utilizzata come officina e dormitorio. (archivio G. Fontanive).



Operazioni di trasporto di un carico di blocchi squadrati (Archivio L. Cadorin).



Rino Benvegnù dà misura alle dimensioni dei blocchi squadrati rimasti in posto a Pont, dopo l'abbandono della cava. Non sarebbe disdicevole utilizzare tali blocchi per qualche iniziativa particolare a carattere rievocativo (foto G. Fontanive).



Blocchi semilavorati lungo il torrente.

La cava fu aperta perché durante il fascismo vigeva l'autarchia e mancando in Italia rocce nere per la realizzazione di architetture funerarie si ricorse anche a questa roccia.

Caratteristiche

- *Peso specifico dei grani (picnometro) 2,7 t/m³*
- *Calcimetria: contenuto in CaCO₃= 93%*
- *Resistenza a compressione semplice circa 2000 kg/cm²*
- *Malgrado l'elevata resistenza a compressione la roccia risulta geliva.*
- *La durezza è bassa*
- *Il colore nero dovuto alla presenza di sostanza organica diventa grigio a contatto prolungato con l'atmosfera.*
- *È lucidabile e lavorabile*

Le caratteristiche indicate non la rendono adatta come pietra ornamentale.

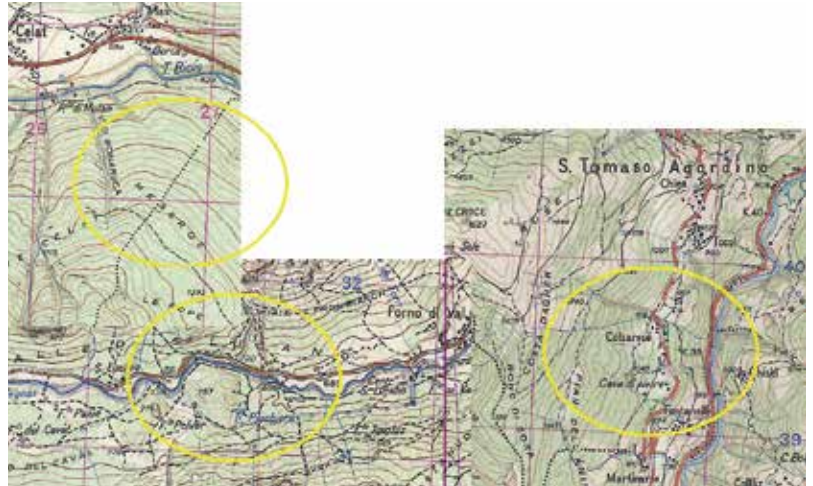
PIETRA «DOLOMIA DEL SERLA»

**Diffusa in varie zone:
Cencenighe, San Tomaso, V.S. Lucano**

La roccia è piuttosto porosa, in prevalenza si tratta di una dolomia microcristallina grigia chiara, nocciola.

Nota un tempo come Dolomia del Serla, nella revisione della stratigrafia dolomitica è stata riconosciuta essere Formazione del Contrin. I Pope del Crotta statue che circondano la Villa Crotta De Manzoni sono stati realizzati in questa cosiddetta «Dolomia del Serla».

La durezza è elevata, la resistenza all'erosione elevata si possono formare pareti rocciose alte centinaia di metri. Lo spessore degli strati è in genere plurimetrico per cui si possono individuare grandi volumi rocciosi unitari che rendono possibile e agevole la lavorazione della roccia. F. Del Contrin alla base della 2ª Pala di San Lucano, spessore oltre 400 metri.



Impiego della pietra «Dolomia del Serla»



Fontane.



Ponte.

Entrata Villa Crotta De Manzoni e Pope del Crotta.



Riquadri di porte e finestre.



Vasca.



Chiesa Sacro Cuore di Canazei.

Pietra Verde di Forcella Aurine Prasinite

Il termine prasinite deriva dalla parola greca prásinos (verde porro), in allusione al colore verde acceso di tali rocce, ed indica rocce metamorfiche basiche, appartenenti alla Facies degli scisti verdi, costituite da un'associazione mineralogica data da porfiroblastidi albite, circondati da una matrice di colore verde contenente quantità circa uguali di clorite, actinolite ed epidoto.

