

RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino

Sulla risoluzione numerica delle equazioni del "guscio piatto"

La teoria elastica del pannello piatto di paraboloidi iperbolici nella formazione matriciale

PLACIDO CICALA pone, per un pannello sottile con superficie media paraboloidica, le equazioni del guscio piatto ⁽¹⁾ in una forma contenente un numero finito di incognite facendo uso, per quanto riguarda la congruenza delle deformazioni nella superficie media, di uno schema discontinuo e, per quanto riguarda l'equilibrio delle forze in direzione normale, di formulazioni integrali.

Procedimento di calcolo del pannello piatto di paraboloidi iperbolici

G. L. VENTURA indica, mediante sviluppo di un esempio, il procedimento per la costruzione delle matrici che entrano nella teoria della Parte I e si sviluppa il metodo per varie situazioni di vincolo.

Introduzione. - PARTE PRIMA

La risoluzione del problema dell'equilibrio elastico per una struttura a guscio di forma del tutto generica si può scindere nelle tre operazioni seguenti:

I) costruzione della soluzione « principale », ossia determinazione di uno stato particolare di tensione che fa equilibrio ai carichi applicati;

II) costruzione delle soluzioni « omogenee », ossia determinazione degli stati di tensione che possono crearsi caricando variamente l'orlo della parete;

III) combinazione della soluzione principale con le omogenee in modo da soddisfare alle condizioni prescritte al contorno, ossia lungo l'orlo della parete, condizioni delle quali si può prescindere nel costruire la soluzione principale.

In tutta questa analisi, soccorrono continuamente le semplificazioni derivanti dal fatto che lo spessore della parete è piccolo a

confronto con le altre dimensioni di essa. Chi intraprende lo studio della letteratura in questo campo trova motivi di perplessità nel divario esistente fra le semplificazioni ammesse nelle varie parti della ricerca. In precedenti studi ⁽²⁾ si è trovato conveniente introdurre un parametro di spessore δ e procedere alla risoluzione dei problemi I-III per successive potenze di δ . Per questa via si sfruttano al massimo le possibilità di semplificazione e al tempo medesimo si trova rigoroso fondamento alle approssimazioni stesse. Si è così visto che le soluzioni omogenee per il guscio di forma qualsiasi si dividono in tre gruppi:

a) soluzioni « di orlo », che interessano una striscia lungo il contorno la cui larghezza è piccola come lo spessore, ossia dell'ordine di δ ;

b) soluzioni « di striscia », la cui zona d'influenza si estende ad una striscia di larghezza dell'ordine di $\delta^{1/2}$;

c) soluzioni « di campo », stati di tensione che dall'orlo si propagano in una zona la cui estensione non tende ad annullarsi col tendere di δ a zero.

Per ciascun gruppo gli ordini di grandezza relativa delle varie quantità sono differenti: ciò giustifica l'adozione di differenti semplificazioni nei tre casi. In particolare, per le soluzioni di orlo assumono particolare importanza le deformazioni derivanti dal taglio trasversale, che invece sono trascurabili in prima approssimazione nella determinazione delle soluzioni di striscia o di campo. Perciò le soluzioni di orlo sfuggono all'analisi dell'ordinaria teoria che trascura quelle deformazioni.

L'adozione del parametro δ si mostra particolarmente utile nella esecuzione del passo III. Si trova per tale via che, in prima approssimazione, l'analisi delle soluzioni di orlo può essere tralasciata, purchè si formulino le condizioni al contorno nel modo indicato da Kirchhoff. L'analisi del passo II si limita quindi alle soluzioni di campo, che comprendono gli stati « membranali » e gli « inestensionali » e alle soluzioni di striscia, studiate dalla teoria impropria-

⁽²⁾ Compendiati in parte nella monografia: P. CICALA, *Controlled approximation theory for thin elastic shells*, Ist. Sc. Costruzioni, Politecnico di Torino, 1961.

⁽¹⁾ In inglese « shallow shell », in tedesco « flache Schale », in russo « pologji obolocka »

mente detta « flessionale ». Per la via accennata si trova che il contributo delle varie soluzioni può essere determinato in successivi passi e che, a seconda delle condizioni di vincolo, si può omettere il calcolo di alcuni dei gruppi menzionati di soluzioni.

Al diminuire della curvatura della parete si presenta una difficoltà: le soluzioni di striscia penetrano sempre più profondamente entro la parete, sicché calcolarne gli effetti come localizzati presso l'orlo può condurre a risultati poco precisi. Contemporaneamente, d'altra parte, appare la possibilità di impostare lo studio per altra via: posto che la parete sia « piatta », ossia, che esista un piano dal quale ogni punto del guscio si trovi a piccola distanza, la geometria della sua superficie media può, in certa misura, essere sostituita dalla geometria del piano base. A questa possibilità di semplificazione fa riscontro una complicazione di notevole peso: le soluzioni di striscia e di campo appaiono qui fuse in un unico gruppo e nella considerazione delle condizioni al contorno non è possibile ottenere quella scissione del processo di calcolo in successivi passi a cui si è accennato, per il caso generale.

