

30 - Materiali naturali da costruzione

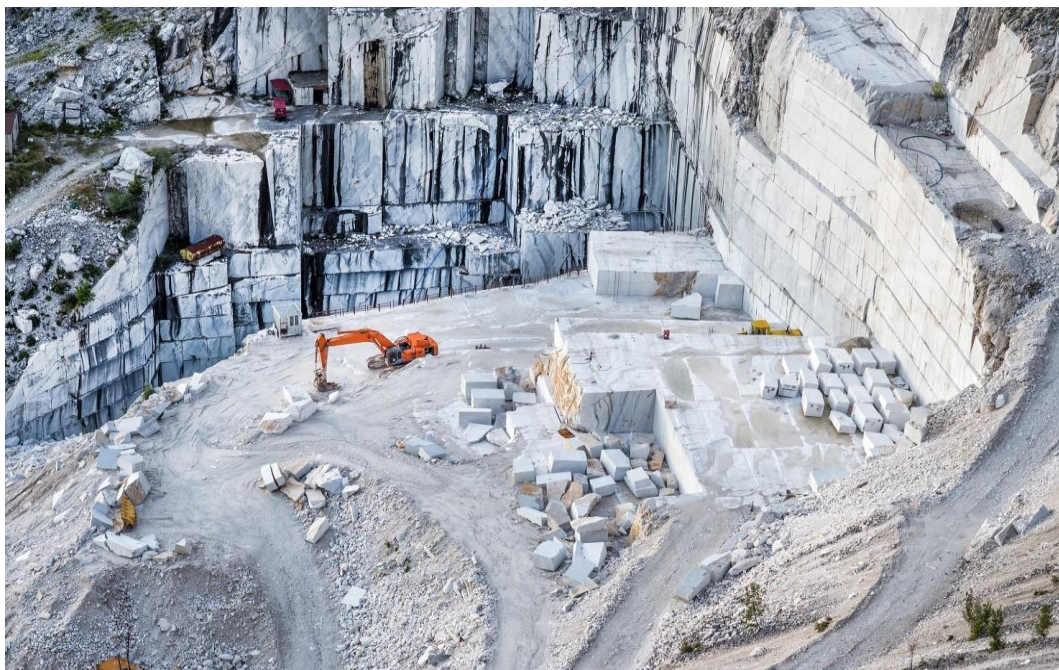
Fantasie improbabili di un geologo

Come si usano - come si conservano - come si degradano - quanto durano

Antonio Dal Prà geologo

febbraio 2022

in tempi di pandemia



Cava di marmo di Carrara

Madre Natura è bizzarra nei suoi atteggiamenti e nei suoi comportamenti. Incomprensibili dall'animale uomo, che tenta di inquadrarli in previsioni e schemi, e quasi mai ne indovina una. Madre Natura fa quello che vuole e se ne frega dei terrestri. Quando si inquieta è terribile e crudele e ci colpisce con terremoti, eruzioni vulcaniche, maremoti, frane, incendi, inondazioni, pestilenze.

E tuttavia ci permette bonariamente di grattare sulla sua crosta, nel suo sottosuolo, consentendoci di estrarre sostanze indispensabili per la vita umana: petrolio e metano, acqua potabile, minerali di ogni tipo, e un gran numero di materiali da costruzione.

Se ci guardiamo attorno, ci rendiamo conto che ogni struttura che vediamo è costruita con materiali naturali estratti dal sottosuolo, fornitici da madre Natura, che dobbiamo ringraziare. Anche perchè, per cavarli dal sottosuolo assai spesso combiniamo guai a non finire: squarci, frane, traffico e altro.

Sono moltissimi i materiali naturali impiegati nelle costruzioni, direttamente come vengono estratti dalle cave, oppure dopo aver subito lavorazioni e trasformazioni più o meno profonde.

Vengono adoperati per realizzare murature, pavimentazioni, rivestimenti; per costruire rilevati stradali e ferroviari; per elevare argini e scogliere; per realizzare ponti e strade; per edificare porti e



Scogliera di blocchi di calcare

altre opere marittime; per ottenere calci, cementi e gessi da presa; per confezionare mattoni e tegole, ceramiche e porcellane; per ricavare vetri e refrattari, isolanti termici e acustici. Una infinità di cose.

E' chiaro che l'impiego di un materiale dipende soprattutto dalle caratteristiche del materiale stesso: per l'uso diretto nelle costruzioni si chiedono soprattutto requisiti di resistenza meccanica, di durezza nel tempo ; invece per l'impiego dopo trasformazione è soprattutto la composizione chimico-mineralogica ad assumere importanza fondamentale.