La grana è piuttosto fine, la prasinite di F.la Aurine contiene spesso cristalli cubici di pirite, è una roccia molto compatta.



Impiego della pietra di Forcella Aurine



Pietra nera della Val Fiorentina

Arenaria vulcano clastica appartenente alla Formazione del Monte Fernazza. La formazione è diffusa in tutto l'agordino (C. Pape, Padon, Migogn, Val Fiorentina...). Si tratta in sostanza di una arenaria composta da vetro vulcanico, pirosseni e plagioclasio derivante dalla frammentazione per shock termico di lave basaltico-andesitiche effuse in ambiente marino. È caratterizzata da una tipica esfoliazione cipollare.

In genere si trova in strati non molto spessi 0,5-1 metro e sovente è fessurata e dà luogo a forme arrotondate, i volumi rocciosi unitari non sono elevati (1 metro cubo).

Durevolezza bassa: è composta anche da minerali femici che alterano facilmente. La resistenza a compressione su campioni compatti e inalterati è buona. È stata usata in prevalenza per soglie, scalini, pietre da costruzione, in tutti i casi a superficie scabra.

Impiego della pietra nera della Val Fiorentina



Chiesa di San Bartolomeo Apostolo Caprile, Alleghe.



Ubicazione cave pietra nera val fiorentina.





Molti altri materiali lapidei sono stati usati nell'architettura Agordina, ne è una prova il pavimento della chiesa di San Cipriano a Taibon un autentico mosaico di rocce diverse, un campionario della geologia dell'Agordino.



Filladi a Digoman.




«Mosaico» con varie tipologie di rocce



Pietre d'angolo in Formazione di Wengen e in Dolomia del Serla.







I programma si è sviluppato in un percorso di **circa 200 ore di workshop e stage svolto in collaborazione con le aziende partner del progetto tra i mesi di maggio e giugno 2017**. Ad ogni coppia di studenti è corrisposta una azienda coinvolta nel progetto per le sue attività specifiche sul tema della pietra. Le finalità dello stage sono di costruire figure professionali necessarie oggi alle imprese del settore consentendo sbocchi lavorativi.

87

WORKSHOP

Le attività proposte si sono sviluppate in **6 appuntamenti di giornate formative tematiche** che si sono svolte in alcune cave di pietra tra le più significative del territorio bellunese e con le aziende partner del progetto, per far conoscere un tipo di lavoro che ha origini molte antiche e una storia locale legata al lavoro di scalpellini, cavatori e artisti, sapienti professionalità apprezzate in tutto il mondo che con grande dedizione hanno legato la propria esistenza alla lavorazione della pietra.

Di seguito le schede delle 6 giornate formative organizzate per competenze professionali.

CAPO CANTIERE PER LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO

PIETRA "DOLOMIA DEL SERLA" Comune di San Tomaso Agordino

Soraroncaz e Maseroz, Cencenighe Agordino
Le Torte, Taibon
Piegn, San Tomaso Agordino

Incontri presso le cave di pietra Dolomia di San Tomaso Agordino, cave attive.



Relatori presenti al workshop:

Dott. Fabio Pegoretti, responsabile commerciale per la ditta Sevis di Moena per la lavorazione e commercializzazione della pietra Dolomia

Arch. Martina Boito e dott.ssa Marta Azzalini, tutor di progetto

Prof. Dino Preloran insegnante di riferimento del progetto dell'Istituto geotecnico Follador De Rossi

Programma:

- Visita alle cave di San Tomaso Agordino
- Spiegazione dei geologi sulla formazione della storia geologica e della sedimentazione della Dolomia del Serla e delle sue qualità tecniche
- Spiegazione e panoramica delle tipologie di lavorazione in cui la pietra può essere usata, dalle infrastrutture territoriali agli arredamenti interni ed esterni
- Sosta ad Agordo per la spiegazione dell'impiego storico della pietra, con l'osservazione delle sculture che decorano il giardino della Villa Crotta, constatando la finezza di esecuzione e la reazione della pietra alle sollecitazioni del tempo, alle azioni di agenti atmosferici ed inquinanti
- Visita all'impianto di lavorazione della pietra della ditta Garavana specializzata in pietra Dolomia