Le questioni menzionate assumono particolare rilievo per pareti sottili aventi come superficie media un pannello quadrilatero di paraboloide iperbolico, tipo di guscio la cui applicazione va sempre più diffondendosi. In questo caso le soluzioni di striscia assumono una forma particolare⁽³⁾ e penetrano fino a distanze dall'orlo dell'ordine di $\delta^{3/4}$, crescenti ulteriormente al diminuire dello svergolamento⁽⁴⁾ del pannello; per rapporti fra svergolamento e spessore non molto forti le soluzioni di striscia possono interessare l'intera parete. Per questi motivi, e ancora per l'esame dello stato di tensione in prossimità dei vertici del quadrilatero, incomple-

⁽³⁾ Nota cit., § V, 2.

⁽⁴⁾ Lo svergolamento si può intendere misurato dalla distanza fra le due diagonali del quadrilatero sghembo di contorno.

tamente rappresentato dalle soluzioni di striscia, l'uso della teoria del guscio piatto si presenta necessario. Da tale analisi si potrà avere un controllo dei risultati che si ottengono dalla teoria del pannello poco svergolato⁽⁵⁾; questa teoria, che prende in esame una situazione intermedia fra il caso del pannello piatto e quello del pannello di svergolamento finito, presenta il vantaggio di scindere le soluzioni nella considerazione delle condizioni al contorno e permette quindi di giungere a soluzioni esplicite semplici, ma va integrata con la teoria del pannello piatto.

Le relazioni fondamentali della teoria del guscio piatto si riassumono:

a) in una condizione d'equilibrio alla traslazione dell'elemento di parete in direzione normale al piano base;

b) in una condizione di congruenza per le deformazioni delle fibre medie della parete.

La prima condizione può essere scritta nella forma

$$Es_n^2 \nabla^4 w = z'' \sigma_x + z'' \sigma_y + 2z' \tau + p/h \quad (1)$$

Si indicano con f' , f'' le derivate $\partial f/\partial x$, $\partial f/\partial y$ di una generica funzione f rispetto alle coordinate ortogonali x, y stabilite nel piano base; con $\nabla^2 f$ si indica la quantità $f'''' + f'''' + 2f''''$. La coordinata della superficie media misurata normalmente al piano base è indicata con z ; w è lo spostamento e p il carico ripartito in quella direzione. Le tensioni medie nella parete, quali appaiono nella proiezione sul piano x, y sono indicate con σ_x , σ_y , τ secondo l'usuale notazione. Si indica E il modulo elastico, con ν il coefficiente di Poisson, con h lo spessore e si pone

$$s_n^2 = \frac{h^2}{12(1-\nu^2)} \quad (2)$$

Le tensioni medie sono legate agli spostamenti u e v , rispettivamente misurati nelle direzioni

⁽⁵⁾ P. CICALA - G. L. VENTURA, 'Stati di tensione nei pannelli paraboloidici sottili poco svergolati', Atti della Acc. delle Scienze di Torino, vol. 97, 1963.

x e y , e a w dalle relazioni di elasticità

$$\sigma_x - \nu \sigma_y = E(u' - z'' w), \quad (3)$$

$$\sigma_y - \nu \sigma_x = E(v' - z'' w) \quad (4)$$

$$2(1+\nu)\tau = E(u' + v' - 2z' w) \quad (5)$$

Inoltre esse soddisfano alle condizioni di equilibrio

$$\sigma_x' + \tau' = 0 = \sigma_y' + \tau' \quad (6)$$

Di solito si esprimono le tensioni σ_x , σ_y , τ mediante una funzione di Airy, tenendo con ciò conto delle (6) e si deduce la condizione di congruenza sopra menzionata eliminando gli spostamenti u, v dalle (3)-(5) espresse in termini della funzione di Airy.

L'applicazione analitica della teoria anzidetta è notevolmente laboriosa. Si è ricercato pertanto un metodo di approssimazione numerica. Con riferimento al guscio paraboloidico, per quanto riguarda il legame fra lo stato di tensione della superficie media e gli spostamenti w stabilito delle (3)-(6), nella presente nota si è trasformata la parete in un sistema discontinuo, concentrando la resistenza alle tensioni σ lungo le generatrici e la resistenza alle τ nei pannelli compresi (fig. 1). Si è evitato l'uso della funzione di Airy, poichè da questa le tensioni vanno poi ottenute mediante derivazioni, che introducono notevoli imprecisioni nei calcoli numerici. Si è adottata invece una formulazione matriciale che fornisce le τ nei pannelli parziali (maglie) in funzione degli spostamenti w e dei valori assegnati per le tensioni e per certe caratteristiche di spostamento sul contorno. L'equazione di equilibrio (1) sarà trattata col metodo di Galerkin o, quando non sia facile soddisfare a tutte le condizioni al contorno, mediante l'equazione dei lavori virtuali. In questa I Parte è presentato lo schema di calcolo, esprimendo mediante matrici le relazioni di dipendenza lineare che si presentano, ma senza entrare nella costituzione delle matrici. La formazione di queste sarà invece illustrata nella Parte II, dove le modalità di applicazione dello schema saranno sviluppate.

Mediante il procedimento proposto si potranno risolvere vari

quesiti relativi ai confronti sopra accennati, volti a saggiare le possibilità di impiego delle soluzioni di striscia. Il metodo si estende facilmente a pareti a pianta rettangolare, con superficie media di forma generica.

