

Recensioni

Le caratteristiche meccaniche determinanti della perforabilità delle rocce provate mediante punzonatura

SCHREINER L. A., JAKUSCHEW W. P., PETROWA O. P. e PORTNOWA A. T. - *Eine Klassifikation der Gesteine nach ihren mechanischen Eigenschaften* - Zeitschrift für angewandte Geologie, H 2/3, 1957, pp. 98-102.

1 - Premessa

In una nota edita nella rivista russa *L'Industria del petrolio* (n. 10, 1955) e tradotta in tedesco nel fasc. 2-3 del 1957 (1) dello *Zeitschrift für angewandte Geologie* (pag. 98-102) L. A. SCHREINER, W. P. JAKUSCHEW, O. P. PETROWA e A. T. PORTNOWA si propongono di esprimere in termini meccanici (durezza, plasticità, elasticità ecc.) il grado assoluto di perforabilità delle rocce (nella trivellazione).

Dalle ricerche eseguite di punzonatura deducono che alcune grandezze (durezza alla punzonatura e coefficiente energetico di plasticità, inteso, quest'ultimo, come rapporto fra lavoro totale di punzonatura e lavoro relativo alle sole deformazioni elastiche) sono sufficienti a caratterizzare la perforabilità e sono utili per una classifica pratica delle rocce.

(1) - Intitolata: *Una classificazione delle rocce in base alle loro proprietà meccaniche*, per cui vedi anche:

M. I. MOROSOW e A. M. JERMAKOW: *Classificazione delle rocce in base alla perforabilità* - in Nr. 11-12, 1956 dello stesso *Zeitsch. f. ang. Geol.*

SCHREINER L. A. - *La durezza dei corpi fragili* - Acc. d. Sc. UdSSR, 1949.

SCHREINER L. A. - e O. P. PETROWA - *Un procedimento per la determinazione delle proprietà plastiche delle rocce* - Acc. d. Sc. UdSSR, 1954.

SCHREINER L. A. - *I fondamenti fisici della meccanica delle rocce* - Gostoptechisdat, 1950.

FJODOROW W. S. - *Sulla frantumazione delle rocce nell'approfondimento dei sondaggi* - *L'Ind. del petrolio* (in russo) n. 4, 1955.

Per precedenti tentativi di valutazione della "trivellabilità" delle rocce in sede mediante prove in piccolo ed accelerate di laboratorio, vedi F. PENTA - *Lezioni di Geologia Applicata* - pag. 620-626 - Ed. Ital., 1947-48.

2 - Contenuto sommario della nota

Gli AA. effettuano la *punzonatura* mediante un corpo cilindrico (con rapporto fra le aree del provino di roccia e del punzone metallico non inferiore a 20).

Le grandezze che essi rilevano (e riportano in diagramma, P-Q) sono:

a) carichi totali (P) fino a rottura « locale » (con penetrazione improvvisa del punzone nel provino della roccia e senza che il provino stesso si spacchi).

b) deformazioni (penetrazioni) (Q) elastiche, plastiche ed, infine, abbassamento improvviso per rottura locale.

c) tipi di impronta dopo la rottura locale (e volume del materiale frantumato).

Le caratteristiche che essi deducono sono:

a) durezza H , $\left(\frac{P \text{ di rottura}}{S} \right)$ con S area della base del punzone

b) coefficiente energetico di plasticità (K), rapporto fra lavoro totale alla rottura e lavoro di deformazioni elastiche, rilevabili dal diagramma P-Q.

c) « elasticità » (inclinazione della retta P-Q nel campo elastico).

I risultati vengono applicati:

A) nel giudizio sulla perforabilità

a) qui si assume, come caratteristica assoluta della resistenza alla perforazione, il prodotto HK.

b) come misura relativa della perforabilità si assume il rapporto fra i prodotti HK di due rocce.