E' evidente che il materiale scelto per un determinato impiego deve presentare tutte le caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche adatte a svolgere le funzioni richieste. State bene attenti ragazzi , occorre prestare molta attenzione quando si vuole adoperare un materiale roccioso. La roccia non si presta a qualsiasi impiego.

Se si vuole costruire un campanile in blocchi di pietra, occorre che i blocchi di base siano costituiti da rocce che possono sopportare il peso di tutta la struttura soprastante. In caso contrario i blocchi si schiacciano e addio campanile.

Nelle pavimentazioni esterne si devono utilizzare lastre di roccia che non sia costituita da minerali solubili, come il gesso per esempio. In un villaggio del centro Africa ho visto abitazioni coperte da lastroni di salgemma, ma perché in quel luogo non pioveva mai. Da noi sarebbe ridicolo.



Lastre di marmo in una segheria

Per strutture esterne in paesi a clima freddo occorre impiegare rocce non gelive, che bene sopportino l'azione del gelo e disgelo. Così nei paesi marini le pietre da costruzione devono essere

idonee a sopportare l'azione della salsedine. Venezia utilizzava per le sue costruzioni importanti la famosa "Pietra d'Istria", inattaccabile dalla salsedine.

Per abbellire pavimenti e rivestimenti si scelgono pietre a colori gradevoli, che abbelliscono l'opera: non come quello bello ma triste dei marmi di rivestimento esterno del Tribunale di Padova, che se lo guardi ti sembra di essere già condannato ancora prima di entrare.

Un giorno un mio studente di geologia mi portò uno spezzone di tubo di grondaia della sua casa, quasi interamente intasato da incrostazioni molto consistenti di gesso: la grande terrazza realizzata sopra il fabbricato era stata stoltamente pavimentata da bellissime lastre di marmo di alabastro gessoso; le acque di pioggia si era divertite, nel tempo, a sciogliere il gesso e depositarlo nelle tubazioni di sgrondo. Hanno dovuto rifare la pavimentazione con altro materiale.

E' evidente che anche altri parametri, oltre a quelli di resistenze e durezza, sono fondamentali e determinanti per rendere economicamente appetibile e possibile lo sfruttamento di un giacimento di materiale naturale in cava: il valore commerciale, il volume disponibile, l'ubicazione del giacimento, le vie di accesso, l'area di mercato, i costi di estrazione, le richieste di mercato, le condizioni geologiche dell'area di estrazione in ordine ai possibili effetti collaterali negativi dello scavo. La valutazione è complessa: se si sbaglia si paga caro.

Entrano pesantemente in gioco anche parametri politici e sociali, dei quali non è il caso di occuparci perché molto spesso avvolti da interessi oscuri e talora poco puliti.

E' chiaro che per verificare l'idoneità di un materiale ad un certo impiego si eseguono differenti tipi di prove, in funzione dell'uso previsto : prove di resistenza meccanica, di durezza, di misura di



Murature di blocchi di roccia a secco in una fortezza incaica in Perù

parametri fisici, analisi chimiche e mineralogiche. Le prove vengono eseguite su campioni secondo precise normative di legge, in laboratori specializzati.

Occorre rilevare che nella scelta del materiale più idoneo alla costruzione di una determinata opera interviene, oltre all'aspetto tecnico , anche e talora soprattutto l'aspetto economico : in molti casi si deve raggiungere un compromesso tra i caratteri ottimali del materiale che si dovrebbe impiegare e quelli del materiale disponibile entro una distanza economicamente accettabile, ferma restando la garanzia della validità del risultato. La mancanza sul posto di materiale idoneo può condizionare la scelta della soluzione progettuale di un'opera, come succede spesso per la realizzazione di costruzioni che richiedono grandi quantitativi di materiale, come dighe, argini e scogliere di rilevanti dimensioni. Ragazzi, con altre parole chiare, in certi casi *bisogna prendere quello che passa il convento*.

Importante è il peso del materiale (peso specifico, si intende, cioè gr/cm_3): determina la scelta del tipo di roccia per impieghi particolari. Si usano blocchi di roccia pesante per costruire scogliere e moli, atti a contrastare l'azione delle acque. Si impiegano rocce leggere nella costruzione di archi e volte. La conoscenza del peso consente lo svolgimento di calcoli di stabilità dei manufatti. Le rocce

pesanti sono in genere più resistenti e durevoli nel tempo delle rocce leggere. Ho visto tratti di moli frangiflutto costruiti con blocchi di arenaria durati una stagione.