Con la presente trattazione si vogliono inoltre porre in rilievo i vantaggi che possono trarsi dall'uso dell' algoritmo delle matrici nella risoluzione numerica di problemi di calcolo delle strutture a guscio ricondotti alla determinazione di un numero finito di incognite. Nella applicazione pratica, la matrice costituisce una ta-

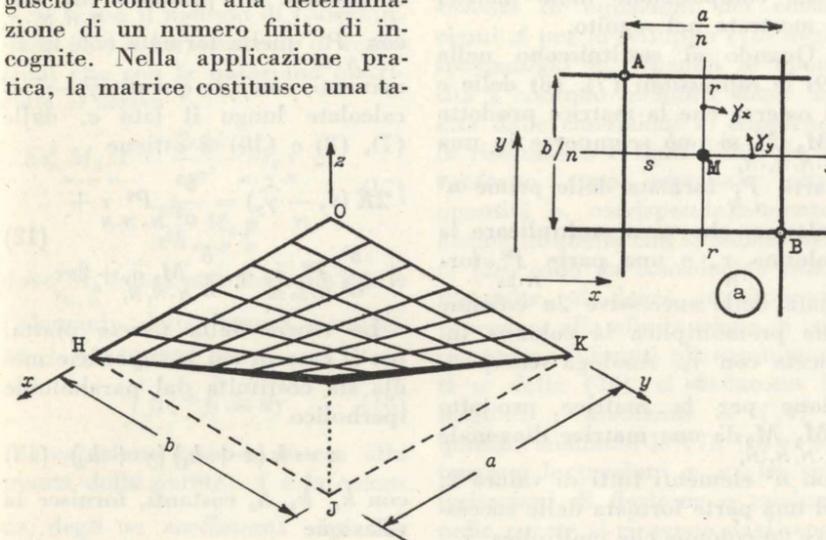


Fig. 1.

bella di valori numerici, sui quali le operazioni si effettuano secondo uno schema semplice e uniforme. L'inserimento dei valori assegnati nel processo di calcolo e l'estrazione dei risultati da questo viene attuata mediante una corrispondenza stabilita fra il posto nella struttura e il posto nelle matrici che compete a ciascun valore. Si evita così la complicata notazione alla quale deve ricorrersi quando ciascun valore debba essere controdistinto mediante un simbolo particolare, munito di un congruo numero di indici distintivi, per individuarlo nelle formule che indicano il processo di calcolo. Nella notazione matriciale, invece, i valori sono raggruppati in tabelle (matrici) e un unico segno indica le operazioni da effettuare sui valori del gruppo, con una sistematicità che rende l'impostazione particolarmente adatta all'uso degli strumenti di

calcolo numerico. Tali vantaggi giustificano la sempre più larga diffusione dell'algoritmo delle matrici, il cui uso richiede un corredo di nozioni veramente esiguo.

Formulazione matriciale della condizione di congruenza.

La parete che si considera ha pianta rettangolare, con lati a, b paralleli rispettivamente agli assi

Si indica con ⁽⁶⁾

- τ una colonna contenente gli n^2 valori di τ nelle maglie
- $\bar{\tau}_x$ una colonna contenente i valori di τ lungo i lati a, c di contorno
- $\bar{\tau}_y$ una colonna formata dai valori di τ seguiti da quelli di $\bar{\tau}_x$
- τ_x una colonna contenente i valori di τ lungo i lati b, d di contorno
- τ_y una colonna formata dai valori di τ seguiti da quelli di τ_y
- σ_x una colonna contenente gli n^2 valori di σ_x per le varie maglie seguiti dagli n valori relativi ai nodi del lato c
- $\bar{\sigma}_x$ una colonna formata come la precedente, contenente i valori di σ_x sul lato b ripetuti nei nodi allineati su parallele a x
- σ_y una colonna contenente gli n^2 valori di σ_y nelle maglie seguiti dagli n valori sul lato d
- $\bar{\sigma}_y$ una colonna ordinata come la precedente, contenente i valori di σ_y sul lato a ripetuti nei nodi allineati su parallele a y
- γ_x la colonna delle rotazioni delle mediane r delle varie maglie
- $\bar{\gamma}_x$ la colonna delle rotazione stes- se lungo il lato d , ripetute nelle maglie allineate su parallele a x
- γ_y la colonna delle rotazioni delle mediane s delle maglie
- $\bar{\gamma}_y$ la colonna delle rotazioni stes- se lungo il lato c , ripetute nelle maglie allineate su parallele a y .

La condizione d'equilibrio alla traslazione secondo x della fibra parallela a x che va dal nodo generico al nodo terminale sul lato

⁽⁶⁾ A distinguere le matrici, si segna sotto il simbolo il numero delle linee e quello delle colonne, separati da un punto; per le matrici di una sola colonna si segna solo il numero delle linee. Si scrive N per n^2 , N_1 per $n(n+1)$ e N_2 per $n(n+2)$.

b (fig. 2a) contiene le tensioni τ nei pannelli adiacenti moltiplicate per i fattori indicati nella fig. 2a; analogamente, per l'equilibrio della fibra parallela a y che va dal nodo generico alla testata sul lato a , intervengono le τ adiacenti coi fattori della fig. 2b. Tali condizioni sono sintetizzate dalle relazioni

$$\sigma_x - \bar{\sigma}_x = \frac{a}{b} M_1 \tau_x \quad (7)$$

$$\sigma_y - \bar{\sigma}_y = \frac{a}{b} M_2 \tau_y \quad (8)$$

La formazione delle matrici sarà illustrata nella Parte II di questa nota.

