

Norme A.S.T.M. relative ai materiali litoidi da costruzione, alle rocce sciolte e lapidee, ai materiali torbosi o contenenti sostanze organiche

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - *Annual book of ASTM Standards, Part 19*. Philadelphia.

L'A.S.T.M. — tramite propri Comitati — ha il compito di suggerire, rivedere o proporre le modalità (o norme) esecutive delle prove per determinare la qualità e le proprietà dei materiali, con il fine ultimo di pervenire a definire gli « standards » che rappresentano norme di validità generale in quanto sperimentate a lungo con esito positivo e quindi approvate incondizionatamente da tutti i Soci dell'A.S.T.M.

L'insieme degli argomenti che viene preso in esame dai Comitati è suddiviso in 48 parti e l'A.S.T.M., per ciascuna di queste parti, pubblica annualmente i risultati dei lavori svolti dai Comitati stessi.

Nell'edizione 1976 degli « A.S.T.M. Standards » — nella Parte 19 che comprende tralaltro le norme sui materiali di più immediato interesse geotecnico — sono riportati i risultati ai quali sono pervenuti i seguenti quattro Comitati:

C-18: sui materiali litoidi da costruzione;

D-4: sui materiali per la costruzione di strade e delle relative pavimentazioni (parziali);

D-18: sulle rocce sciolte e sulle rocce lapidee;

D-29: sui materiali torbosi o contenenti sostanze organiche.

Tralasciando di prendere in considerazione le norme di cui si sono occupati i Comitati C-18 e D-4, le prime perché non presentano alcun interesse di carattere geotecnico e le seconde perché si sovrappongono in larga parte alle norme A.A.S.H.O. che sono peraltro più seguite da coloro che sono interessati a prove sui materiali e sulle pavimentazioni stradali, vengono qui presi in esame i risultati dei lavori svolti dai Comitati D-18 e D-29 negli ultimi tre anni e precisamente dal 1974 al 1976.

Per semplicità di esposizione, le norme revisionate verranno distinte a seconda dell'argomento a cui afferiscono e precisamente: rocce sciolte, rocce lapidee e miscele terra-cemento.

Rocce sciolte. Nel 1974 sono state apportate variazioni alle seguenti norme: D 1143, sulle prove su pali caricati assialmente;

D 1587, sull'impiego di campionatori a pareti sottili;

D 2419, sulla determinazione dell'« equivalente in sabbia ».

Nello stesso anno, sono state riesaminate le seguenti norme senza apportarvi alcuna modifica:

D 427, sulla determinazione del limite di ritiro;

D 1556, sulla determinazione in « situ » della densità dei terreni con il metodo del cono con sabbia;

D 1586, sulle prove penetrometriche dinamiche (prove S.P.T.) e sulle dimensioni del campionario da impiegare;

D 2325, sulla determinazione della relazione tra l'altezza capillare ed il contenuto d'acqua;

D 2434, sulla misura della permeabilità della sabbia, a carico costante.

Nel 1975 sono state apportate variazioni alle seguenti norme:

D 3385, sulla determinazione in « situ » della velocità con la quale un dato terreno si lascia attraversare dall'acqua;

D 3441, in via sperimentale (« tentative method »), sulle prove penetrometriche con punta conica di tipo olandese.

Nello stesso anno, sono state riesaminate e lasciate inalterate le seguenti norme:

D 420, sulle indagini e sul prelievo di campioni intatti in sottosuoli costituiti da rocce sciolte o lapidee;

D 2487, sulla classificazione dei terreni, sia a grana grossa basata sulla granulometria, sia a grana fina basata sulla granulometria e sui valori dei limiti di Atterberg;

D 2488, sulla descrizione dei terreni a seguito di una identificazione di tipo visivo e manuale.

Nel 1976 è stata variata una sola norma e precisamente la:

D 98, che riguarda l'impiego del cloruro di calcio a vari scopi (ad esempio: stabilizzazione, rimozione del ghiaccio, accelerazione del processo di indurimento dei calcestruzzi, essiccamento per la sua proprietà igroscopica, ed altro).