ESCURSIONE FRANA

Comune di Alleghe

Incontro presso alcune frane di differenti tipologie ubicate nel territorio Agordino (tra cui la famosa frana del Piz) e workshop presso IIS "U. Follador"



Relatori presenti al workshop:

Geologo Tiziano Padovan

Geologo Matteo Isotton

Prof. Dino Preloran insegnante di riferimento del progetto dell'Istituto geotecnico Follador De Rossi



Programma:

- Nel corso della giornata sono state analizzate alcune tipologie di dissesto (fenomeni di crollo, fenomeni di colamento, fenomeni di scivolamento e frane complesse) presenti nel territorio Agordino fornendo le conoscenze basilari per l'individuazione delle possibili opere di mitigazione e/o sistemazione dei fenomeni stessi.
- La mattinata è stata dedicata all'analisi in loco di alcuni fenomeni franosi con la spiegazione delle tipologie e delle modalità di innesco, mentre nel pomeriggio sono stati descritti gli interventi di mitigazione e/o di sistemazione riferiti ad ogni tipologia di fenomeno analizzato.
- A fine giornata sono state assegnate una tipologia di frana ad ogni gruppo di studenti che hanno valutato le possibili opere da attuare sulla base delle conoscenze acquisite, realizzando una breve relazione.

CAPO CANTIERE PER PROGETTI DI ARREDO

PIETRA DI CASTELLAVAZZO

Comune di Longarone e Castellavazzo

Incontri presso il Museo degli scalpellini di Castellavazzo e la cava di Castellavazzo, cava attiva.



Relatori presenti al workshop:

Dott. Antonio Cason, titolare dell'azienda Cason Marmi, che lavora e commercializza attualmente la pietra grigia e rossa di Castellavazzo

Arch. Daniele Feltrin, Presidente Associazione Pietra e Scalpellini di Castellavazzo, gestore del museo

Scalpellino Adolfo Zoldan, per la parte tecnica e di lavorazione della pietra

Arch. Martina Boito e dott.ssa Marta Azzalini, tutor di progetto

Prof. Danilo Giordano insegnante di riferimento del progetto dell'Istituto geotecnico Follador De Rossi

Programma:

- Visita guidata al "Museo della pietra e degli scalpellini" di Castellavazzo che raccoglie reperti storici sugli usi della pietra di Castellavazzo dalle origini ai giorni nostri con una sezione riguardante i metodi estrattivi, la bottega dello scalpellino e la biblioteca tematica della pietra
- Uso della pietra nell'architettura bellunese e visita al paese di Castellavazzo
- Presentazione di una bibliografia di riferimento tra cui la pubblicazione del libro "Castellavazzo Un paese di pietra, la pietra di un paese", curato da Adriano Alpago Novello che vede la partecipazione di insigni studiosi e il quaderno 17 del museo etnografico della Provincia di Belluno "Uomini e Pietre nella montagna Bellunese", testo di riferimento per l'approccio allo studio della pietra bellunese
- Dimostrazione della costruzione di un muretto a secco e lavorazione nel laboratorio artigianale di un'opera in pietra dalla sgrezzatura, alla sgrossatura fino alla finitura bocciardata
- Visita alla cava di Marsor di Castellavazzo e al vicino paese di Erto



**PIETRA DI LASTREGHE
PIETRA DI CUGNAN E ROSSO SECCA
Comune di Ponte nelle Alpi**

Incontro presso le cave di pietra e le aziende Fratelli De Pra e Bertagno Angelo, cave attive



Relatori presenti al workshop:

Dott. Valerio de Pra, titolare azienda Fratelli De Pra di Ponte nelle Alpi

Bertagno Angelo, titolare azienda Bertagno Angelo

Arch. Martina Boito e dott.ssa Marta Azzalini, tutor di progetto

Programma:

- Visita alla cava di Lastreghe con spiegazione dell'origine della stratificazione a lastre e dei caratteri chimico-fisici della pietra
- Visita alle cave di Cugnan e di Rosso Secca, dove i geologi hanno spiegato la roccia scientificamente e il titolare Angelo Bertagno ha trasferito la sua esperienza di famiglia storicamente impegnata nell'estrazione in cava e nella lavorazione della pietra
- Descrizione delle tipologie di cava, scelta del pezzo in cava in base al progetto da realizzare, punti chiave e punti critici dettati dalle esperienze concrete legate all'attività estrattiva, di lavorazione e commercializzazione della pietra
- Visita al laboratorio della ditta Bertagno Angelo, accompagnati dal titolare con spiegazione delle fasi di lavorazione della pietra in base al prodotto da realizzare e dimostrazione del funzionamento delle macchine

direttore di cava

NUOVA CAVA DI CENCENIGHE **Comune di Cencenighe Agordino**

Incontro presso la cava e workshop presso IIS "U. Follador".

Relatori presenti al workshop:

Moreno Bogo titolare della ditta Ufficio del Porfido di Cembra
Prof. Dino Preloran insegnante di riferimento del progetto dell'Istituto geotecnico Follador De Rossi

Programma:

- Visita al sito di riferimento, analisi e rilievo dell'area
- Indicazioni di massima sulle attese della ditta
- Sosta presso gli uffici tecnici del Comune di Cencenighe per la consultazione dei progetti di fattibilità
- Elaborazioni di idee progettuali della nuova cava di Cencenighe e idee per il progetto di recupero ambientale



92

AZIENDA UFFICIO CENTRALE DEL PORFIDO **Lavorazione ed estrazione del porfido**

Incontro presso l'azienda Ufficio Centrale del Porfido con cava e laboratorio a Cembra.

Relatori presenti al workshop:

Moreno e Gabriele Bogo titolare e legale rappresentante della ditta Ufficio Centrale del Porfido

Prof. Dino Preloran insegnante di riferimento del progetto dell'Istituto geotecnico Follador De Rossi

Programma:

- Visita alla cava di estrazione, nozioni sulle tecniche di abbattimento con esplosivo per la coltivazione della cava e della successiva lavorazione del materiale abbattuto
- Visita al laboratorio e corso sul taglio del porfido e delle pietre ornamentali da blocchi di grandi dimensioni, per lavorazioni a misura con moderni macchinari a controllo numerico
- Visione dei vari passaggi dal taglio del blocco iniziale con macchina a filo al successivo taglio con frese a ponte, fiammatura, rifilatura, sagomatura e rifinitura del lavorato ad arte
- Visione del nuovo macchinario a controllo numerico a 5 assi della GMM modello Egil, macchina tra le più evolute del settore
- Spiegazione del riciclo e recupero delle acque di segazione, visione dell'impianto di depurazione fanghi



STAGE

La proposta di progetto alla Fondazione Cariverona è stata pensata sulla base di un'implementazione dei programmi scolastici ministeriali e a favore di esperienze extra scolastiche nel mondo del lavoro. Le aziende coinvolte sono state Marini Marmi di Bergamo e l'Ufficio Centrale del Porfido di Cembra (TN) che si occupano l'una di estrarre e lavorare la pietra anche attraverso l'utilizzo di macchine da taglio per marmi, graniti e travertini e l'altra della realizzazione e messa in opera di porfido con progetti in prevalenza di arredo urbano. La S.E.V.I.S. di Moena (TN) opera nel territorio per la commercializzazione e lavorazione della pietra dolomia che estrae dalla cava di Piagn nel comune di San Tomaso Agordino mentre l'azienda Cason Marmi e Fratelli De Prà lavorano l'una con la pietra di Castellavazzo e l'altra con le cave di pietra dell'area di Ponte nelle Alpi insieme all'azienda Bertagno Angelo. Partecipa al progetto anche lo studio di geologia Geo Colleselli di Tiziano Padovan per la parte che riguarda la manutenzione del territorio.