B) nella classifica delle rocce; assunti come grandezze caratteristiche la durezza ed il coefficiente energetico di plasticità, si prevedono alcuni gruppi e categorie, separatamente per ciascuna delle due caratteristiche (Tab. 1 e 2). Sottoposti alle prove circa quattrocento campioni di rocce, gli AA. hanno potuto

sistemare di regola queste rocce nelle classi (o gruppi) e nelle categorie previste (v. Tab. 3).

3 - Considerazioni sulla misura della perforabilità

In pratica la perforabilità (P) delle rocce si giudica in base alle velocità di avanzamento (v): cioè, se la velocità di perforazione di una roccia è più grande che in un'altra, si dice che anche la perforabilità è più grande nella prima. Un tale modo di valutare la perforabilità rispecchia soltanto lo stato della tecnica della perforazione in un dato momento, poiché la v è dovuta, oltre che alle proprietà fisiche delle rocce, ai tipi di scalpelli impiegati, al regime della trivellazione ecc. ecc.

Variando i fattori citati, variano nella stessa misura la v e la P delle diverse rocce.

A parità di condizioni, il rapporto delle v nelle diverse rocce ha un valore determinato; variando le condizioni, cambia di regola anche questo rapporto.

Sarebbe, perciò, errato classificare la perforabilità delle rocce in base ai soli valori di v . La v è soltanto un indicatore passivo della P : basandosi soltanto su v e senza riferimento alle proprietà meccaniche delle rocce non è possibile giudicare l'idoneità degli scalpelli impiegati e tanto meno quella del sistema di perforazione.

Una classificazione della perforabilità in base ai soli valori di v , nella migliore delle ipotesi, è da considerarsi provvisoria.

Per una caratterizzazione completa della perforabilità di una roccia occorre conoscere: elasticità, resistenza, plasticità e logorabilità.

Per una classificazione in base alla logorabilità, che insieme con altri fattori determina la durata della perforazione a parità di strumento di perforazione, gli AA. rimandano ad un secondo tempo, poiché le loro ricerche in proposito sono tuttora in corso.

4 - Analogia fra punzonatura e trivellazione

Per la determinazione delle proprietà meccaniche gli AA. ricorrono ad un punzone cilindrico con una sezione basale piana di $1 \div 5 \text{ mm}^2$ che viene pressato contro la roccia da esaminare (Fig. 1).

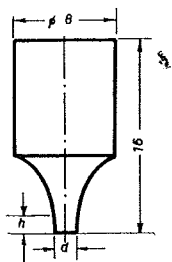


Fig. 1

Premendo il punzone, la roccia viene a trovarsi sotto una pressione disuniforme analogamente a quanto avviene alla superficie di contatto della roccia

in sede con i denti di uno scalpello a rulli o di altri utensili di trivellazione.

Le pressioni che nascono alla superficie di contatto sotto il punzone dipendono soltanto in misura subordinata dalla forma del punzone stesso, sebbene siano alquanto più elevate per il punzone cilindrico che non per le sfere ed i prismi ad angoli acuti.

Secondo gli AA., i valori assoluti della resistenza contro la punzonatura sono proporzionali a quelli delle resistenze che le rocce offrono alla perforazione. Secondo gli stessi AA., con l'impiego del punzone si possono determinare quantitativamente, oltre la durezza, anche le proprietà plastiche delle rocce, proprietà, queste, che finora sono state trascurate, nonostante che esse influenzino moltissimo la perforabilità.

5 - Condotta delle prove

Il procedimento seguito dagli AA. consiste nel punzonare i provini sotto una piccola pressa idraulica (v. Fig. 2).