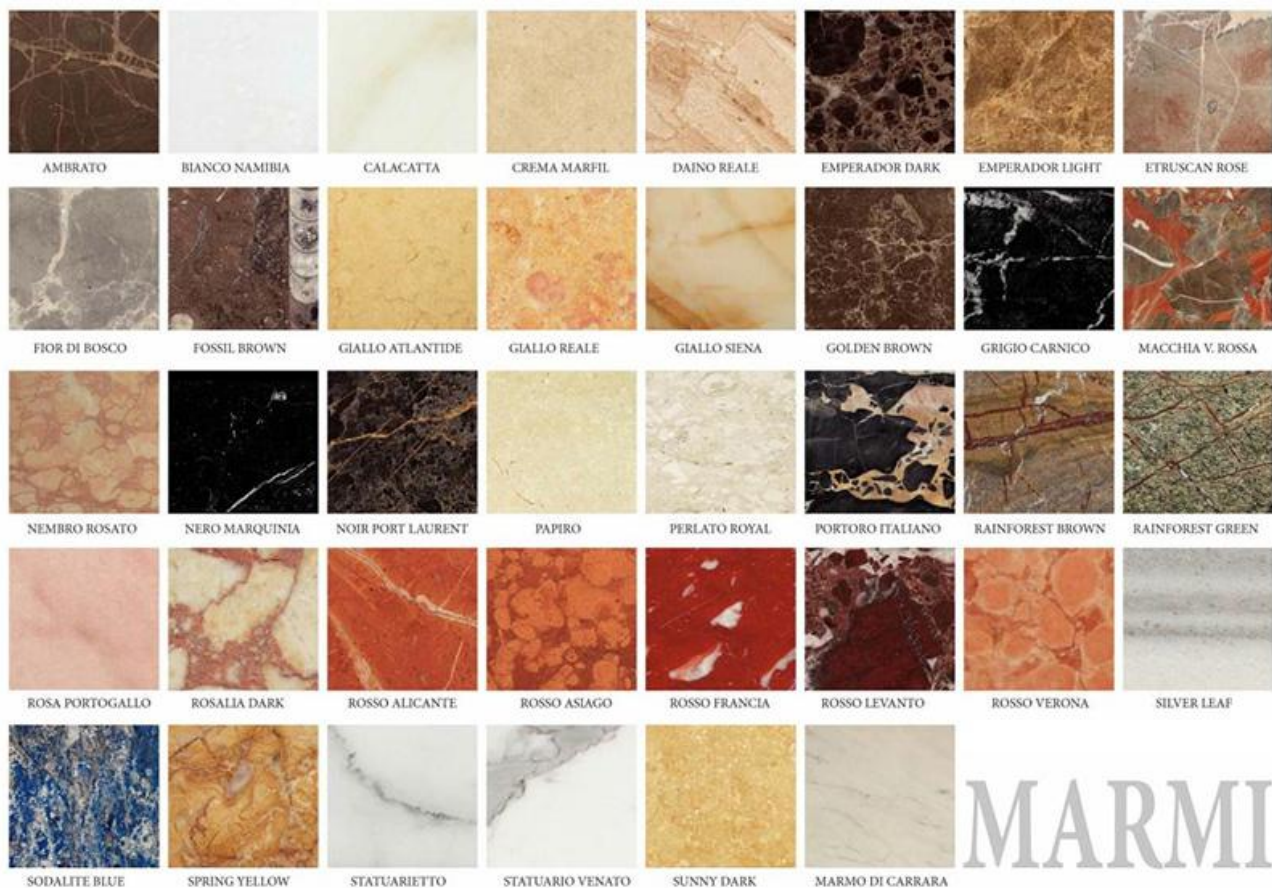
Effetti della salsedine su murature in Venezia

Rocce pesanti sono i basalti , i graniti , le dioriti con peso tra 3 e 2 kg/dm³. Di buon peso sono anche le dolomie e i calcari (2.3-2.8), le trachiti (2.4-2.8), i porfidi (2.4-2.7). Leggeri sono le pomici (0.5-1.1), i tufi (1.1-1.7). Ci si riferisce evidentemente a rocce, sane, compatte, prive di alterazione e di microfratture.

