

## Strumenti portatili per la verifica in sito delle caratteristiche della roccia



## Vista d'insieme delle applicazioni

Strumenti raccomandati	Prova della durezza				Velocità di impulsi ultrasonici	
	RockSchmidt		Originale Schmidt		Equotip 550	Pundit PL-200 / Pundit Lab+
						
	Tipo N	Tipo L	Tipo N	Tipo L		
Applicazioni geomorfologiche volte a identificare le caratteristiche di resistenza di rocce affioranti	•		•	•		
Valutazione del livello di degradazione meteorica	•		•	•		
Datazione relativa di conformazioni quali morene e ghiacciai rocciosi	•		•	•		
Correlazione con la resistenza alla compressione monoassiale (UCS)	•	•			•	•
Correlazione con il modulo di elasticità	•	•				
Previsione della velocità di penetrazione di talpe meccaniche e di frese rotanti a tamburo	•		•	•		•
Prova su roccia debole, porosa e su roccia con croste sottili in seguito ad alterazione alle intemperie		•		•	•	
Prove su carote	Ø ≥ 84 mm	Ø ≥ 54,7 mm		•	•	
Prove su prismi	spessore > 100 mm	•	•	•	•	
Determinazione della durezza vicino agli spigoli					•	
Determinazione della velocità d'impulso delle onde di compressione (P) e di taglio (S) in rocce in cui vengono calcolate le costanti elastiche dinamiche						•
Verifica dello stato di conservazione di edifici storici in pietra						•
Classificazione della qualità di pietre da costruzione						•



## RockSchmidt



Lo sclerometro più avanzato al mondo con caratteristiche ineguagliabili di dispersione, durabilità e range di misura è stato ora adattato per le prove su roccia. Le seguenti funzioni rendono lo strumento particolarmente adatto per le applicazioni di prove su roccia:

- ✓ **indipendenza dall'angolo di impatto:** l'indice di rimbalzo non dipende dalla direzione di impatto;
- ✓ **ottimizzazione per i rilievi sul terreno:** maggiore protezione contro sporcizia e polvere per una maggiore durabilità. Più leggero e più ergonomico rispetto allo sclerometro Schmidt classico. Un gran numero di letture può essere memorizzato e scaricato in seguito su PC;
- ✓ **statistiche preimpostate:** i metodi statistici raccomandati da ISRM e ASTM sono integrati nello strumento al fine di garantire il calcolo automatico dell'indice di rimbalzo. In alternativa, l'utente può definire metodi statistici personalizzati;
- ✓ **resistenza alla compressione monoassiale:** ISRM raccomanda una correlazione fra la resistenza alla compressione monoassiale (UCS) e l'indice di rimbalzo calcolata in base alla formula  $UCS = ae^{bR}$  (laddove R è l'indice di rimbalzo). Tale correlazione può essere definita nel software sul PC e scaricata sul RockSchmidt;
- ✓ **modulo di elasticità:** ISRM raccomanda una correlazione fra il modulo di elasticità (E) e l'indice di rimbalzo calcolata in base alla formula  $E = ce^{dR}$  (laddove R è il valore di rimbalzo). Tale correlazione può essere definita nel software e scaricata sul RockSchmidt;
- ✓ **degradazione meteorica:** effettuando due impatti sulla stessa posizione è possibile determinare il livello di degradazione meteorica. Il metodo raccomandato da ISRM è stato integrato nello strumento.

## Modelli

**Tipo N:** energia di impatto standard: 2,207 Nm. Raccomandato per i rilievi sul terreno. Per le prove su carote, ISRM\* raccomanda che i campioni abbiano una resistenza almeno moderata (>80 MPa) e una dimensione almeno T2 (≥84 mm).

**Tipo L:** bassa energia di impatto: 0,735 Nm. Raccomandato dallo standard ASTM D 5873 per le prove su carote. ISRM\* raccomanda la prova su carote di resistenza moderata e di dimensione almeno NX (≥ 54 mm).  
\* vedi il capitolo «Standard e direttive applicati».

## Specifiche tecniche

Energia di impatto	(N) 2,207 Nm, (L) 0,735 Nm
Dimensioni dell'involucro	55 x 55 x 250 mm (2,16 x 2,16 x 9,84")
Peso	570 g
Numero max. di impatti per serie	99
Capacità di memoria	A seconda della lunghezza della serie di misura. Esempio: 400 serie da 10 impatti
Schermo	17 x 71 pixel, grafico
Autonomia della batteria	> 5000 impatti fra ogni ricarica
Temperatura di funzionamento	da 0 a 50 °C (da 32 a 122 °F)
Protezione IP	IP 54



«Il vantaggio specifico degli sclerometri Schmidt nella datazione di esposizione superficiale è la possibilità di investigare in maniera affidabile e riproducibile un numero elevato di massi.»