Sia E il modulo elastico del materiale, ν il coefficiente di Poisson. La differenza $\gamma_x - \bar{\gamma}_x$ fra la rotazione della mediana di una maglia e la rotazione del segmento corrispondente sul lato d dipende dalla deformazione delle fibre parallele a x secondo le stesse leggi che valgono per la lastra piana, se è $\sigma^2 z / \sigma x^2 = 0$. In questa rotazione relativa si fanno intervenire i valori di $\sigma_x - \nu \sigma_y$ nei nodi intermedi con i fattori indicati nella fig. 2c. Analoghe considerazioni

valgono per le fibre parallele a y . Si hanno così le relazioni

$$2E(\gamma_x - \bar{\gamma}_x) = \frac{a}{b} M_3 \sigma_x + \frac{\nu a}{b} M_4 (\sigma_y - \bar{\sigma}_y), \quad (9)$$

$$2E(\gamma_y - \bar{\gamma}_y) = \frac{a}{b} M_5 \sigma_y + \frac{\nu b}{a} M_6 (\sigma_x - \bar{\sigma}_x) \quad (10)$$

La composizione delle matrici è mostrata nel seguito.

Quando si sostituiscono nella (9) le espressioni (7), (8) delle σ si osserva che la matrice prodotto $M_3 M_1$ si può scomporre in una parte P_1 formata dalle prime n^2 colonne, che va a moltiplicare la colonna τ , e una parte P' formata dalle successive $2n$ colonne che premoltiplica la colonna indicata con $\bar{\tau}_x$. Analoga scomposizione per la matrice prodotto $M_4 M_2$ dà una matrice diagonale M_7 con n^2 elementi tutti di valore 2, ed una parte formata dalle successive $2n$ colonne che moltiplica $\bar{\tau}_y$.

Di quest'ultima parte si può tener conto sostituendo alle rotazioni $\bar{\gamma}_x$ dei tratti del lato d le differenze $\bar{\gamma}_x - \nu \bar{\tau}_x / E$, che indichiamo con $\hat{\gamma}_x$. Si giunge così alla relazione

$$2E(\gamma_x - \hat{\gamma}_x) = \frac{a^2}{b^2} P_1 \tau + \frac{a^2}{b^2} P' \bar{\tau}_x + \frac{a}{b} M_3 \bar{\sigma}_x + 2\nu \tau \quad (11)$$

Similmente, indicando con P_2 la matrice formata con le prime n^2 colonne del prodotto $M_5 M_2$, con P' quella formata con le rimanenti, con $\hat{\gamma}_y$ le quantità $\bar{\gamma}_y - \nu \bar{\tau}_y / E$ calcolate lungo il lato c , dalle (7), (8) e (10) si ottiene

$$2E(\gamma_y - \hat{\gamma}_y) = \frac{b^2}{a^2} P_2 \tau + \frac{b^2}{a^2} P' \bar{\tau}_y + \frac{b}{a} M_5 \bar{\sigma}_y + 2\nu \tau \quad (12)$$

La teoria della parete piatta, per il caso in cui la superficie media sia costituita dal paraboloide iperbolico

$$z = k(x + k_1)(y + k_2) \quad (13)$$

con k, k_1, k_2 costanti, fornisce la relazione

$$\tau = G(\gamma_x + \gamma_y - 2kw)$$

Con l'uso di questa relazione, sommando membro a membro le (11) e (12) si ottiene

$$M_7 \tau = 2E(\hat{\gamma}_x + \hat{\gamma}_y) + \frac{a}{b} M_3 \bar{\sigma}_x + \frac{b}{a} M_5 \bar{\sigma}_y + \frac{a^2}{b^2} P' \bar{\tau}_x + \frac{b^2}{a^2} P' \bar{\tau}_y - 4Ek w \quad (14)$$

dove

$$M_7 = 4I - \frac{a^2}{b^2} P_1 - \frac{b^2}{a^2} P_2$$

essendo I la matrice unità e w la colonna formata dagli spostamenti w al centro delle maglie.

La (14) sintetizza le n^2 equazioni che impongono la congruenza delle deformazioni. Date le caratteristiche di spostamento $\bar{\gamma}_x, \bar{\gamma}_y$ sui lati d e c , le tensioni $\bar{\sigma}_x, \bar{\sigma}_y$ sui lati b e a e le tensioni tangenziali sui quattro lati di contorno, dalla (14) si possono calcolare le tensioni τ in funzione degli spostamenti w .

La condizione d'equilibrio.

Nel caso del paraboloide iperbolico, l'equazione di equilibrio secondo l'asse z si scrive

$$E s_n^2 \nabla^4 w = 2k\tau + p/h \quad (15)$$

Adottiamo per w l'espressione

$$w = \sum_1^m A_i f_i \quad (16)$$

essendo A costanti da determinare e f funzioni di x, y che soddisfano alle condizioni di vincolo assegnate sul contorno.

Se si usa il metodo di Galerkin, dalla (15) si ha il sistema di equazioni che con la notazione matriciale si scrive

$$E s_n^2 M_8 A = \frac{2abk}{n^2} M_9 \tau + \frac{ab}{n^2 h} M_9 p \quad (17)$$

dove M_8 è una matrice nella quale l'elemento della linea i e colonna j è espresso da

$$\int f_i \nabla^4 f_j dx dy \quad (18)$$

l'integrazione essendo estesa alla pianta della parete; A è la colonna degli m coefficienti A_i ; M_9 è una matrice nella quale l'elemento della linea i nella colonna j è rappresentato dal valore di f_j per il punto di mezzo del pannello j ; p è la colonna dei valori

di p nei punti di mezzo dei pannelli. Il secondo membro della (17) dà il risultato dell'integrazione, effettuata per somma di valori medi, dello stesso membro della (15).