Rocce lapidee. Nell'anno 1974 è stata riesaminata e confermata nel suo contenuto soltanto la seguente norma:

D 2664, sulle prove di compressione triassiale non drenate su provini di roccia, senza la misura delle pressioni neutre.

Negli anni 1975 e 76 non è stata apportata alcuna variazione.

Miscela terra-cemento. Nell'anno 1974 è stata modificata la norma:

D 806, sulla determinazione della per-

centuale di cemento presente nelle miscele invecchiate.

Sempre nello stesso anno, sono state riesaminate e riproposte senza alcuna modifica le seguenti norme:

D 1632, sulla preparazione in laboratorio di provini da sottoporre a prove di compressione e di flessione;

D 1633, sulla determinazione della resistenza per compressione di provini cilindrici;

D 1634, sulla determinazione della resistenza per compressione su campioni ricavati dal residuo di provini sottoposti a prove di flessione;

D 1635, sulla determinazione della resistenza a flessione su provini a sezione quadrata.

Nel 1975, è stata riesaminata e mantenuta inalterata la seguente norma:

D 2901, sulla determinazione della percentuale di cemento presente nelle miscele di fresca composizione.

Nel 1976 non è stata apportata alcuna variazione.

(Mario Paparo Filomarino)

Influenza dei parametri geotecnici sul costo delle gallerie in roccia.

WHEBY F. T. - *Estimating the cost of tunnelling in rock*. World Construction, December 1976.

Nella progettazione e nella costruzione di manufatti sotterranei in ammassi rocciosi, l'esperienza pratica e l'osservazione sistematica costituiscono, forse più che in altri campi dell'Ingegneria Geotecnica, un valido supporto scientifico ed un notevole ausilio.

La necessità del ricorso all'esperienza è maggiormente sentita quando ci si trovi in presenza di ammassi fortemente alterati o giuntati e fessurati.

In questo tipo di formazione cadono, infatti, in difetto i metodi di studio e di calcolo basati su modelli semplici di comportamento meccanico, dovendosi necessariamente estendere le considerazioni non soltanto alla resistenza a rottura della roccia intatta, ma anche alle caratteristiche dei sistemi di giunti ed alle sollecitazioni dovute alla presenza dell'acqua nell'ammasso.

Ecco quindi, in alternativa ai metodi teorici di approccio al problema, svilupparsi criteri semiempirici basati sullo studio a posteriori di opere realizzate e sulla elaborazione statistica dei dati ottenuti.

La maggior parte di questi lavori si prefigge come scopo la valutazione globale del comportamento meccanico del

complesso terreno-galleria ed il dimensionamento delle opere di sostegno.

Si può citare fra questi il più recente proposto da Bieniawski (Maggio 1976), recensito dallo scrivente per questa stessa rivista.

Le soluzioni fornite dall'applicazione di questi metodi non si limitano però al dimensionamento del prerinvestimento e all'indicazione dei provvedimenti di sicurezza da adottare.

Con un filone di studi apertosi recentemente negli Stati Uniti, si cerca, infatti, di stabilire una corrispondenza diretta fra i parametri geotecnici dell'ammasso roccioso ed il costo del manufatto. In questo ambito si inserisce il lavoro dell'ing. F. T. Wheby, che qui si recensisce.

Sulla base di numerosi casi osservati e con riferimento ad una galleria standard lunga circa 3.000 m, l'A. ha elaborato dei grafici, riportati nelle figure 1, 2 e 3, che forniscono il costo della galleria in dollari U.S.A. per metro lineare in funzione del diametro e dei parametri geotecnici che sono sembrati più

significativi, e cioè l'indice di qualità RQD dell'ammasso e la resistenza a compressione σ_f della roccia intatta. Nella trascrizione italiana dei grafici originali si è posto 1 dollaro = 900 lire. Per lo studio si sono presi in esame i due più comuni sistemi di avanzamento: quello tradizionale, mediante brillamento di esplosivi, e quello meccanico, con l'uso di macchine per lo scavo continuo senza impiego di esplosivo (tunnelers). Si è tenuto conto, inoltre, della influenza della presenza di acqua nell'ammasso.

I costi includono anche le spese generali e gli utili delle imprese, ad esclusione delle spese per i pozzi, gli impianti di illuminazione e di ventilazione, le pavimentazioni stradali e le rifiniture, nonché, per le eventuali opere accessorie per deviazione del traffico, protezione dell'ambiente e servitù di passaggio.