Le proprietà termiche delle rocce vanno considerate sia per la scelta dei materiali da utilizzare come isolanti termici nelle costruzioni e sia nello studio del comportamento dei materiali sottoposti a grandi escursioni di calore. Le rocce in genere sono cattivi conduttori di calore. La differenza di conduttività dipende dalla porosità della roccia: più una roccia è porosa e più bassa è la conduttività termica. La porosità può essere naturale come nelle pomici, o provocata artificialmente per ottenere isolanti, come nelle perliti, nelle vermiculiti, nelle lane di vetro e nelle lane di roccia.

Si ricordi che i materiali naturali da costruzione, dopo la loro messa in opera possono essere sottoposti a forti sollecitazioni meccaniche (permanenti, o temporanee, o accidentali). Per questo occorre verificare la loro resistenza alla compressione, alla trazione, al taglio, alla flessione, all'urto, all'usura, in ordine al tipo del loro impiego. Le rocce si affaticano lavorando alla compressione e la loro resistenza diminuisce nel tempo. Per questo, elevati gradi di sicurezza vengono richiesti per le costruzioni in pietra sottoposte per tempi molto lunghi a pesi elevati.

La conoscenza della resistenza che la roccia oppone alle sollecitazioni di compressione e di schiacciamento è indispensabile per la progettazione di manufatti soggetti a forti pesi. Si misura mediante prove di carico con presse, determinando il peso necessario a schiacciare un cubetto di roccia (kg/cm^2). Pensate all'enorme peso che devono sopportare i blocchi calcarei di base delle



Vari tipi di marmi

piramidi egiziane, da millenni. Oppure i mattoni di base delle torri bolognesi, o quelli dei campanili della vostra città.

La maggior parte delle rocce sane, compatte, a bassa porosità hanno resistenza alla compressione molto elevate, superiore a quella dei calcestruzzi ($50\text{-}400 \text{ kg/cm}^2$), dei mattoni ($150\text{-}300$), del legno ($300\text{-}700$). Basalti, graniti, gneiss, dioriti, andesiti, quarziti, calcari, dolomie, arenarie, trachiti mostrano resistenze che possono essere di $2.000\text{-}1.000 \text{ kg/cm}^2$.

Eccovi per curiosità alcuni valori, su provini normati di roccia sana : Pietra d'Istria 1.600, Marmo di Carrara 1200, Granito dell'Elba 1120, Porfido Trentino 2150, Basalto Campano 1600, Pomice di Lipari 50-60, Tufo del Lazio 50-300, Calcare Pietra di Vicenza 250, Travertino di Tivoli 300-1200, Calcari di Verona 800, Granodiorite Serizzo Ghiandone 1000, Calcare Chiampo 1000, Marmo di Lasa 1100, Calcare Botticino 1200-1400, Granito di Alzo 1350, Calcare Pietra Aurisina 1350, Granito di Baveno 1400, Trachite di Zovon 1400-1800, Basalto di Montecchia di Crosara 3300, Quarzite Bargiolina di Barge 3600-4000.

Attenzione che la resistenza alla compressione è differente non solo tra un tipo di roccia e un altro, ma anche nello stesso litotipo, e addirittura da un campione ad un altro della stessa cava, poiché entrano in gioco vari fattori fisici come porosità, impurezze mineralogiche , microfratture, alterazioni , ecc.

I materiali rocciosi da costruzione, nell'industria dei marmi, richiedono la predisposizione alla segatura, alla levigatura, alla lucidatura. Non tutte le rocce si prestano a queste operazioni. Ma i litotipi che sono utilizzati per ottenere marmi sono numerosi, purchè la cava consenta di fornire blocchi di adeguate dimensioni di roccia sana, non alterata, poco porosa , di minerali accessori



Gabbionate per argini con riempimento di ciottoli di calcari

inopportuni e di fratture . Ottimi marmi si ottengono dai calcari, dai graniti, dagli gneiss, dalle quarziti, dai porfidi . Ma sono soprattutto i calcari che dominano nella produzione di marmi : in commercio se ne trovano oltre un centinaio di tipi, differenti soprattutto per i colori. Alcuni marmi italiani sono noti e utilizzati in tutto il mondo, come il marmo di Carrara o i vari marmi tratti dalla formazione geologica del Rosso Ammonitico del Giurese nelle Prealpi Venete.

Vi ricordo che il colore delle rocce dipende dal colore dei minerali che la compongono o dalla presenza di pigmenti minutamente diffusi, come ematite e limonite (ossidi di ferro) , ossidi di manganese e solfuri di ferro. Ed assume importanza soprattutto quando la roccia viene utilizzata con finalità ornamentali. Sappiate che la colorazione perde nel tempo la sua intensità.