Dott. Stefan Winkler, Scienze Geologiche, Università di Canterbury

## Originale Schmidt

Costituisce il punto di riferimento e di confronto per tutti gli sclerometri ed è la base di tutti gli standard internazionali sulla metodologia. L'Originale Schmidt tipo N è lo sclerometro più utilizzato per le applicazioni geomorfologiche. Un gran numero di correlazioni esistenti fra la resistenza alla compressione monoassiale UCS e l'indice di rimbalzo sono basate su prove effettuate con questo strumento.



## Equotip 550 con percussori D ed S



Usato diffusamente per determinare la durezza della roccia e il grado di degradazione meteorica. L'energia di impatto corrisponde a circa un duecentesimo dello sclerometro tipo N. In tal modo risulta particolarmente adatto per le prove su siti storici, su rocce di bassa durezza che

non possono essere testate con uno sclerometro a rimbalzo e su carote di roccia friabile che verrebbero danneggiate con uno sclerometro a rimbalzo.

Il percussore S utilizza la stessa energia di impatto ma dispone di un corpo di battuta in ceramica significativamente più durevole che risulta maggiormente indicato per un utilizzo intensivo su rocce più compatte.



«L'utilizzo delle strumentazioni per PND della Proceq ci aiuta sensibilmente nella comprensione dei fenomeni di degrado degli edifici storici.»

Prof.ssa Heather Viles, professoressa di biogeomorfologia e conservazione del patrimonio culturale, Università di Oxford

## Applicazioni del rilevatore ad ultrasuoni Pundit



### Costanti elastiche della roccia – modulo di elasticità e coefficiente di Poisson

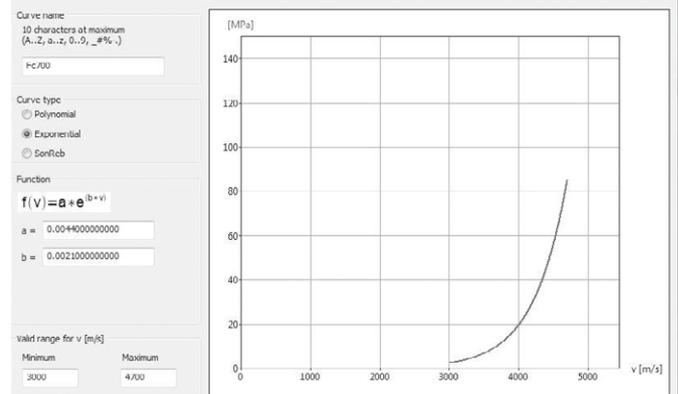
La prova a ultrasuoni è ampiamente utilizzata per caratterizzare il materiale lapideo. La velocità di propagazione è in diretta relazione con le caratteristiche fisiche e meccaniche della roccia.

Gli strumenti per la prova a ultrasuoni Pundit PL-200 e Pundit Lab+ di Proceq consentono una misurazione precisa della velocità di propagazione di onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S). La procedura è descritta nelle direttive ASTM e ISRM. Dopo aver determinato questi due parametri è possibile calcolare le costanti elastiche del materiale (modulo longitudinale, modulo di taglio, coefficiente di Poisson e modulo di elasticità dinamico).



### Resistenza alla compressione monoassiale UCS

E' possibile stabilire una correlazione fra la velocità di propagazione e la resistenza a compressione in forma polinomiale o esponenziale nel software Link, per poi trasferirla sugli strumenti Pundit PL-200 o Pundit Lab+.





## Standard e direttive applicati

Per le prove su roccia vengono applicati gli standard e le direttive seguenti:

- **ASTM D 5873** – metodo standard di prova per determinare la durezza della roccia con lo sclerometro (applicabile con una UCS compresa fra 1 e 100 MPa).
- **ASTM D 2845**: metodo di prova standard per la determinazione in laboratorio della velocità di propagazione e delle costanti elastiche dinamiche della roccia.
- **ISRM** – Aydin A., Metodo raccomandato da ISRM per determinare la durezza mediante sclerometro Schmidt: versione aggiornata. Int J Rock Mech Mining Sci (2008), DOI:10.1016/j.ijrmms.2008.01.020.
- **ISRM**: Aydin A., Aggiornamento del metodo raccomandato da ISRM per determinare la velocità del suono nelle tecniche di trasmissione di impulsi ultrasonici: meccanica rocciosa (2014) 47:255-259, DOI: 10.1997/s00603-013-0454-z.
- Viles M. et al, The use of the Schmidt Hammer and Equotip for rock hardness assessment in geomorphology and heritage science: a comparative analysis. Earth Surface Procs and Landfs (2010), DOI: 10.1002/esp.2040 illustra alcune applicazioni usuali dello sclerometro Schmidt per le prove su roccia in sito.

