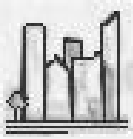


Le Rocce: Prove di laboratorio

Le prove di laboratori hanno lo scopo di accertare le proprietà fisiche, chimiche, meccaniche e petrografiche delle rocce impiegate come materiali da costruzione



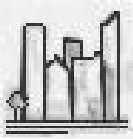


Le Rocce: Prove di laboratorio

Norme Settore Lapideo



EN 1341:2003	Lastre di pietra naturale per pavimentazione esterna
UNI EN 1342:2003	Cubetti di pietra naturale per pavimentazione esterna
UNI EN 1342:2003	Cordoli di pietra naturale per pavimentazione esterna
UNI EN 1469:2003	Prodotti in pietra naturale - lastre per rivestimenti
UNI EN 1926:2004	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a compressione
UNI EN 1936:2001	<u>Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle masse volumiche reale e apparente e della porosità totale e aperta</u>
UNI EN 12057:2004	Prodotti in pietra naturale - marmette modulari
UNI EN 12057:2004	Prodotti in pietra naturale - Lastre per pavimentazioni e per scale
UNI EN 12370:2001	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza alla cristallizzazione dei sali
UNI EN 12371:2003	<u>Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza al gelo</u>

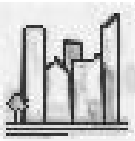


Le Rocce: Prove di laboratorio

Norme Settore Lapidario



UNI EN 12372:2001	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a flessione sotto carico concentrato
UNI EN 12407:2001	Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico
UNI EN 12440:2007	Pietre naturali - Elenco tipologie commerciali suddivise per nazioni europee
UNI EN 12670:2003	Pietre naturali - Terminologia
UNI EN 13161:2003	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza a flessione sotto momento costante
UNI EN 13364:2003	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione del carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio
UNI EN 13373:2004	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi
UNI EN 13755:2002	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica
UNI EN 13919:2004	Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza all'invecchiamento dovuto a SO2 in presenza di umidità

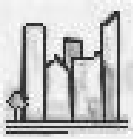


Le Rocce: Prove di laboratorio

Norme Settore Lapideo



UNI EN 12407:2001	<u>Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico</u>
UNI EN 1936:2001	<u>Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle masse volumiche reale e apparente e della porosità totale e aperta</u>
UNI EN 14066: 2004	<u>Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico</u>
UNI EN 14231 - 2004	<u>Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura a pendolo (USRV) - 2004</u>



Le Rocce: Prove di laboratorio

Norme UNI

Analisi Petrografica - UNI EN 12407:2007

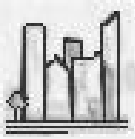
L'esame Petrografico

di una roccia si utilizza per determinare sia i componenti minerali, la loro tessuto e struttura, sia altre caratteristiche come: colore, presenza di vene, di fossili, di discontinuità, ecc.

Risulta indispensabile quando si debba intervenire sul caso del restauro dei monumenti storici

→ [\(esempio di analisi petrografica in un intervento di recupero\)](#)





Le Rocce: Prove di laboratorio

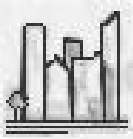
Analisi Petrografica

Esame Macroscopico

un campione di roccia non trattato è sottoposto solo ad un esame visivo integrato da una lente o un microscopio stereoscopico.

Dall'esame devono essere individuati:

- ↗ Il colore generale o la gamma di colori del campione o con una valutazione visiva o utilizzando una tabella di colore di riferimento;
- ↗ Tessuto;
- ↗ Dimensione dei Grani (ad esempio grossolano, medio o alto);
- ↗ Crepe aperte e riempite, pori e cavità;
- ↗ L'azione degli agenti atmosferici in relazione alle modifiche di colorazione, di alterazioni;
- ↗ Presenza di macro fossili;
- ↗ Presenza di intrusioni;



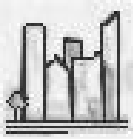
Le Rocce: Prove di laboratorio

Analisi Petrografica

Esame Microscopico

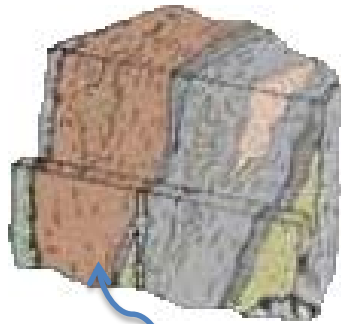
si preparano dei provini dalla roccia campione e si esaminano con un microscopio petrografico (che si basa sulla [luce polarizzata](#))