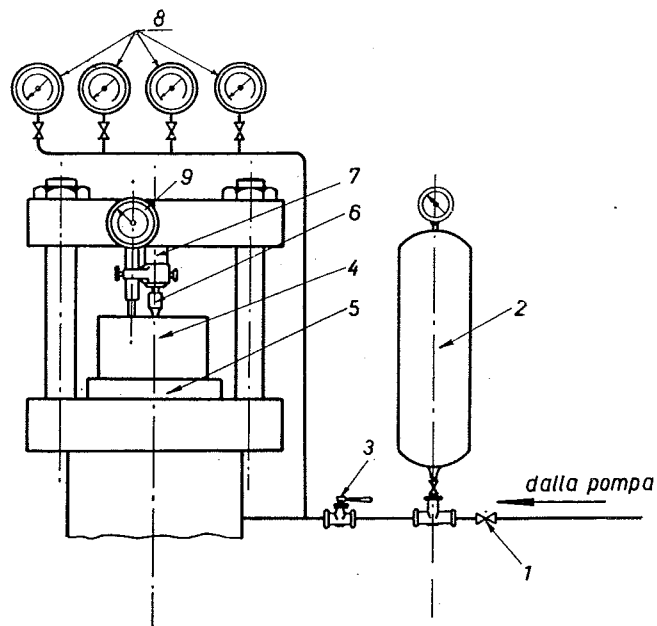


Fig. 2

All'inizio delle ricerche il liquido della pressa passa dalla pompa attraverso il rubinetto 1 nella camera d'equilibrio 2 nella quale la pressione viene aumentata fino ad un valore superiore a quello necessario per la rottura. Questo valore viene stabilito con una prova preliminare su un pezzo della roccia da esaminare.

Durante questo tempo resta chiuso il rubinetto di regolazione 3 che collega la camera d'equilibrio con il cilindro idraulico della pressa. L'inserimento della camera permette un aumento graduale del carico e, se occorre, la tenuta costante della pressione mediante il rubinetto di regolazione 3. Il provino a facce parallele 4 della roccia da esaminare si mette sulla superficie basale dello stantuffo della pressa idraulica.

ca 5. Sopra la faccia levigata del provino della roccia si appoggia il punzone 6 con la superficie basale di $1 \div 2 \text{ mm}^2$ e, in alcuni casi, di $3 \div 5 \text{ mm}^2$. Sotto l'azione del punzone, oltre la compressione locale (sotto la base del punzone stesso), l'intero provino subisce contemporaneamente una sollecitazione che tende ad aprirlo. Se il rapporto fra la superficie della sezione trasversale del provino e quella del punzone è relativamente piccolo, il provino si spacca prima che la sollecitazione sotto il punzone raggiunga il suo valore massimo e avvenga la rottura locale. Con una superficie basale del punzone di 1 mm^2 si possono eseguire fino a 20 misurazioni sulla superficie di un provino di roccia di 50 mm^2 di \varnothing ; con un diametro di 20 mm^2 il massimo valore si ha con la misura al centro del provino (2).

La lettura delle pressioni nel cilindro idraulico si esegue con più manometri 8 di diversi intervalli di misurazioni (da 5 fino a 50 atm), disposti in modo che si può passare da uno all'altro senza interrompere la prova.

Il punzone, messo sul pezzo di roccia, con l'aprire del rubinetto di regolazione è gradualmente portato a contatto col dado di arresto posto sotto la barra superiore della pressa 7.

Le deformazioni del provino di roccia sono misurate da un deformometro 9 di sensibilità pari a $0,001 \div 0,002 \text{ mm}$.

Durante la prova il carico viene aumentato gradualmente, ma in modo che per ogni carico la deformazione si effettui completamente. Nel campo elastico il valore della deformazione si ha subito e non cambia col passare del tempo. Al passaggio nel campo plastico, dopo che il carico è stato aumentato fino ad un dato valore, incomincia un lento scorrimento. Per questa ragione il carico si deve tenere costante fino a che la deformazione plastica si completi. Poi si incrementa nuovamente il carico e così via di seguito fin che si verifica la *frantumazione locale* sotto la superficie basale del punzone insieme con un *abbassamento improvviso del punzone* stesso.

Per ogni carico si rileva il valore finale della deformazione.