Nell'impiego delle rocce il colore può assumere grande importanza, soprattutto quando vengono usate per pavimenti, rivestimenti, ed impieghi ornamentali.

Ed ora prestate bene attenzione a quanto segue. Nell'impiego delle rocce deve essere attentamente valutata la durevolezza nel tempo. Un'opera evidentemente deve conservarsi a lungo, in funzione dell'impiego per il quale è stata progettata e costruita. La durevolezza è la resistenza che un materiale naturale, estratto dalla cava e messo in opera in una costruzione o comunque utilizzato, oppone agli agenti atmosferici, che tendono a disgregarlo nel tempo o in qualche modo a degradarlo



Tribunale di Padova – Rivestimento in marmo Blu Masaccio - calcare

con azioni fisiche o chimiche. E' un parametro che viene valutato soprattutto per impieghi delle rocce all'aperto. Un materiale naturale può essere soggetto a vari fattori di disgregazione:

alternanza di gelo e disgelo; escursioni termiche; attacco della salsedine; azione fisica dell'acqua ; azione fisica del vento; azione chimica dell'acqua sui minerali della roccia; azione disgregatrice di alghe, funghi, licheni, muffe.

L'osservazione delle antiche costruzioni delle grandi civiltà del passato , ci aiuta molto e ci permette di individuare quali sono le rocce più durevoli nel tempo : i templi dell'Egitto, della Grecia, di Roma ci insegna molto.

Vediamo insieme alcuni meccanismi che minano la durevolezza delle rocce impiegate nelle costruzioni.

Tutti conosciamo l'azione del gelo e disgelo. Lo abbiamo imparato a scuola. Eppure ancora oggi vengono utilizzati per esterni, ad esempio per davanzali e pavimenti, rocce gelive che col tempo si squamano, si sfogliano, si disgregano, come il Biancone e la Scaglia Rossa , calcari del Cretaceo.

Scusate, vi ricordo in breve il processo. L'acqua che riempie i pori e le fessure di una roccia gelando aumenta di volume di quasi il 10%. Questo aumento di volume, se l'espansione è impedita, genera sulle pareti dei vuoti forti sollecitazioni meccaniche che a lungo andare determinano il distacco di particelle dalle superfici esterne del blocco di roccia o l'allargamento progressivo delle fessure fino alla spaccatura. Le particelle distaccate cadono al disgelo, lasciando scoperte le parti sottostanti, destinate a subire col tempo lo stesso processo. Valutando in grande, il fenomeno del gelo e disgelo è la causa principale del distacco di blocchi rocciosi sopra le strade delle nostre montagne alla stagione primaverile del disgelo, quando il ghiaccio smette di svolgere la funzione di legante.

Ricordatevi che la gelività è una delle più importanti caratteristiche tecniche che si devono verificare nei materiali impiegati in regioni in cui gelo e disgelo si succedono molte volte nel corso dell'anno. La gelività si riscontra in alcuni calcari, in varie arenarie, nei tufi vulcanici, in rocce effusive e argillose.

Sentite quello che succede nei materiali naturali da costruzione a causa delle forti escursioni termiche. Le rocce hanno, come ricordato, una bassa conduttività termica. Per tale ragione forti sbalzi di temperatura fra giorno e notte provocano nelle parti superficiali della roccia dilatazioni e contrazioni maggiori di quanto si verifica nelle parti interne, causando il distacco di frammenti scagliesi e quindi la desquamazione del blocco di roccia o del manufatto. Il fenomeno è ben osservabile nei deserti rocciosi, dove questo processo è la causa principale del disfacimento e della degradazione dei rilievi. Chi ha avuto la fortuna di entrare nei deserti caldi avrà certamente osservato forme rotondeggianti nei massi rocciosi abbandonati dal disfacimento dei rilievi: l'azione di aggressione è maggiore ai vertici dei blocchi, dove la superficie attaccata è esposta su più facce. Nei paesi a forti escursioni sono ben noti gli accumuli sabbiosi attorno ai rilievi granitici: i minerali che compongono il granito (quarzo, ortoclasio, plagioclasti miche) hanno differenti coefficienti di dilatazione, e quindi si dilatano in modo differente e disomogeneo, disgregando la roccia in superficie e creando accumuli di sabbioni granitici costituiti dall'insieme dei vari minerali.