Le Rocce: Prove di laboratorio

Analisi Petrografica



Campione di Roccia

Lastra di roccia segata



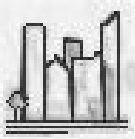
Sezione sottile di roccia



vetrino

Provini:

- ↗ I provini sono costituiti da piccole lastre delle dimensioni di 33mm x 20 mm (nel caso di grandi pietre possono essere utilizzati dimensioni maggiori 75 mm x 50 mm) segate da un campione abbastanza grande e ridotte in sezioni sottili mediante levigatura fino a ridurle a spessori compresi fra $0,030 \pm 0,005$ mm.
- ↗ In questa condizione le sezioni sottili diventano trasparenti e vengono incollate su dei vetrini.



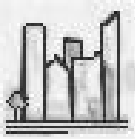
Le Rocce: Prove di laboratorio

Analisi Petrografica

Dall'esame devono essere individuati:

- ↗ La tessitura;
- ↗ I Minerali costituenti , per ogni minerale o grano identificati si devono stabilire le % in volume, le dimensioni, il grado di ordinamento etc...
- ↗ Le Discontinuità come i pori, le micro cavità, le crepe e fratture aperte, l'orientamento, la distribuzione etc...

[Vedi "Certificato di analisi petrografica"](#)



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale, della massa volumica apparente, e della porosità totale e aperta - 2007

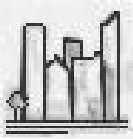


LA ROCCIA PRESENTA:

- la componente gassosa: aria, vapore acqueo, altri gas;
- la componente liquida: acqua
- la componente solida (sempre presente e normalmente prevalente) costituita da minerali

- La massa volumica apparente è il rapporto fra la massa di un provino e il suo volume apparente costituito dal volume della parte solida più il volume dei vuoti.
- La porosità aperta è definita come il rapporto fra il volume dei pori aperti e il volume apparente del provino

Vedi anche



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale, della massa volumica apparente, e della porosità totale e aperta - 2007

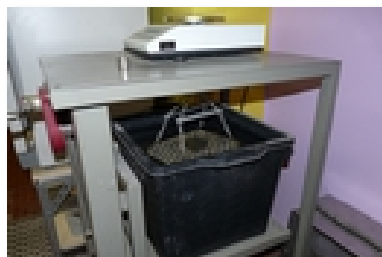


Macchine di Prova

La prova si esegue utilizzando 6 cubi 50 mm di lato che vengono essiccati a $t=70 \pm 5^\circ\text{C}$ fino a massa costante (la differenza di massa tra due pesate successive ad un intervallo di $24 \pm 2\text{h}$ deve essere $< 0.1\%$)



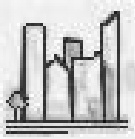
Pompa a vuoto



Bilancia idrostatica



Immersione contenitore

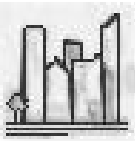


Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale, della massa volumica apparente, e della porosità totale e aperta - 2007

Modalità di Prova

- I provini sono lasciati in un essiccatore finché raggiungono la temperatura ambiente quindi vengono pesati (m_d).
- I provini sono introdotti in un contenitore sotto vuoto dove si raggiunge una depressione pari a 2 kPa, mantenuta per 2 ore.
- Si introduce quindi nel contenitore acqua demineralizzata in modo tale che i provini risultino completamente immersi in non meno di 15 minuti, quando tutti i provini sono immersi si riporta il contenitore alla pressione atmosferica e si lasciano i provini immersi a pressione atmosferica per 24 ore.
- Dopodiché si pesa ogni provino in acqua in bilancia idrostatica (m_h) e, saturo, in aria (m_s) dopo averlo asciugato velocemente tamponandolo con un panno umido.



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale, della massa volumica apparente, e della porosità totale e aperta - 2007

La massa volumica apparente è misurata in kg/m^3 , arrotondando a $10^1 \text{ kg}/\text{m}^3$, l'espressione equazione

$$\rho_0 = \frac{m_d}{m_s - m_h} 100$$

$$\rho_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \rho_{rh}$$

la porosità aperta, è misurata in %, arrotondando all'0,1 % l'equazione

$\rho_b \rightarrow$ massa volumica apparente

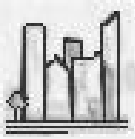
$\rho_h \rightarrow$ massa volumica dell'acqua = 998 kg/m^3 a 20°C