Se M_9^* è la trasposta della matrice M_9 , la colonna degli spostamenti w può scriversi

$$w = M_9^* A \quad (19)$$

Indichiamo con M_r la matrice reciproca di M_7 . Ponendo nella (14) l'espressione (19) per ricavarne le tensioni τ e sostituendo nella (17) si ottiene in definitiva (*)

(*) È facile constatare che le matrici P_1, P_2 e quindi M_r e M_9 sono simmetriche.

$$\left(s_n^2 M_8 + \frac{8abk^2}{n^2} M_9 M_r M_9^* \right) A = \frac{2abk}{E n^2} M_9 M_r \left(\frac{a}{b} M_3 \bar{\sigma}_x + \frac{b}{a} M_5 \bar{\sigma}_y + \frac{a^2}{b^2} P' \bar{\tau}_x + \frac{b^2}{a^2} P' \bar{\tau}_y + 2E \hat{\gamma}_x + 2E \hat{\gamma}_y \right) + \frac{ab}{E n^2 h} M_9 p \quad (20)$$

Questa equazione compendia il sistema di equazioni nei coefficienti A per lo sviluppo (16) degli spostamenti w . Quando le quantità a secondo membro siano fissate dalle condizioni al contorno, la risoluzione è immediata. Se al contorno sono assegnate altre quantità e, corrispondentemente, alcune di quelle che appaiono nella (20) sono da considerare come incognite, si dovrà previamente procedere alla eliminazione di tali incognite. Ottenuti gli spostamenti w dalla (16), si deducono le tensioni τ mediante la (14) e quindi, mediante le (7), (8) si ottengono le tensioni σ_x, σ_y . Le sollecitazioni di flessione e torsione nella parete si ricavano dagli spostamenti w con le medesime relazioni come se si trattasse di piastra piana.

Placido Cicala

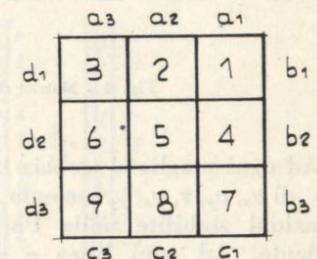
Introduzione. - PARTE SECONDA

Nella Parte precedente sono state presentate, espresse mediante matrici, le relazioni fondamentali della teoria del guscio piatto per un pannello quadrilatero di paraboloide iperbolico. Si mostrerà qui come queste matrici si costruiscano, facendo esplicito riferimento al caso in cui si dividano i lati in $n=3$ parti; si limita così il valore di n per comodità di presentazione. La generalizzazione a valori più alti di n è immediata. Si indicherà anche come, variando le condizioni al contorno, vanno modificate le equazioni risolventi. Il calcolo non verrà spinto fino alla determinazione delle tensioni: ciò verrà fatto in una Parte successiva, con frazionamento dei lati in un maggior

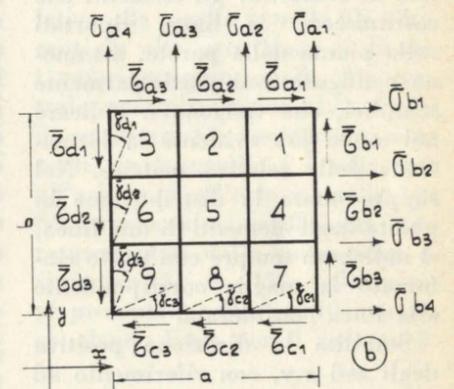
numero di parti per ottenere risultati quantitativamente conclusivi.

Le equazioni della lastra.

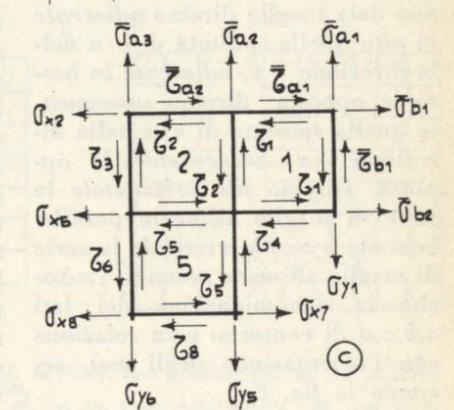
Fatta eccezione per i termini in w nelle (3)-(5), le equazioni (3)-(6) non differiscono da quelle relative ai sistemi piani di tensione (lastre). Le corrispondenti matrici M nelle equazioni (7)-(10) e le P delle (11), (12) e (14) contengono valori numerici che valgono per qualunque caso, dipendendo solo dal numero n . La costruzione di queste matrici viene seguita con evidenza facendo uso della rappresentazione in pianta della pa-



(a)