Frana di crollo al disgelo in Trentino

Micidiale è l'azione della salsedine sui materiali delle costruzioni a contatto con l'acqua di mare. Ne sa qualcosa Venezia, che vede la base di tutte le sue case scrostata, nei mattoni e negli intonaci. L'azione è fisica. Agisce su quei materiali che ricevono, sotto forma di spruzzi o di umidità o per assorbimento capillare acqua marina o salmastra o comunque contenente discrete quantità di sali in soluzione. L'evaporazione dell'acqua contenuta nei vuoti (pori e fessure) provoca una graduale concentrazione dei sali fino alla saturazione e alla cristallizzazione. La cristallizzazione determina un aumento di volume del sale che, senza spazi a disposizione, provoca pressioni sulle pareti delle cavità provocando distacchi di particelle e croste. Condizioni ambientali alternativamente umide e asciutte moltiplicano ripetutamente il processo e l'azione meccanica di lento sgretolamento. Vi ricordo che la risalita capillare può raggiungere altezze anche di qualche metro sopra il livello marino, come è ben visibile percorrendo i canali veneziani.

La gelività e il comportamento delle rocce alla aggressione della salsedine sono determinate con prove sperimentali regolate da norme precise, che vengono eseguite su campioni sottoposti a ripetuti cicli di gelo e disgelo, e di impregnazione salina ed evaporazione.

Ma non è finita. I materiali rocciosi e i manufatti costruiti con elementi di roccia possono subire alterazioni chimiche dei componenti mineralogici principali o accessori, che determinano nel tempo un decadimento delle qualità di resistenza meccanica, di colore, di durezza. Occorre valutare attentamente queste possibilità.

Alcuni minerali delle rocce assorbono l'acqua con una certa facilità, aumentando di volume e provocando la progressiva disgregazione della roccia che li contiene. Per esempio l'anidrite, delle rocce evaporitiche, si idrata trasformandosi in gesso, con aumento di volume addirittura del 60%.



Cava di porfido in trentino

L'idratazione di ossidi di ferro, come l'ematite che si trasforma in limonite, determina aumenti di volume rilevanti che provocano disgregazioni, oltre a mutamenti di colore. Gli ossidi di ferro possono essere presenti nella roccia sia come accessori primari e sia come prodotti dell'alterazione di solfuri, silicati e carbonati di ferro.

I materiali argillosi, che assorbono acqua in grande quantità, e si rigonfiano, sono causa di grave degradazione in calcari, arenarie, rocce tufacee, marne. Il rigonfiamento e l'incoerenza dei minerali argillosi inumiditi provocano una graduale diminuzione della coesione fra i granuli, che finiscono col separarsi formando sabbioni.

Attenzione alla solubilità elevata di alcuni minerali, come il gesso (2.5 g/l) . Blocchi e lastre in roccia gessosa non possono essere impiegati in opere sommerse; e anche la loro durata all'esterno è sempre precaria.

Attenti ad un'altra situazione che si deve ben valutare. Le condizioni climatiche dei luoghi di impiego dei materiali influiscono in modo molto sensibile sulla durevolezza. Infatti i fattori climatici possono rendere trascurabili o efficaci molti tra i fattori attivi della degradazione. In generale un clima umido, piovoso, con frequenti gelate, con sbalzi di temperatura e di umidità è molto sfavorevole alla durevolezza. Al contrario, un clima secco poco piovoso, con temperature poco variabili contribuisce alla durevolezza dei materiali da costruzione. Colonne ed obelischi granitici egiziani, conservatisi perfettamente per millenni in clima arido, hanno segnato deperimenti rapidi in pochi anni dopo il loro spostamento in climi umidi (Londra, Parigi, New York). Climi aridi consentono l'impiego di rocce inutilizzabili in climi piovosi, come blocchi e lastre di salgemma e gesso, fango e argille secche, tufi vulcanici ed arenarie tenere.

Nell'uso dei materiali naturali nelle costruzioni occorre ricordare che tutti i minerali principali componenti le rocce, ad eccezione del quarzo, sono soggetti a trasformazioni chimiche e a

dissoluzioni, in modo più o meno rapido in ordine al minerale e all'ambiente in cui si trova; e quindi tutti i minerali hanno una loro durezza intrinseca.

Se avete ancora pazienza a leggere e se consideriamo i fattori meteorici della durezza, che sono quelli normalmente attivi sui materiali da costruzione, possiamo tentare di individuare una scala di durezza dei minerali in senso crescente : minerali argillosi, solfati anidri (anidriti), solfati idrati (gessi), silicati di calcio e ferro (anfiboli, pirosseni, olivine), silicati di sodio potassio magnesio (

ortoclasio, plagioclas) , carbonati (calcite, dolomite). Quindi in generale un gesso dura di più di una anidrite, un'arenaria a cemento siliceo ha una durezza maggiore di una arenaria a cemento calcareo o argilloso, una roccia granitica dura di più di una roccia basaltica.