6 - Rappresentazione grafica dei risultati della punzonatura

Con i dati ottenuti si costruisce il diagramma delle deformazioni in funzione dei carichi.

Le Fig. 3, 4 e 5 mostrano per diverse rocce i diagrammi delle deformazioni secondo le coordinate P (carico in Kg) e Q (deformazione in μ).

(2) - Questi limiti del rapporto fra le superfici (del provino e del punzone, perché si abbia soltanto punzonatura, senza rottura dell'intero provino) concordano con i valori da noi trovati, a suo tempo (1938), con cubetti di cemento e di sabbia e cemento, e punzoni prismatici, per cui vedi:

F. PENTA - *Sulle formazioni lapidee come terreni di fondazione* - Gior. d. Genio Civile, 1947 e *Appunti delle Lezioni di Geologia Tecnica*, pag. 17, Ed. Arti Grafiche Dott. Amodio, Napoli, 1951.

7 - I diversi comportamenti delle rocce alla punzonatura

Le rocce, secondo il loro comportamento sotto la punzonatura, vengono divise in tre classi: fragili, plasto-fragili e rocce che non mostrano alcuna rottura fragile.

8 - Durezza alla punzonatura

Nella Fig. 3 è riportato il diagramma di deformazione di un granito (roccia fragile). In questo caso il diagramma della deformazione si limita al campo elastico, dato che per le rocce fragili, quale è il granito inalterato, manca il campo plastico; resta però definita la *durezza*, $p = P/S$, ove P è il carico nell'istante della rottura fragile sotto il punzone ed S è l'area della base del punzone.

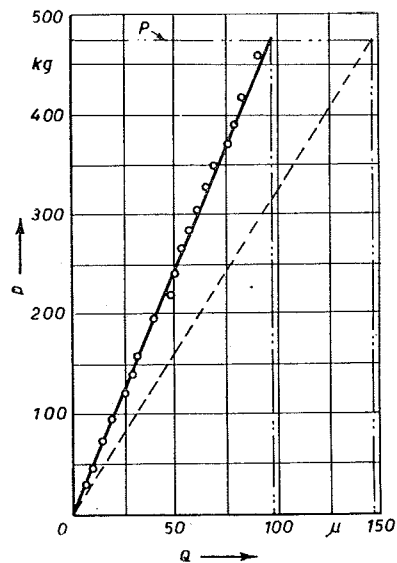


Fig. 3

La Fig. 4 mostra il diagramma della deformazione relativa ad un calcare plastico. Il passaggio dal campo elastico (OA) a quello plastico (AB) è graduale, ma i punti nel secondo campo si ordinano altrettanto bene su una retta; è ricostruibile, perciò, il punto di

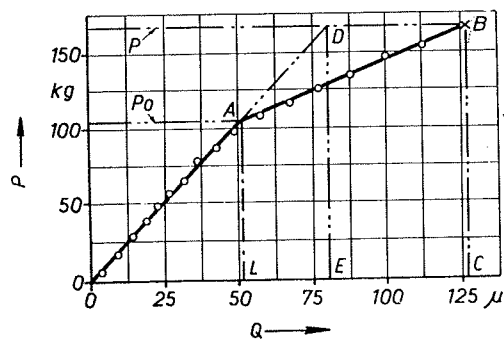


Fig. 4

intersezione delle due rette; a questo punto (A) corrisponde approssimativamente il carico, P_0 , limite di scorrimento.

Possono comparire due e persino tre campi plastici (vedi Fig. 5); essi si distinguono per la diversa inclinazione delle rette. Nelle rocce del tipo plasto-fragile la deformazione plastica si conclude con la rottura « fragile » (in B) sotto la base del punzone, come nelle rocce fragili.