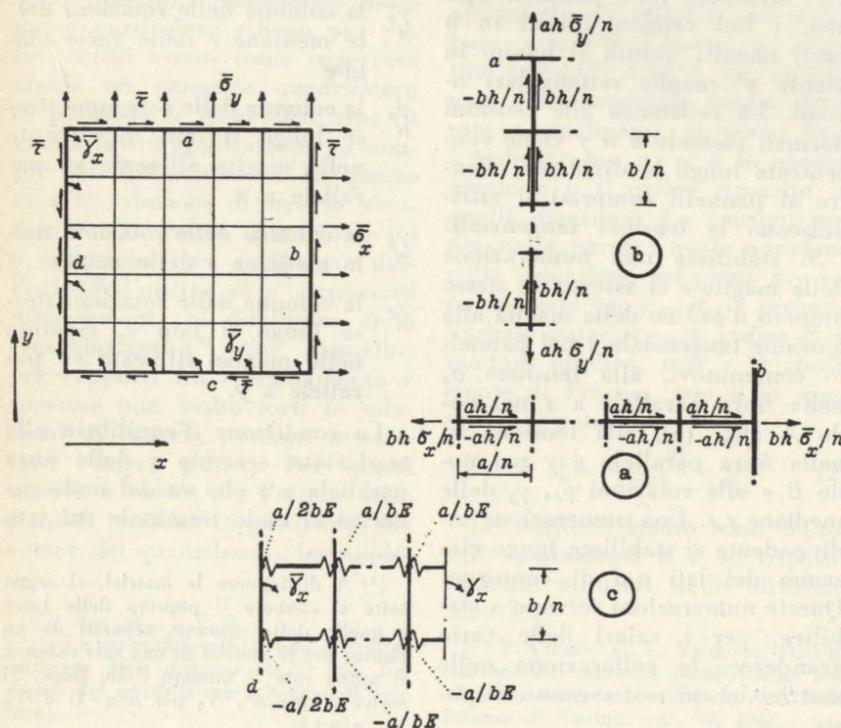
(b)



(c)

Fig. 3 - (a) Numerazione delle maglie e dei tratti di contorno; (b), (c) Notazioni con indici.

Fig. 2.



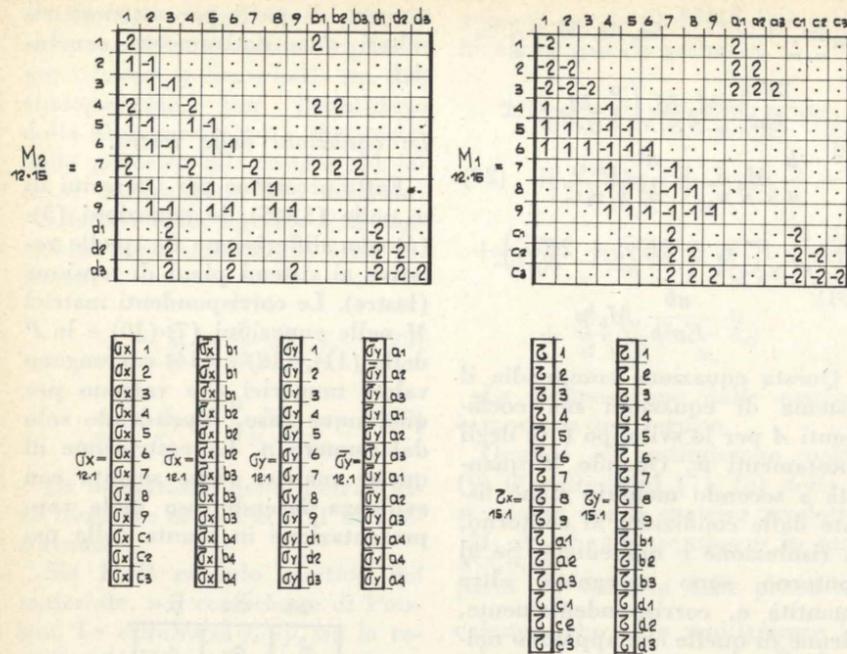


Fig. 4 - Matrici delle equazioni (7), (8).

rete. Ad ogni maglia si associa un valore di σ_x , σ_y , τ , γ_x , γ_y secondo le convenzioni stabilite nella Parte precedente. Ad ogni linea e ad ogni colonna delle matrici anzidette si associa una maglia o un lato di contorno: gli elementi che costituiscono la linea, riportati sulla pianta della parete, assumono configurazioni particolarmente semplici, che vengono a indicare nel modo più evidente la formazione della relativa matrice. Nel rappresentare la distribuzione in pianta degli elementi di una linea, si indicherà sempre con tratto rinforzato la maglia corrispondente alla linea considerata.

Stabilita la direzione positiva degli assi x, y , con riferimento ad una data maglia diremo *adiacente in alto* quella spostata di b/n nella direzione $+y$, *adiacente in basso* la opposta; diremo *sussequente* quella spostata di a/n nella direzione $+x$, *antecedente* la opposta. Diremo *fila orizzontale* la serie di maglie allineate parallelamente a x , *fila verticale* la serie di maglie allineate secondo y . Anche la denominazione dei lati a, b, c, d di contorno è in relazione con l'orientazione degli assi, secondo la fig. 2.

Per $n=3$, la numerazione (fissata a piacere) delle maglie e dei

tratti di contorno è indicata nella fig. 3a: corrispondentemente viene segnata accanto alle matrici la numerazione delle linee e delle colonne. Sebbene questa numerazione valga a stabilire senza ambiguità la posizione dei valori numerici nelle matrici, per maggior chiarezza nelle figg. 3b e 3c si dà la denominazione delle varie grandezze come se esse dovessero essere controdistinguite mediante indici.

Le matrici che intervengono nelle equazioni (7) e (8) sono presentate nella fig. 4.