DITTA	LOCALITÀ	ALUNNO 1	ALUNNO 2
Sevis <i>referente Fabio Pegoretti</i>	Agordo	Giacomo Colcuc	Remis Benvegnù
Geo Colleselli <i>referente Tiziano Padovan</i>	Belluno	Nicolò Della Lucia	Manuel Santomaso
Cason Marmi <i>referente Antonio Cason</i>	Belluno	Paolo Ipsa	Riccardo Masarei
Fratelli De Pra <i>referente Valerio De Prà</i>	Ponte nelle Alpi	Nicola Resenterra	Elia De Biasio
Marini Marmi <i>referente Giulio Marini</i>	Bergamo	Ruben Conedera	Samuele Grenzi
Ufficio del Porfido <i>referente Bogo Moreno</i>	Cembra (TN)	Maurizia Dai Pra'	Erik Orzetti

Lettere degli Studenti

Lo stage per quanto mi riguarda è andato molto bene. Mi sono trovato veramente bene con tutto il personale di Cason Marmi. È stata un'esperienza molto utile per noi sia come formazione che come orientamento nel mondo del lavoro ma anche dal punto di vista umano.

Riccardo Masarei

Il tirocinio è andato molto bene ed ha soddisfatto in pieno le mie aspettative. Spero che questo progetto continui (o comunque uno simile).

Nicoló Della Lucia

Il tirocinio è stata un'importante esperienza formativa in quanto mi ha permesso di essere parte attiva nella realizzazione di progetti che verranno effettivamente realizzati sul territorio e non ci siamo limitati quindi a semplici esercitazioni fini a se stesse. Ho potuto sviluppare nuove competenze e questo è sicuramente la cosa più importante. Per quanto riguarda i consigli su dei futuri tirocini non saprei veramente cosa consigliare, infatti per quanto mi riguarda, e forse essendo la prima esperienza, è andato tutto bene; unica cosa forse il problema legato ai trasporti per chi è più lontano da casa.

Paolo Ipsa

94



Lavandino realizzato in Conglomerato delle Marmolada da un blocco proveniente dal Col delle Mole.