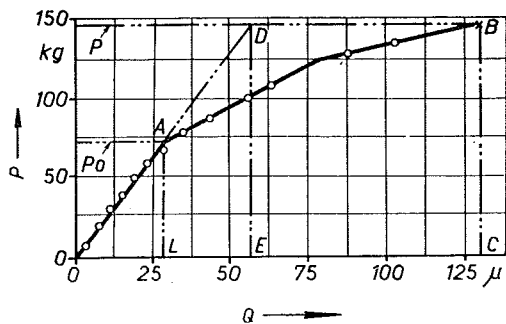


Fig. 5

9 - Definizione del coefficiente di plasticità

Per valutare quantitativamente la plasticità delle rocce gli AA. introducono un coefficiente di plasticità, espresso dal rapporto tra il lavoro totale eseguito fino alla frantumazione (area OABC in fig. 4-5) e il lavoro delle deformazioni elastiche (ODE). Come valore del lavoro elastico essi assumono il lavoro « totale » relativo alle deformazioni elastiche, prendendo in considerazione anche « le deformazioni elastiche nel campo plastico ». Secondo gli AA., in prima approssimazione si può ammettere che la costante di elasticità conservi il suo valore anche durante le deformazioni plastiche e che, quindi, la retta del campo elastico si può prolungare fino alla intersezione con la orizzontale corrispondente al carico di rottura (locale). La superficie del triangolo ODE rappresenta allora il lavoro delle deformazioni elastiche, così inteso.

$$\text{Il rapporto } \frac{OABC}{ODE} \text{ si può chiamare anche } \textit{coef-}$$

ficiente energetico della plasticità (K). Nelle rocce fragili $K = 1$, perché il lavoro totale fino alla rottura è uguale a quello speso per le deformazioni elastiche.

I coefficienti di plasticità, intesi come rapporto fra la deformazione totale e la totale deformazione elastica, oppure la deformazione puramente elastica, sono meno idonei per giudicare la perforabilità di rocce plastiche (3).

(3) - Gli autori distinguono, dunque, un coefficiente energetico della plasticità (K) che è il rapporto fra lavori di deformazione (totale ed elastica) ed un coefficiente di plasticità, che è il rapporto fra le deformazioni (totale ed elastica).

10 - Elasticità

Per giudicare più esattamente la perforabilità, oltre la durezza e la plasticità, secondo gli AA., si deve tener conto anche delle proprietà elastiche. Ciò è dimostrato dalla Fig. 3, ove è tratteggiato il diagramma della deformazione di un'altra roccia fragile di durezza uguale a quella del granito, ma di differenti proprietà elastiche.

Malgrado la durezza uguale, la perforabilità delle due rocce sarà diversa, poiché per la seconda la deformazione fino alla rottura locale è più grande. Si dovrebbe, dunque, conoscere anche la costante di elasticità, durante la punzonatura.

Tuttavia gli AA. ritengono che si possa fare a meno di tale costante e che sia sufficiente il lavoro totale fino alla frantumazione con rottura locale sotto il punzone.

11 - Lavori di rottura relativi alla superficie sollecitata ed al volume frantumato

Come valore caratteristico generalizzato della perforabilità si potrebbe anche assumere il rapporto fra il lavoro totale (effettuato fino alla rottura) e la superficie basale del punzone.

Sarebbe ancora più significativo assumere il rapporto fra lo stesso lavoro ed il volume della roccia frantumata, cioè, il lavoro per unità di volume frantumato.

Ma la determinazione di tale volume non è sempre agevole.

I dati sperimentali a disposizione mostrano che questo volume (connesso al tipo di impronta) varia con il variare delle proprietà plastiche; comunque gli AA. prevedono che in avvenire si potrà essere più esaurienti in merito ai rapporti fra caratteristiche plastiche e tali volumi.

12 - Tipi di impronta

Nelle rocce fragili e in quelle plasto-fragili la zona di frantumazione è considerevolmente più grande della zona del contatto (Fig. 6 a e b).