La costituzione della matrice M_1 risulta immediata ove si consideri che la linea i generica contiene i coefficienti delle τ nella espressione della differenza $\sigma_x - \bar{\sigma}_x$ relativa alla maglia i . Come risulta dalle considerazioni di equilibrio illustrate nella fig. 2a, tali coefficienti hanno valore -1 nella maglia i e nelle allineate susseguenti, hanno valore $+1$ nelle adiacenti in alto e sono nulli altrove. Per le maglie di orlo i valori dei coefficienti vanno raddoppiati per considerare che la sezione soggetta alla tensione σ_x ha qui area $bh/2n$ invece che bh/n . Nella fig. 5 è mostrata la distribuzione in pianta dei coefficienti che costituiscono una linea gene-

rica della matrice (parte centrale della figura) e di quelli delle linee relative ad una maglia adiacente all'orlo a e ad una adiacente all'orlo c (parti superiore e inferiore della figura), per un valore qualsiasi di n . Per $n=3$ i valori relativi a due linee sono indicati nelle figg. 5a e 5b. In queste figure, come in quelle che seguono, di rappresentazione in pianta, la maglia che ha il numero d'ordine stesso della linea considerata è marcata con tratto rinforzato.

La configurazione dei fattori contenuti nella matrice M_2 , sulla pianta della parete, si ottiene dai quadri analoghi relativi alla matrice M_1 mediante una riflessione rispetto alla diagonale $D-D$. Esempi di linee per $n=3$, sono presentati nelle figg. 5c-5e.

Le matrici che compaiono nelle equazioni (9), (10) sono presentate nella fig. 6. La costituzione della matrice M_3 rispecchia l'analisi di deformazioni illustrata nella fig. 2c. Nella linea i entrano i coefficienti delle quantità σ_x

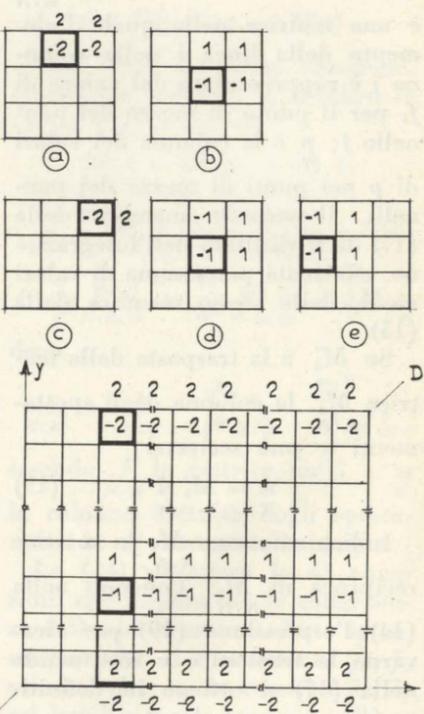


Fig. 5 - Linee della matrice M_1 in pianta, caso generale; (a), (b) Linee della matrice stessa, per $n=3$; (c), (d), (e) Linee della matrice M_2 .

nell'espressione di $\gamma_x - \bar{\gamma}_x$ per la maglia i ; tali coefficienti hanno valore 2 nella maglia i e nelle antecedenti, tranne quella sull'orlo d dove il coefficiente vale 1 perchè qui il tratto interessato nella deformazione è lungo $a/2n$ invece che a/n ; nelle maglie adiacenti in basso si hanno valori uguali e di segno opposto; altrove essi sono nulli. La configurazione in pianta dei valori di una linea generica, per n qualsiasi, è indicata nella fig. 7. Per $n=3$ la formazione di alcune linee della matrice è mostrata nelle figg. 7a-7d.

Il quadro in pianta dei coefficienti contenuti nella matrice M_4 si ottiene da quello relativo a M_3 mediante uno spostamento obliquo in alto con cambiamento di segno: ciò perchè, nella denominazione adottata (fig. 2a) i valori di σ_x e σ_y relativi ad uno stesso nodo sono associati a due maglie spostate diagonalmente l'una rispetto all'altra e quindi il valore di $\sigma_x - \nu\sigma_y$ in un certo nodo, intervenendo nella deformazione γ , dà luogo a coefficienti uguali e di segno contrario nelle due maglie. Esempi di linee di detta matrice, per $n=3$, sono presentati nelle figg. 7e-7h.

I quadri dei fattori contenuti nelle matrici M_5 e M_6 si ottengono da quelli relativi a M_3 e M_4 per riflessione rispetto alla diagonale $D-D$ in pianta. Esempi sono presentati nelle figg. 7i-7l.