**«Dai diamanti non nasce niente,
dal letame nascono i fiori»**

Via del Campo di Fabrizio de André

Riferimenti bibliografici

- ACCORDI B (1959) *Geologia dell'Alta Valle del Cordevole (Dolomiti)*. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 21, 1-27
- BERTINI A. (2010) *Il Marmo nero di Rucavà Alto Agordino Provincia di Belluno*. Frammenti n. 2, pp 91-96
- BOSELLINI A. (1989) *La storia geologica delle Dolomiti* Edizione Dolomiti. Maniago (PN).
- BOSELLINI A., FERRI R. (1980) *La Formazione di Livinallongo (Buchenstein) nella Valle di S. Lucano (Ladinico Inferiore, Dolomiti Bellunesi)*. Bologna, Ann. Univ. Ferrara, N.S., Sez. IX, Vol. VI (5), pp.63-89
- BOSELLINI A., NERI C., STEFANI M. (1996) *Geologia delle Dolomiti*. Società Geologica Italiana 78ª riunione estiva San Cassiano 16-18 settembre 1996. Litografia Tosi Ferrara
- BRONDI A., MITTEMPEGHER M., PANIZZA M., ROSSI D., SOMMAVILLA E., VUILLERMIN F. (1977) *Foglio Geologico 28 La Marmolada* a scala 1:50.000. Servizio geologico d'Italia
- CANUTI P., CRESCENTI U., FRANCANI V. (2008) *Geologia Applicata all'Ambiente* Casa Editrice Ambrosiana
- CASTELLARIN A., CAPUTO R., SELLI L., RICOTTI V., CANTELLI L. (1996) *Geologia delle Dolomiti*. Società Geologica Italiana, 78ª riunione estiva, San Cassiano.
- CASTIGLIONI B. (1931) *Il Gruppo della Civetta (Alpi Dolomitiche)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova 9 pp. 83 fig. 1 tavv. 3 1 carta geol. 1:25.000. Padova
- CASTIGLIONI B. (1939) *Il gruppo delle Pale di S. Martino e le valli limitrofe (Alpi Dolomitiche)*. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, 13, pp. 1-104. figg. 12 tavv. 9 carta geol. 1:35.000 proff. Padova.
- COSTA V., DOGLIONI C., GRANDESSO P., MASETTI D., PELLEGRINI G.B., TRACCANELLA E. (1996) *Note illustrative del foglio 063 "Belluno"* Ist. Poligr. e Zecca dello Stato Roma
- D'ARGENIO B., INNOCENTI F., SASSI F. P. (1994) *Introduzione allo studio delle rocce* UTET Torino
- DE VALLEJO L. G. (2005) *Geoingegneria* Pearson Prentice Hall
- DIENI I., GIORDANO D., SASSI F. P. (2006), *Silurian and Devonian boudins within the Southalpine Metamorphic Basement of the Agordo area (Eastern Alps)* Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Tomo CLXIV (2005-2006) - Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, pp.1-44 Venezia
- DOGLIONI C., CARMINATI E. (2008) *Structural styles and Dolomites field trip*. Mem. D. Carta Geol. It., Vol. 82, pp. 1-268.
- FARABEGOLI E., PISA G., OTT E. (1976) *Risultati preliminari sull'Anisico della conca di Agordo e dell'alta Val di Zoldo (Dolomiti sudorientali)* Boll. Soc. Geol. It. 95 pp. 659-703. Roma
- FONTANIVE G. (1997) *Periti Minerari illustri: Ettore Moretti (1876-1963)* Belluno
- FORNARO M., LOVERA E., SACERDOTE I. (2001) *La coltivazione delle Cave ed il recupero ambientale* volumi 1 e 2 Politeko Edizioni Torino
- GIORDANO D. (2008) *Dolomiti di Cristallo, Minerali e mineralogia nell'Agordino*. GAMP Dolomiti. Grafiche Antiga Crocetta del Montello.
- GIORDANO D., D'ALBERTO L. (2013) *Nuovi dati per la paleogeografia anisica e ladinica della Valle San Lucano e aree limitrofe (Dolomiti Agordine, Taibon Agordino)*. in Frammenti n. 5 pp. 65-80.
- GIORDANO D. (2015). *L'albero delle rocce guida al sentiero didattico per imparare a riconoscere le rocce*, pp. 64, Tipografia DBS Rasai, Seren del Grappa
- ISTITUTO TECNICO MINERARIO "U. FOLLADOR" AGORDO (1999) *Studio sulla lavorazione della pietra in località "Col de Mole" San Tomaso Agordino (Belluno)*. Relazione dattiloscritta non pubblicata
- LEONARDI P. et al., (1968) *Le Dolomiti. Geologia dei Monti fra Isarco e Piave*. Op. in 2 vol., 1019 pp., Manfrini, Rovereto.
- MOTTANA A., CRESPI R., LIBORIO G. (1991) *Minerali e rocce* Arnoldo Mondadori Editore
- NERI C., STEFANI M. (1998) *Sintesi cronostratigrafica e sequenziale dell'evoluzione Permiana superiore e Triassica delle Dolomiti*. Mem. Soc. Geol. It. 53 pp. 417-463, 24 ff.
- NERI C., GIANOLLA P., FURLANIS S., CAPUTO R., BOSELLINI A. (2007) *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 Foglio Cortina d'Ampezzo*. APAT Regione del Veneto.
- PERCO D. (a cura di) (2002) *Uomini e pietre nella montagna bellunese* Museo Etnografico della Provincia di Belluno Quaderno 17. Provincia di Belluno Editore

PISA G., FARABEFOLI E., OTT E. (1978) *Stratigrafia e paleogeografia dei terreni Anisici della conca di Agordo e dell'alta Val di Zoldo (Dolomiti sudorientali)*. Mem. Soc. Geol. It. 18 pp. 63-92.