Nella punzonatura delle altre rocce (rocce della terza classe), invece, non si verifica una frantumazione generale sotto il punzone; perciò la zona di di-

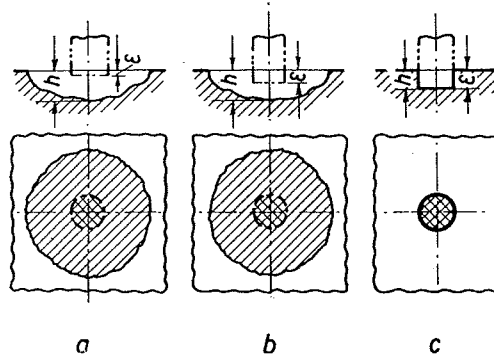


Fig. 6

struzione è uguale alla zona di contatto, come mostra la Fig. 6 c. A questa classe appartengono essenzialmente rocce di bassa resistenza dovuta o ad una alta plasticità o ad un'elevata porosità.

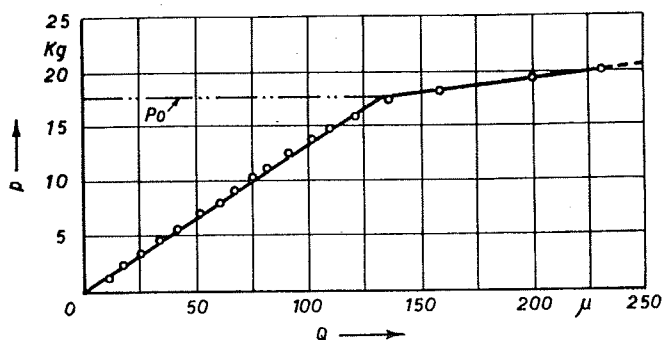


Fig. 7

La Fig. 7 mostra il diagramma della deformazione di una argilla assai plastica (carota prelevata dalla profondità di 2500 m). Qui non si verifica una frantumazione e, perciò, non può determinarsi né la durezza, né il coefficiente di plasticità.

Come indice della durezza gli AA. assumono, in questo caso, il limite di scorrimento già definito (P_0); il coefficiente di plasticità lo pongono, sia pure con riserva, eguale ad ∞ .

Dopo additato evasivamente qualche altro tentativo per caratterizzare la perforabilità delle rocce di questo tipo, gli AA. concludono col riconoscere per esse la necessità di prove di trivellazione.

13 - Altezza dell'impronta

Un'altra differenza sostanziale tra le rocce di classi diverse sta nel rapporto h/ϵ ove h è la profondità della frantumazione dopo il salto nell'abbassamento del punzone ed ϵ è la deformazione (elastica o plastica) immediatamente precedente (v. Fig. 6); nelle rocce fragili h/ϵ è > 5 , in quelle plasto-fragili va da 2,5 fino a 5 e nelle rocce della terza classe è = 1.

Nell'ultimo caso non si verificano, cioè, salti negli abbassamenti e la profondità della frantumazione locale è uguale alla deformazione (v. Fig. 6c). Secondo gli AA., questo rapporto è essenziale per valutare l'influenza del tempo sulla frantumazione delle rocce durante la perforazione. Gli AA. si propongono di dimostrare in future trattazioni questo aspetto del problema ed intanto comunicano di avere messo a punto un modello di apparecchio di registrazione che abbrevia di molto esecuzione delle ricerche ed elaborazione dei risultati.

14 - Il prodotto durezza per coefficiente di plasticità come misura della resistenza alla perforazione

Gli AA., per mettere in vista l'influenza della plasticità delle rocce sulla loro perforabilità, ricordano che da ricerche eseguite su sondaggi a rotazione, a

parità di numero di giri e di carico, risultò una velocità d'avanzamento di 3,1 m/h nel granito e di 6,4 m/h nel marmo; l'avanzamento della perforazione nel marmo era, dunque, 2,1 volte più grande che nel granito; le durezza erano 95 e 450 Kg/mm² rispettivamente nel marmo e nel granito.