$m_d \rightarrow$ massa provino secco

$m_s \rightarrow$ massa provino saturo

$m_h \rightarrow$ massa provino immerso in acqua

$\rho_0 \rightarrow$ porosità aperta



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale

La massa volumica reale è espressa dal rapporto fra la massa “ m_e ” del provino macinato ed essiccato ed il volume del liquido spostato dalla stessa massa

$$\rho_r = \frac{m_e}{V_s} \cdot \rho_{rh}$$

ρ_r → massa volumica reale (kg/m³)

m_e → massa del provino macinato ed essiccato (g)

V_s → volume del liquido spostato dalla stessa massa (m³)

ρ_{rh} → massa volumica dell'acqua (kg/m³)

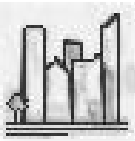
La porosità totale è espressa dal rapporto percentuale fra il volume dei pori aperti e chiusi ed il volume apparente del provino

$$p = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_r} \right) \cdot 100$$

p → porosità volumica reale (%)

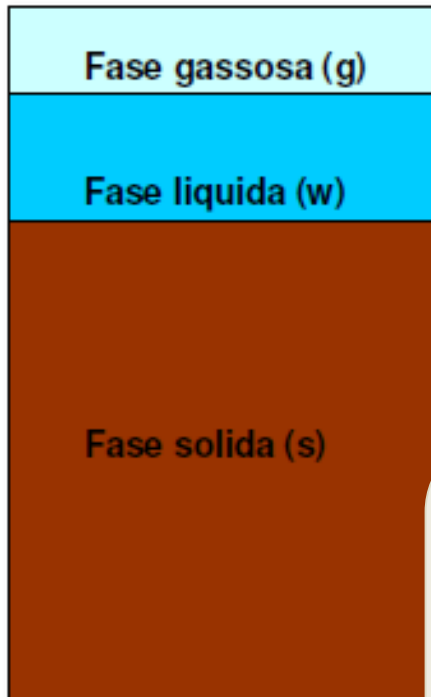
ρ_b → massa volumica apparente (kg/m³)

ρ_r → massa volumica reale (kg/m³)



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale



LA ROCCIA PRESENTA:

- la componente gassosa: aria, vapore acqueo, altri gas;
- la componente liquida: acqua
- la componente solida (sempre presente e normalmente prevalente) costituita da minerali

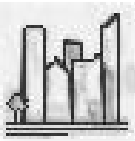
La massa volumica reale considera, esclusivamente alla parte solida, della roccia.

I metodi per la determinazione della massa volumica reale sono:

- **Metodo A (picnometro);**
- **Metodo B (volumenometro Le Chatelier).**

Entrambe partono dall'aver determinato, preventivamente, la massa volumica apparente.

Vedi anche



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1936 - Determinazione della massa volumica reale

Pompa a vuoto

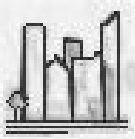


Bilancia idrostatica



Immersione contenitore

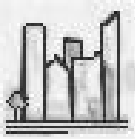




Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 13755 - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica - 2008

- È il rapporto fra la massa d'acqua assorbita dal provino e il suo peso secco (è un valore in percentuale rispetto alle masse).
- Si esegue su 6 cubi 50 mm di lato ovvero cilindri o prismi aventi volume almeno pari a 125 ml;
- il rapporto tra l'area della superficie ed il volume deve essere compreso tra 0.1 mm^{-1} e 0.2 mm^{-1} .
- I provini vengono essiccati a $t=70 \pm 5^\circ\text{C}$ fino a massa costante.
- Dopo che hanno raggiunto la temperatura ambiente in un essiccatore vengono pesati (m_d).
- Si immergono quindi in acqua demineralizzata e quando il provino è considerato saturo perché è stata raggiunta la massa costante, si asciuga velocemente tamponandolo con un panno umido e si pesa, saturo, in aria (m_s).



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 13755 - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica - 2008