Ricordatevi ancora che minerali accessori frequenti nelle rocce, come solfuri, ossidi di ferro, minerali argillosi, silicati ferrosi, limitano notevolmente la durezza dei materiali e la durata delle colorazioni originarie, spesso deturpando il manufatto.



Pavimentazione in blocchetti di porfido

Fate attenzione che la porosità di una roccia limita la durezza, poiché favorisce la penetrazione dell'acqua, l'effetto del gelo e della salsedine, lo sviluppo di flore aggressive, l'attacco degli agenti chimici. Le rocce compatte sono normalmente sensibilmente più durevoli di quelle porose. Si ricorda che le superfici rocciose o di blocchi e lastre ottenuti parallelamente ai giunti di

stratificazione, di scistosità o di divisibilità resistono maggiormente di quelle, più porose e fratturate, ottenute in direzione normale.

Anche le condizioni di posa del materiale possono influenzare la durezza. Materiali impiegati nello stesso luogo possono mostrare durezza differente in ordine alla esposizione delle superfici. Nei climi umidi materiali esposti a nord si degradano più rapidamente degli stessi esposti in altre direzioni, perché l'umidità rimane più a lungo. Se il materiale è sensibile alle escursioni termiche e all'insolazione, esposizioni verso il sole sono sfavorevoli alla durezza. Anche esposizione ai venti possono provocare differenti durate dello stesso materiale, favorendo le azioni erosive e quelle della salsedine.



Pavimentazione in lastre di porfido

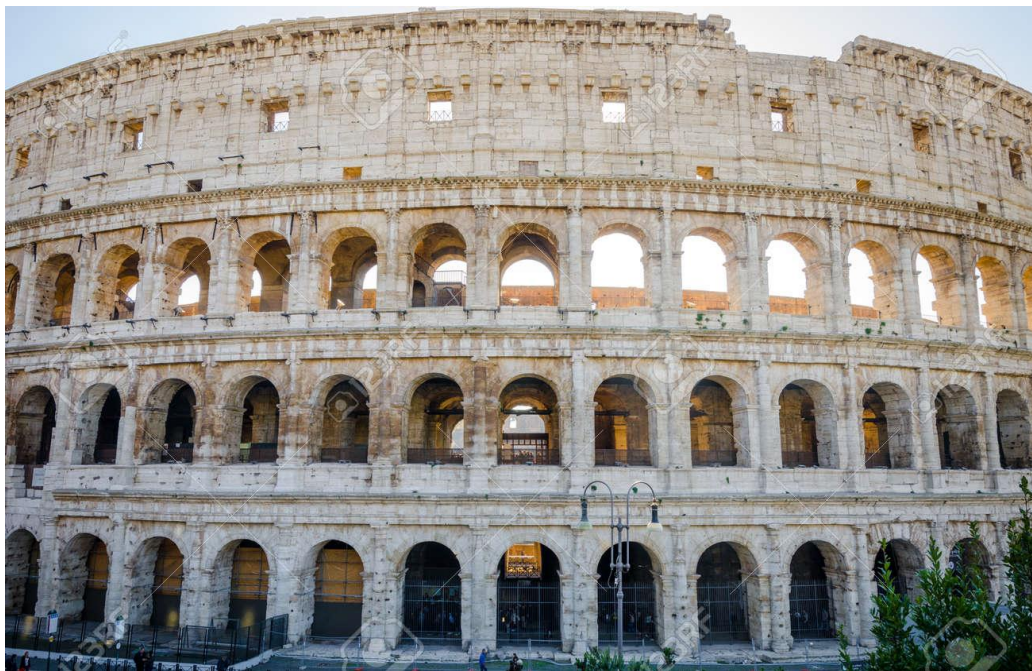
Vi ho già ricordato che quando la roccia è impiegata in blocchi o comunque in forme spigolose, i punti più rapidamente colpiti dalla degradazione sono i vertici e gli spigoli, che tendono a smussarsi e ad arrotondarsi nel tempo, perché l'attacco degli agenti può esercitarsi contemporaneamente su due o tre facce.

Superfici scabrose si degradano maggiormente di superfici lisce, le quali espongono il minimo sviluppo d'area all'aggressione degli agenti esterni. Molte rocce, prima della posa, vengono levigate e talora lucidate per renderle più durevoli, oltre che a colorazione più viva.