Considerando che il granito è una roccia fragile con il coefficiente di plasticità 1 e il marmo è una roccia plasto-fragile con il coefficiente 2,25, si spiega la differenza, anche se le proprietà elastiche sono presso a poco le stesse nel granito e nel marmo. Infatti, il prodotto della durezza per il coefficiente di plasticità è per il granito $450 \times 1 = 450$ e per il marmo $95 \times 2,25 = 214$; per cui la perforabilità del marmo è 2,1 volte maggiore del granito; rapporto che corrisponde a quello delle perforabilità valutato sulla base della velocità di avanzamento.

Sembra, dunque, che gli AA. equiparino qui perforabilità e velocità di avanzamento, esprimendole con l'inverso del prodotto durezza \times coefficiente (energetico) di plasticità.

15 - La durezza nella perforabilità

Gli AA., pur riconoscendo che dai risultati a disposizione per il momento non si possono trarre conclusioni definitive, ritengono di poter ammettere che la perforabilità delle rocce dipenda dalla durezza nella stessa misura che dalla plasticità.

Ma la vera perforabilità non dipende soltanto dalla durezza come dicevano fin ad ora molti autori, tra cui uno degli autori del presente lavoro (4), bensì dall'insieme delle proprietà meccaniche delle rocce (elasticità, resistenza e plasticità). D'altra parte, sarebbe però errato rivedere l'ipotesi dell'influenza della durezza sulla frantumabilità delle rocce, come vorrebbe W. S. FJODOROW (5); piuttosto l'ipotesi va meglio precisata.

Gli AA. concludono notando che la durezza non ha perduto importanza nella tecnica moderna della perforazione, ma i processi della frantumazione durante la perforazione sono molto complessi e molti altri fattori vanno considerati; comunque le influenze di questi fattori sono connesse con le proprietà meccaniche determinabili mediante le prove di punzonatura.

16 - Classifiche delle rocce in base alla durezza ed al coefficiente energetico di plasticità

Le Tabelle 1 e 2 qui riportate classificano le rocce in base a durezza e plasticità in conformità delle proposte degli AA., che le dichiarano provvisorie in attesa di collaudo da parte dell'esercizio pratico.

Secondo la durezza, le rocce sono divise in tre gruppi e ogni gruppo si suddivide in categorie. Al primo gruppo appartengono principalmente le rocce

(4) - SCHREINER, 1950.

(5) - op. cit.

Tab. 1

CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE SECONDO LA DUREZZA

$$p = \frac{P}{S} \text{ delle Fig. 3-5}$$

I Gruppo

Categoria	1	2	3	4	5
Durezza kg/mm ²	5	5-10	10-25	25-50	50-100

II Gruppo

Categoria	6	7	8	9	10
Durezza kg/mm ²	100-150	150-200	200-250	250-300	300-400

III Gruppo

Categoria	11	12	13	14	15
Durezza kg/mm ²	100-500	500-600	600-700	700-800	> 800

Tab. 2

CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE SECONDO LA PLASTICITÀ

$$K = \frac{OABC}{ODE} \text{ delle Fig. 3-5}$$

Classe	Fragili h/ε > 5	Plasto-fragili h/ε = 5÷2,5				Senza una generale frantumabilità fragile h/ε = 2,5÷1
		1	2	3	4	
Categoria	1	2	3	4	5	6
Coefficiente di plasticità	1	1-2	2-3	3-4	4-6	da 6 a ∞