Essiccatore



provino

Vedi anche

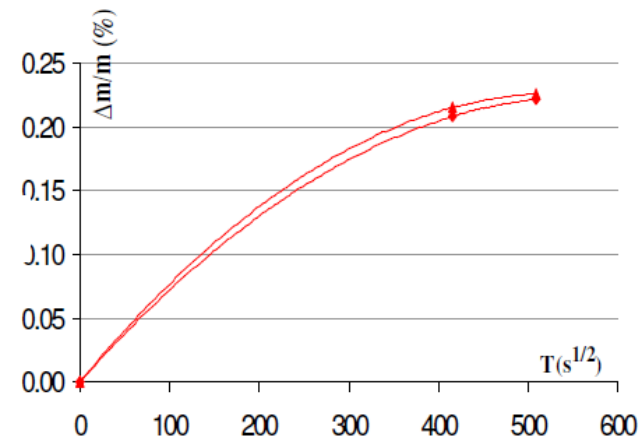
$$A_b = \frac{m_s - m_d}{m_d} 100$$

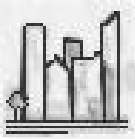
A_b → Assorbimento d'acqua (%)

m_d → massa provino secco

m_s → massa provino saturo

m_h → massa provino immerso in acqua





Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 14066 - Determinazione della resistenza all'invecchiamento accelerato tramite shock termico - 2004

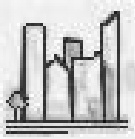
La prova è un metodo per valutare il comportamento delle pietre sottoposte a cicli termici repentini (da +105 °C ad immersione in acqua a +25°C) con la successiva misura del modulo elastico dinamico e la perdita in peso

$$\sigma_{th} = \frac{E \alpha \Delta T}{1 - \nu}$$

- σ_{th} → stress termico,
- E → modulo elastico,
- α → coefficiente di espansione termico,
- ν → rapporto di Poisson*
- ΔT → differenza di temperatura)

- (* il rapporto di Poisson descrive la variazione dimensionale di un provino sottoposto ad uno sforzo tensionale).





Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 14231 - Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura a pendolo (USRV) - 2004

È la misura della resistenza allo scivolamento di una superficie non lucida (**unpolished slip resistance value - USRV**) o di una superficie lucida (**SRV**).

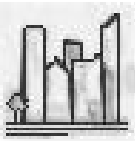
L'attrezzatura consiste in un pendolo con un pattino realizzato con una gomma standardizzata fissato all'estremità. Il pattino, largo 76,2 mm, scorre lungo una superficie di 126 mm e trascina una lancetta su una scala graduata.

Si utilizzano sei provini ognuno con dimensioni 200 x 200 mm, spessore 10 mm. L'attrezzatura è tenuta in una camera a 20°C per almeno 30 minuti prima della prova.

Si utilizzano sei provini ognuno con dimensioni 200 x 200 mm, spessore 10 mm. L'attrezzatura è tenuta in una camera a 20°C per almeno 30 minuti prima della prova.

Scivolamento secco





Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 14231 - Determinazione della resistenza allo scivolamento tramite l'apparecchiatura a pendolo (USRV) - 2004

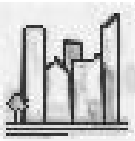
- La prova eseguita sul provino bagnato prevede di immergere il provino in acqua a $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ per almeno 2 ore e subito prima della prova si inumidisce le superficie del provino e del pattino con abbondante acqua.
- Ad ogni misura si registra la posizione della lancetta sulla scala di lettura.

Scivolamento bagnato



- Questa operazione viene ripetuta cinque volte registrando la media delle ultime tre letture.
- Il provino viene quindi ruotato di 180°C dopodiché si ripete la procedura.
- Il valore di resistenza allo scivolamento di ogni provino è dato dalla media, arrotondata all'unità, dei due valori medi misurati nelle direzioni opposte

Vedi anche



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 12371 - Determinazione della resistenza al gelo - 2003

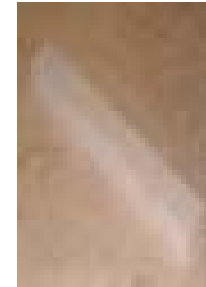
Si definisce come resistenza al gelo la capacità di un materiale lapideo di non degradarsi dal punto di vista meccanico sotto l'azione di cicli di gelo e disgelo

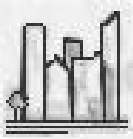
I provini vengono essiccati a massa costante a 70°C, pesati e sistemati in un contenitore, su appositi supporti, ad almeno 15 mm dai provini adiacenti.



Sono poi immersi in acqua a pressione atmosferica :

- fino a metà altezza per 60 minuti,
- per $\frac{3}{4}$ dell'altezza per altri 60 minuti
- immersi completamente per 48 ore.