L'A. consiglia di utilizzare le curve per importi non inferiori al milione di dollari e di effettuare delle correzioni se la lunghezza della galleria è molto diversa da quella di riferimento,

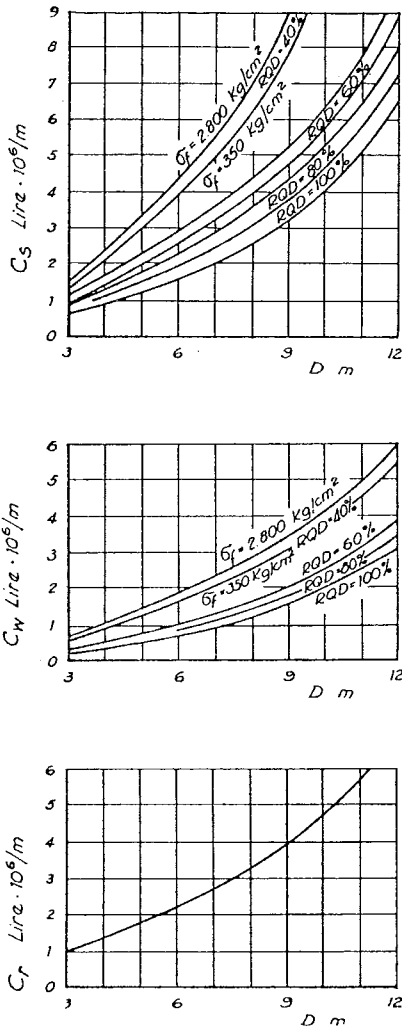


Fig. 1. - Metodi di scavo tradizionali. Costo C_s dello scavo e dei provvedimenti di sicurezza, oneri C_w per la presenza di acqua e costo C_r del rivestimento in funzione del diametro D .

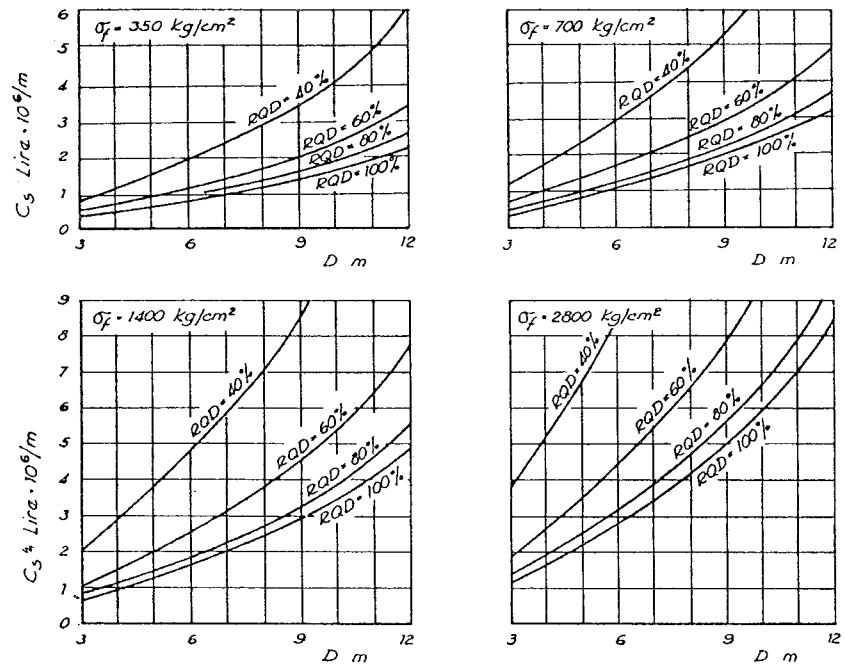


Fig. 2. - Metodi di scavo con avanzamento meccanico. Costo C_s dello scavo a secco e dei provvedimenti di sicurezza in funzione del diametro D .