Tab. 3

PLASTICITÀ E DUREZZA (alla punzonatura) DI ALCUNI GRUPPI DI ROCCE

Gruppi di rocce	Categoria di durezza (v. Tab. 1)	Categoria di plasticità (v. Tab. 2)
Calcari	1-7 (la durezza diminuisce con la porosità e lo stato di alterazione) Calcari compatti 7 Marmi (sacc.) 6 (per lo più) Craie 1 (2 Kg/mm ²)	2-6 la plasticità aumenta col diminuire della grossezza di grana
Dolomie fresche " alterate	7-10 3-6	a grana fina 5-6 a grana fina 3-4 le dolomie a grana grossa si possono ascrivere anche fra le rocce fragili (III Gruppo)
Anidriti e Gessi	6-7 3-4	3 3-4
Arenarie (le proprietà dipendono specialmente dal cemento)	3-10	~1-6
Quarzo-aleuroliti (peliti quarzose)	4-9	2-3
Argille " parte basale della stessa formazione	limite di scorrimento (v. testo) : 6-14 Kg/mm ² limite di scorrimento > 14	senza rottura fragile con rottura fragile
Scisti argillosi " un solo provino	4 7	2-4 3
Flint (roccia silicea)	fino a 12	—
Graniti	10-12	—
Quarziti	12-15	—

che non mostrano alcuna fragilità, al secondo e terzo gruppo le plasto-fragili e le fragili.

Le rocce sedimentarie (escluse le quarziti con i flint) terminano con la decima categoria; in sostanza, al III gruppo appartengono le rocce più dure, cioè le ignee e le metamorfiche.

Secondo la plasticità, le rocce sono divise in 6 categorie. Le rocce plasto-fragili con un coefficiente di plasticità superiore a 6 sono inserite nella categoria 6, perché durante la perforazione la loro frantumazione sarà approssimativamente la stessa di quella delle rocce che non presentano frantumabilità fragile.

17 - Caratteristiche meccaniche (alla punzonatura) di alcuni gruppi di rocce

Gli AA. hanno determinato, intanto, mediante la punzonatura, le proprietà meccaniche di un numero relativamente grande di provini di rocce (più di 400) principalmente ricavati da carote dei campi petroliferi orientali della Ucraina occidentale e di altre regioni; ne riassumiamo i risultati nella Tabella 3.

18 - Conclusioni

La versione in tedesco della nota e dalla quale è stato estratto il precedente riassunto in qualche punto non è di facile interpretazione. L'esposizione non è sempre ordinata; mentre il titolo annuncia una trattazione a carattere generale, nel testo è sviluppato il problema della perforazione, in vista del quale sono redatte le due tabelle di classifica.

Come si è visto, questo problema non è stato risolto nella generalità dei casi: per i terreni sciolti, coerenti (argille) ed incoerenti, non si può dire che il metodo proposto risponda soddisfacentemente.

D'altra parte, però, l'analisi dei fenomeni osservati dagli AA. durante la punzonatura, riesce molto utile per chi si interessi delle reazioni delle rocce alle sollecitazioni meccaniche.

La nota è importante anche perché dal tentativo esposto di classificare le rocce si deduce, ancora una volta, la difficoltà di correlare raggruppamenti di rocce stabiliti su pure basi petrografiche con raggruppamenti basati su proprietà meccaniche.

Anche con le prove di punzonatura si nota, infatti, come, a parità di gruppi petrografici (definiti, cioè, in base a genesi e costituzione chimico-mineralogica), porosità, grana ed altri caratteri, secondari dal punto di vista genetico, oppure stato di conservazione ed altri particolari posteriormente acquisiti possano spostare il materiale da un gruppo all'altro, oltre che da una categoria all'altra di uno stesso gruppo definito su basi meccaniche.

La possibilità di vagare, per es., dei calcari fra raggruppamenti molto distinti conferma, cioè, che i caratteri meccanici e pratico-applicativi in genere spesso non si corrispondono con i caratteri sinteticamente espressi dalla terminologia litologica; predominanti possono essere dei caratteri che dal punto di vista litogenetico sono secondari o subordinati; specialmente decisivi possono essere i caratteri acquisiti dalle rocce posteriormente alla loro genesi. Cioè, oltre la origine prima delle rocce, della quale si preoccupa la terminologia litologica, anche — e talvolta principalmente — la loro storia posteriore ne determina le qualità meccaniche.

F. Penta