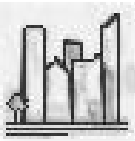
Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 12371 - Determinazione della resistenza al gelo - 2003

	Prova tecnologica (Prova A)				Prova di identificazione (Prova B)
	Resistenza a flessione	Carico nei punti di fissaggio	Shock termico	Resistenza a compressione	
Dimensioni provino in mm	(vedere nota 1)	200 × 200 × t1 o 300 × 300 × t2 (vedere nota 2)	200 × 200 × 20	(vedere nota 4)	50x50x50
Numero minimo di provini	21	5 o 7 (vedere nota 3)	15	13	13

- **Nota 1:** Dimensioni del provino conformi alla EN 12372 o al prEN 13161.
- **Nota 2:** $30 \text{ mm} \leq t1 \leq 65 \text{ mm}$; $65 \text{ mm} < t2 \leq 80 \text{ mm}$.
- **Nota 3:** Il numero di provini dipende dalla presenza di eventuali caratteristiche di anisotropia.
- **Nota 4:** Dimensioni del provino conformi alla EN 1926.





Le Rocce: Prove di laboratorio

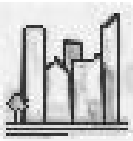
UNI EN 12371 - Determinazione della resistenza al gelo - 2003

Successivamente vengono sottoposti a 48 cicli di gelo in aria per 6 ore alla temperatura di -12°C , e disgelo per 6 ore in acqua a temperatura di compresa tra 5°C e 20°C .

	Temperatura al centro del provino monitorato	Tempo
Inizio del ciclo	$\geq +5^{\circ}\text{C} \leq 20^{\circ}\text{C}$	T0
Fase 1 In Aria	$\leq 0^{\circ}\text{C} \geq -8^{\circ}\text{C}$	T0 + 2,0 h
Fase 2 In Aria	$\leq -8^{\circ}\text{C} \geq -12^{\circ}\text{C}$	T0 + 6,0 h
Fase 3 In Acqua	Immersione totale	T0 + 6,5 h
Fase 4 In Acqua	$\geq 5^{\circ}\text{C} \leq 20^{\circ}\text{C}$	T0 + 9,0 h
Fase 5 In Acqua	$\geq 5^{\circ}\text{C} \leq 20^{\circ}\text{C}$	T0 + 12,0 h



La resistenza al gelo viene espressa come il rapporto tra la resistenza a flessione di un lotto di provini sottoposti a cicli di gelo-disgelo rispetto ad un analogo lotto in condizioni naturali.



Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 12371 - Determinazione della resistenza al gelo - 2003

sono utilizzati tre criteri per valutare l'azione dei cicli di gelo e disgelo sui provini:

1) ispezione visiva; 2) misurazione del volume apparente; 3) misurazione del modulo elastico dinamico (modulo di Young)

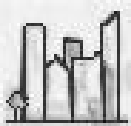
ispezione visiva:

dopo i cicli di gelo/disgelo, i provini sono esaminati su tutte le facce e su tutti i lati e il loro comportamento è registrato in base alla scala seguente:

- 0 provino intatto;
- 1 danni di importanza minore (arrotondamento minore di angoli e spigoli) che non compromettono l'integrità del provino;
- 2 una o diverse incrinature minori (0,1 mm di larghezza) o distacco di piccoli frammenti (10 mm² per frammento)
- 3 una o diverse incrinature, fori o distacchi di frammenti superiori a quelli definiti al punto "2" della scala, o alterazioni del materiale nelle venature;
- 4 provino rotto in due o più incrinature maggiori;
- 5 provino in pezzi o disintegrato ;

La prova continua fino a quando due o più provini sono classificati come scartati utilizzando uno dei seguenti criteri:

- **il punteggio dell'ispezione visiva raggiunge 3;**
- **la diminuzione del volume apparente raggiunge 1%;**
- **la diminuzione del modulo elastico dinamico raggiunge 30%.**

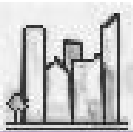


Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1926 - Determinazione della resistenza a compressione - 2007

È la resistenza che i corpi oppongono alle forze che tendono a romperli per schiacciamento





Le Rocce: Prove di laboratorio

UNI EN 1926 - Determinazione della resistenza a compressione - 2007

La prova consiste nel portare a rottura un cilindretto di materiale di roccia sottoponendolo solo ad una pressione normale. Durante la prova, i provini sono liberi di deformarsi lateralmente.

. Le forze agenti devono essere uniformemente distribuite su facce uguali e opposte del provino e la loro risultante deve passare per il baricentro (compressione semplice).
Si esegue su sei provini cubici aventi lato 70 ± 5 mm condizionati a 70°C fino a massa costante.
Il carico viene uniformemente applicato perpendicolarmente (o parallelamente) ai piani di anisotropia con velocità di $0,5$ MPa/s mediante una pressa dotata di una cella con snodo sferico.