L'impiego dei leganti, generalmente più durevoli delle rocce, può produrre nei blocchi un fenomeno di degradazione centrale delle superfici esposte, mentre spigoli e vertici sono conservati più a lungo dall'azione cementante e consolidante dei leganti. Il fenomeno è osservabile, per esempio, nei blocchi delle pavimentazioni delle piazze (a Padova sulle *masegne* di trachite di Piazza Insurrezione), oppure sui muri di cinta.

Sappiate che non esistono prove sperimentali di durezza che tengano conto di tutti i fattori della degradazione. Per giudicare la durezza di un materiale che si vuole impiegare si

sperimenta l'azione del fattore di degradazione che si ritiene principale agente nel luogo di impiego. Se l'impiego avviene su aree costiere si esperimenterà la resistenza alla salsedine; la resistenza al gelo per luoghi soggetti a gelate. Valutazioni della durezza sono possibili dall'osservazione dello stato delle rocce usate nelle costruzioni antiche di millenni. Hanno mostrato di resistere egregiamente vari tipi di marmi calcarei, graniti, sieniti, porfidi, basalti, travertini, trachiti, gneiss. I caratteri che hanno condizionato la loro durezza per decine di secoli sono state la compattezza, la mancanza di alterazioni e fratturazioni, una porosità quasi assente.



Il Colosseo di Roma in travertino e altro

La durezza di una roccia da costruzione viene innanzitutto favorita da una scelta oculata delle parti da impiegare, evitando di utilizzare materiali in via di alterazione, eccessivamente porosi o fratturati. La levigatura e la lucidatura preventive riducono le possibilità di aggressione degli agenti atmosferici. Per proteggere ulteriormente le superfici dall'azione degli agenti atmosferici si ricorre sovente ad impermeabilizzazioni periodiche con cere, olii minerali, vernici trasparenti.

Bene, se siete arrivati a leggere fino a questo punto, oltre a dimostrare molta pazienza e sopportazione, vi sarete resi conto di quanto variegato e strano sia il mondo dei materiali naturali da costruzione. Il loro impiego richiede competenze, attenzioni e molto buon senso. Se non si dà il giusto peso a certi aspetti, dopo qualche anno ci si può trovare in *braghe di tela*, con il manufatto degradato da buttare. State attenti a non lasciarvi sedurre dalla bellezza della pietra, come succede a molti progettisti. L'aspetto piacevole, la bellezza, il colore, le venature, le rigature, da sole non bastano. Il buon senso vi dice che il materiale deve anche e soprattutto essere durevole, deve conservarsi bene nel tempo ed assolvere alle sue funzioni costruttive-

Occorre combinare in modo pacifico il gradimento estetico con la funzionalità. Questo concetto, elementare e di buon senso, non sta scritto nel *libretto rosso di Mao* e neppure nel libro del saggio guru indiano, ma scaturisce da prolungati e faticosi litigi familiari sulla pavimentazione del portico, sul selciato del giardino, sui muretti dell'orto.



Diga in terra



Calcare - marmo Botticino



La Pietà di Michelangelo - Calcare - Marmo di Carrara



Colonna di Traiano – calcare



Obelisco di Axum – marmo di basalto



Pavimentazione con marmo da calcari



Davide di Michelangelo – marmo di calcare



Laocoonte – Marmo calcareo – Antica Grecia



Basilica di San Pietro a Roma



Le pirami dell'Egitto in blocchi di calcare



Fontana piazza Navona – Roma. Marmo bianco calcareo.



Tempio in marmo rosa - India

GRANITI NATURALI



ARDESIA LAVAGNA
GREZZA



BEOLA



BIANCO CRISTAL
CSTELLO



BIANCO SARDO



JUPARANA' COLOMBO



LABRADOR BLU



MULTICOLOR



NERO AFRICA



NERO ASSOLUTO



PORFIDO MARRONE



PORFIDO VIOLA



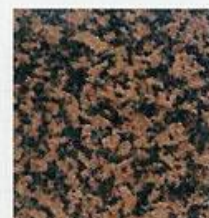
ROSA BETA



ROSA LIMBARA



ROSA PORRINO



ROSSO BALMORAL



SERIZZO



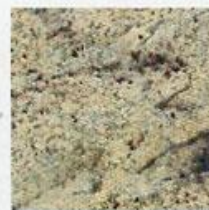
VERDE MARINA



KASHMIR WHITE



VERDE MARITAKA



YELLOW SHIWAKASCHY



JUPARANA' INDIANO