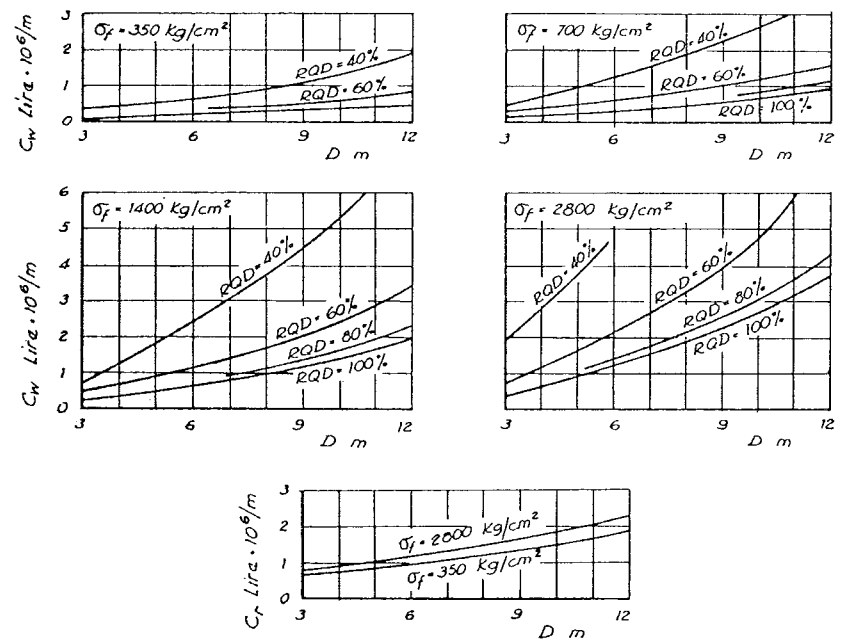


Fig. 3. - Metodo di scavo con avanzamento meccanico. Oneri C_w per la presenza di acqua e costo C_r del rivestimento in funzione del diametro D .

per tener conto del fatto che, in generale, il costo unitario decresce al crescere della lunghezza complessiva.

Per valutare il costo dell'opera occorre innanzitutto stimare l'importo base dello scavo non rivestito in roccia asciutta, che si è indicato con C_s .

Se lo scavo avviene in roccia immersa in acqua, si dovrà ricavare l'incremento del costo, C_w , che tiene conto di tutte le spese indirette addizionali causate dalla presenza della falda.

I grafici C_r , D forniscono, infine, il costo C_r del rivestimento che, sommato ai primi due, consente di ricavare il costo totale del manufatto.

Dai grafici risulta che, a parità di diametro, il costo cresce al crescere della σ_r e al diminuire dell'indice RQD, ma in misura assai diversa secondo il metodo di avanzamento.

Si osservi, infatti, che nel caso delle gallerie ad avanzamento tradizionale l'A. ha indicato in grafico, per ogni valore dell'indice RQD, una fascia delimitata dai valori limiti considerati per la σ_r ossia 350 kg/cm² e 2.800 kg/cm².

Nei grafici relativi alle gallerie scavate a macchina, troviamo invece quattro diverse serie di curve diametro/costo in corrispondenza ai valori di σ_r di 350, 700, 1.400 e 2.800 kg/cm².

Questa distinzione si è dimostrata necessaria per tenere conto del fatto che il sistema di avanzamento mediante esplosivi è influenzato in maniera molto limitata dalla resistenza della roccia che viene attraversata, mentre il sistema di avanzamento meccanico è generalmente molto sensibile al cambiamento delle caratteristiche dei terreni lungo il tracciato.

Si può affermare quindi che nel caso di avanzamento tradizionale il parametro geotecnico più significativo è, a parità di diametro, l'indice RQD, mentre adottando l'avanzamento meccanico i due parametri RQD e σ_r hanno un peso pressoché uguale.

Per lo stesso valore dei parametri geotecnici il costo aumenta nei due casi al crescere del diametro, con incrementi non costanti ma via via crescenti.

Fra i tre capitoli di spesa considerati si nota infine, come prevedibile, che il costo dello scavo è quello che maggiormente risente delle variazioni dei parametri geotecnici.

Si riporta qui di seguito un esempio di stima del costo di una galleria del diametro di 6 m, scavata in roccia con ROD = 60% e $\sigma_r = 1.400$ kg/cm² (v. tab.).