## Raccomandazioni di Proceq per le prove di durezza

RockSchmidt / Originale Schmidt tipo N. Energia di impatto: 2,207 Nm. Per misurazioni su rocce affioranti con una UCS compresa fra 20 e 150 MPa.

RockSchmidt / Originale Schmidt tipo L. Energia di impatto: 0,735 Nm. Utilizzabile in range di UCS simili a quelli del tipo N, ma preferibile per rocce più deboli (UCS <20 MPa), rocce porose e rocce con strati superficiale di alterazione.

Equotip 550 con percussore D. Energia di impatto: 0,011 Nm. Raccomandato per le prove su rocce molto deboli, campioni di piccole dimensioni, carote fragili e misure eseguite in prossimità degli spigoli.

## Informazioni per gli ordini

### RockSchmidt

PARTE N.	DESCRIZIONE
34310000	Sclerometro RockSchmidt tipo N comprendente caricabatterie con cavo USB, DVD con software PC, cinghia per il trasporto, mola abrasiva, documentazione e borsa da trasporto
34320000	Sclerometro RockSchmidt tipo L comprendente caricabatterie con cavo USB, DVD con software PC, cinghia per il trasporto, mola abrasiva, documentazione e borsa da trasporto

### Original Schmidt

PARTE N.	DESCRIZIONE
31001001	Originale Schmidt tipo N
31003002	Originale Schmidt tipo L

### Pundit

PARTE N.	DESCRIZIONE
32710001	Pundit PL-200 comprendente touchscreen, 2 trasduttori da 54 kHz, 2 cavi BNC da 1,5 m, gel di accoppiamento, barra di calibrazione, cavo per adattatore BNC, caricabatterie, cavo USB, DVD con software PC, documentazione, cinghia per il trasporto, borsa da trasporto
32620001	Pundit Lab+ comprendente visualizzatore, 2 trasduttori da 54 kHz, 2 cavi BNC da 1,5 m, gel di accoppiamento, barra di calibrazione, cavo per adattatore BNC, caricabatterie con cavo USB, 4 batterie AA (LR6), unità di memoria con software PC, documentazione, borsa da trasporto
32540176	2 trasduttori esponenziali da 54 kHz, con barra di calibrazione
32540049	2 trasduttori per onde di taglio da 250 kHz, con gel di accoppiamento

### Proceq SA

Ringstrasse 2  
8603 Schwerzenbach  
Svizzera  
Tel.: +41 (0)43 355 38 00  
Fax: +41 (0)43 355 38 12  
info@proceq.com  
www.proceq.com

81030005I ver 11 2017 © Proceq SA, Svizzera. Tutti i diritti riservati.



### Equotip

PARTE N.	DESCRIZIONE
35610002	Equotip 550 Leeb D comprendente touchscreen Equotip con batteria, percussore di base Equotip Leeb D, corpo di battuta D, anelli di supporto (D6, D6a), spazzola per pulizia, cavo del percussore, blocco di prova ~775 HLD / ~56 HRC, pasta di accoppiamento, alimentatore, cavo USB, provino di rugosità superficiale, DVD con software, documentazione, cinghia e contenitore per il trasporto
35610001	Equotip 550 comprendente touchscreen Equotip con batteria, alimentatore, cavo USB, provino di rugosità superficiale, DVD con software, documentazione, cinghia e contenitore per il trasporto
35600200	Percussore Equotip Leeb S
35713200	Blocco di prova Equotip S, ~815 HLS / ~56 HRC, calibrazione di fabbrica Proceq

## Informazioni su assistenza e garanzia

Proceq si impegna a fornire un servizio di assistenza completo per ogni strumento di prova tramite i propri centri di servizio e di assistenza. Inoltre, ogni strumento dispone della garanzia standard Proceq di 2 anni con opzione di prolungamento per le parti elettroniche.

### Garanzia standard

- Parti elettroniche dello strumento: 24 mesi
- Parti meccaniche dello strumento: 6 mesi

### Garanzia estesa

Con la fornitura di un nuovo strumento è possibile acquistare anche un massimo di 3 anni supplementari di copertura della garanzia (per le parti elettroniche dello strumento). La copertura supplementare può essere richiesta al momento dell'acquisto o al più tardi entro 90 giorni dall'acquisto.

Soggetto a modifiche senza preavviso. Tutte le informazioni contenute in questa documentazione sono date in buona fede e con la presunzione della loro correttezza. Proceq SA non fornisce alcuna garanzia e declina ogni responsabilità circa la completezza e/o la precisione delle informazioni. Per l'uso e l'applicazione di tutti i prodotti fabbricati e/o venduti da Proceq SA va fatto riferimento esplicito alle specifiche istruzioni di funzionamento applicabili caso per caso.