ROSSI D., SIMBOLI G., SOMMAVILLA E. (1974) *La serie vulcanica medio-triassica della Catena del Padon (Gruppo della Marmolada, parte settentrionale)*. Miner. Petrogr. Acta, n. 20, pp. 1-48

SCESI L., PAPINI M., GATTINONI P. (2001) *Geologia Applicata. Il rilevamento geologico tecnico*. Casa Editrice Ambrosiana

TESTA B., ALDIGHIERI B., BERTINI A., BLENDINGER W., CAIELLI G., DE FRANCO R., GIORDANO D., KUSTATSCHER E. (2013) *Geomorphodiversity of the San Lucano Valley (Belluno Dolomites, Italy): a Well-Preserved Heritage*. Geoheritage DOI 10.1007/s12371-013-0079-3

TROMBETTA G. L., MASETTI D. (2012). *Geologia, stratigrafia e sedimentologia del Triassico Medio della Valle di San Lucano (Gruppo delle Pale di San Martino, Provincia di Belluno)*. Frammenti N. 4, pp 65-80.

SOMMAVILLA E. (1970) *Monzonite con differenziazioni basiche e alcaline e passaggio graduale a lava latitica, a nord delle Pale di S. Martino (Dolomiti, Italia)*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Sez. A, vol. XLVII, pp. 135-160 Trento

Link

La Pietra Bellunese www.lapietrabellunese.eu
people.unipmn.it/mimmone/Corsi/.../CA-SGBC%203%20-%20materiali%20lapidei.pp

www.geo.uniba.it/attachments/article/144/Norma%20Uni.pdf
didattica.uniroma2.it/files/scarica/.../144459...Materiali-E.../12237-Materiali-Lapidei

CAPGAI Sani Michele 2010 Attività di cava e gestione dei geomateriali. Presentazione

Proprietà tecniche delle rocce. Presentazione

Università Roma 3. Adolfo F., Baratta L., Materiali lapidei. Presentazione

Università Firenze. Coli M. Leggere le pietre. Presentazione

Politecnico di Milano. Alberti. Materiali Geologici. Presentazione

IIS Follador Agordo. Giordano D. Su alcune antiche pietre agordine. Presentazione



Si Ringraziano

Gli studenti dell'Istituto Follador De Rossi

**Remis Benvegnù, Giacomo Colcuc, Ruben Conedera
Maurizia Dai Prà, Elia De Biasio, Nicolò Della Lucia
Samuele Grenzi, Paolo Ipsa, Riccardo Masarei
Nicola Resenterra, Manuel Santomaso, Erik Orzetti**

Per il prezioso contributo i docenti

**Tomaso Avoscan, Antonio Cason, Danilo Giordano
Matteo Isotton, Marco Bogo, Moreno Bogo, Enrico Pescosta
Maria Grazia Passuello, Dino Preloran, Nicola Zema**
assistente laboratorio di geotecnica **Luciana Fontanive**

Per gli stage le aziende della pietra

**Angelo Bertagno S.r.l.
Cason Marmi S.a.s.
Fratelli De Prà S.p.a.
K Stone S.r.l.
Marini Marmi S.r.l.
S.E.V.I.S. S.r.l.
Studio Geo Colleselli
Ufficio Centrale Del Porfido di Bogo Gabriele & C. Sas**

Per le fotografie e le immagini

**Tomaso Avoscan
Roberto Ben
Maurizia Dai Prà
Danilo Giordano
Tiziano Padovan
Dino Preloran
Ufficio tecnico Comune di Cencenighe**

Per il supporto dell'intero progetto lo staff del Circolo Cultura e Stampa Bellunese

**Marta Azzalini
Martina Boito
Angela Da Rolt
Anna De March
Elisabetta Pierobon**

Foto di copertina

Tiziano Padovan

www.lapietrabellunese.eu



Finito di stampare
nel mese di Maggio 2018

Gruppo DBS

Rasai di Seren del Grappa (BL)
www.tipografiadbs.it



CIRCOLO CULTURA E STAMPA BELLUNESE

LA PIETRA VENETA
TRA TRADIZIONE
E INNOVAZIONE