Si rende necessaria a questo punto qualche osservazione sull'applicazione pratica del criterio proposto.

L'Autore non dà alcuna notizia sul numero dei casi presi in esame per la elaborazione delle curve, né chiarisce se i costi così ricavati tengano conto degli imprevisti legati all'adozione di ciascuno dei due metodi di scavo considerati.

Sembra logico comunque ritenere che

Categoria di lavoro	Oneri in milioni di lire/m	
	Avanzamento meccanico	Avanzamento tradizionale
Scavo a secco C_s	2,6	2,5
Scavo in presenza di acqua C_w	0,9	1,1
Rivestimento C_r	2,2	1,1
TOTALE	5,7	4,7

tali costi si riferiscano a condizioni ottimali, nelle quali cioè non si siano verificati imprevisti di rilevante peso economico.

E allora necessario, e su questo punto l'A. attira ripetutamente l'attenzione, effettuare uno studio molto attento dei problemi geotecnici che di volta in volta si presentano, ad evitare che un'applicazione non meditata del procedimento possa produrre risultati del tutto errati.

Da questo punto di vista un'influenza determinante riveste la scelta dell'appropriato sistema di scavo; ciascuno di essi comporta, infatti, una differente impostazione e programmazione dei lavori, nonché un diverso affinamento delle indagini geotecniche preliminari.

A chiarimento di quanto sopra si ritiene opportuno passare velocemente in rassegna, sulla scorta della bibliografia in materia, i vantaggi e gli svantaggi derivante dall'uso delle diverse attrezzature.

Si tenga presente innanzitutto che con l'uso del tunneler si realizza generalmente un'economia di mano d'opera e di tempo rispetto ai sistemi tradizionali.

L'impiego della macchina riduce, inoltre, notevolmente il disturbo alle formazioni rocciose circostanti il cavo ed accresce quindi la sicurezza in galleria sia per l'assenza degli esplosivi, sia per le migliori condizioni di stabilità di uno scavo a sezione circolare rispetto ad altre configurazioni.

La parete di scavo è più liscia e regolare, caratteristica vantaggiosa per la riduzione dei sovrappessori del rivestimento e laddove la galleria sia destinata ad impiego idraulico.

L'adozione del tunneler richiede però una buona conoscenza della natura e della consistenza dei terreni lungo il tracciato della galleria, dato che le macchine non possono operare in condizioni molto diverse da quelle per le quali sono state progettate e, in ogni

caso, danno uno scarsissimo rendimento in tracciati lungo i quali si alternino formazioni dalle differenti caratteristiche.

Il lavoro di scavo, infine, è affidato unicamente e interamente alla macchina e quindi un arresto di quest'ultima, anche per breve tempo, può mettere in crisi l'intero cantiere.

Si osservi, comunque, che l'uso dei tunnelers sta ora uscendo decisamente dalla fase sperimentale o dalle applicazioni particolari per entrare in quella industriale, sotto la spinta delle ricerche di enti pubblici e privati. Ci si aspetta quindi un sempre maggiore incremento dello stato delle conoscenze in questo settore.

In conclusione, il criterio proposto è da ritenersi senz'altro interessante, essendo basato sulla elaborazione statistica di dati reali; si osservi però che la sua validità è strettamente legata ad un continuo aggiornamento che tenga conto delle fluttuazioni e degli incrementi di tutte le innumerevoli voci di cui si compone il costo globale dell'opera.

Sarebbe quindi auspicabile che gli stessi organi competenti forniscano periodicamente dati aggiornati sulle opere realizzate, specificando i costi previsti e quelli realmente sostenuti, unitamente alle caratteristiche dei terreni attraversati ed ai criteri e metodi seguiti negli studi geotecnici e nella scelta del metodo di lavorazione.

(Armando D'Amico)

BIBLIOGRAFIA

- BARENSEN P. (1969) - *Mechanized drifting by the full face method*. Tunnels and tunneling. Vol. 1, N. 2, 3.
- CHIARI A. (1970) - *Sulle nuove macchine per lo scavo delle gallerie*. RIG n. 2, Aprile-Giugno.
- BIENIAWSKI Z. T. (1976) - *Classification System is used to predict rock mass behaviour*. World Construction, n. 5.