Le matrici P_1 e P' si ottengono direttamente secondo le re-

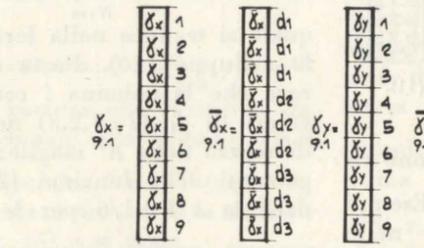
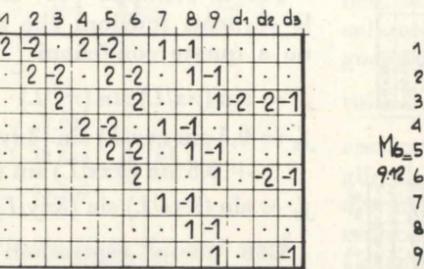
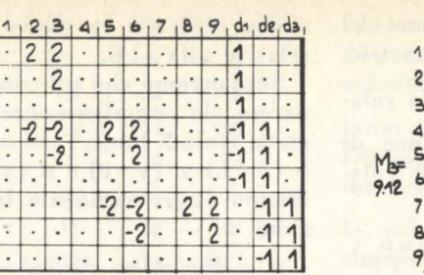
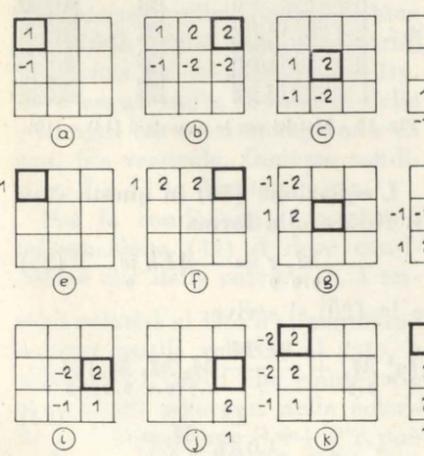
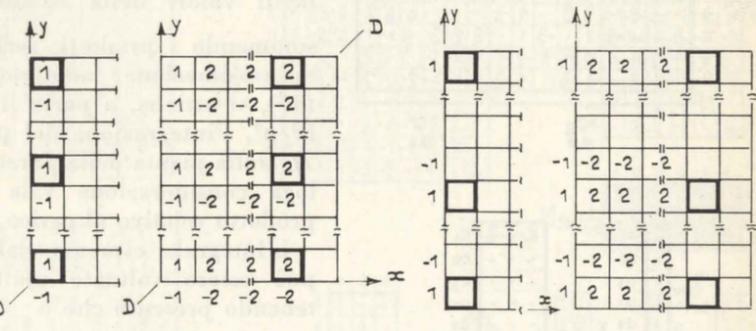


Fig. 6 - Matrici per le equazioni (9), (10).

gole di moltiplicazione dal prodotto $M_3 M_1$, mediante la scissione $N \cdot N_1 \cdot N_2$ indicata nella fig. 8. Tuttavia l'esame del quadro in pianta degli elementi di P_1 è utile per controllo. Gli elementi della linea i sono costituiti dalla successione aritmetica $-2, -6, -10, \dots$, nella fila orizzontale a partire dal lato d fino alla maglia i ; nelle maglie susseguenti si ripete il valore re-

lativo alla maglia i ; nelle file adiacenti in alto e in basso si hanno i valori contenuti nella fila centrale moltiplicati per $-1/2$. Fuori di queste tre file i coefficienti sono nulli. Se la maglia i è adiacente all'orlo a o all'orlo c , nella sua fila orizzontale i coefficienti sono rappresentati dalla successione aritmetica $-3, -9, -15, \dots$. Gli esempi presentati nella fig. 10 mostrano alcune linee per il caso $n=3$.



La fig. 9 mostra la scissione del prodotto $M_5 M_2$ nelle matrici P_2, P' . I quadri in pianta relativi agli elementi delle linee di P_2 si deducono da quelli relativi a P_2 .

1	5	-9	3	5	3	1	1	10	6	2									
2	5	-9	3	3	1	1	1	10	6	2									
3	-3	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
4	5	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
5	3	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
6	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2									
7																			
8																			
9																			

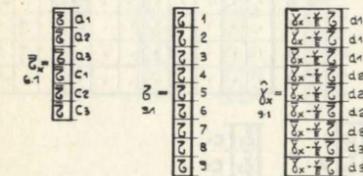


Fig. 8 - Matrici per l'equazione (11).

tivi a P_1 mediante riflessione rispetto alla diagonale $D-D$. Esempi per $n=3$ sono presentati nelle fig. 11.

Il pannello a pianta quadrata appoggiato sul contorno.

Nel seguito supporremo che la parete abbia pianta quadrata ($a=b=L$). In questo caso, per $n=3$, la matrice M_7 è formata come indica la fig. 12, nella quale sono

1	5	-9	3	5	3	1	1	10	6	2									
2	5	-9	3	3	1	1	1	10	6	2									
3	-3	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
4	5	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
5	3	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
6	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2									
7																			
8																			
9																			

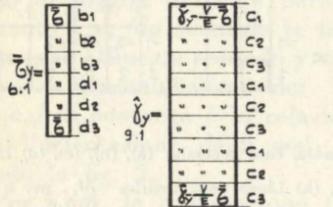


Fig. 9 - Matrici per l'equazione (12).

anche riportate le nuove matrici relative alla (14). Supporremo che sul contorno la parete sia semplicemente appoggiata. Quindi lungo i lati a ($y=L$), b ($x=L$), c ($y=0$) e d ($x=0$) dovranno essere verificate le condizioni

$$w = \sigma^2 w / \sigma x^2 = \sigma^2 w / \sigma y^2 = 0 \quad (21)$$

Per lo sviluppo (16) adottiamo le seguenti funzioni che soddisfanno a queste condizioni

$$f_1 = \sin(\pi x/L) \sin(\pi y/L) \quad (22)$$

$$f_2 = 0,5 \sin(\pi x/L) \sin(3\pi y/L) + 0,5 \sin(3\pi x/L) \sin(\pi y/L)$$

$$f_3 = \sin(3\pi x/L) \sin(3\pi y/L)$$

Con queste espressioni si calcola la matrice M_9 , mediante la quale si traduce nella forma (19) lo sviluppo (16). Basta considerare che la colonna i contiene i valori di f_i ($i=1,2,3$) nei punti di mezzo delle n^2 maglie: gli argomenti delle funzioni (22) sono dati da $x/L=1/6$ per le maglie

-3	-9	-15
1	3	5

Fig. 10 - Linee della matrice P_1 per $n=3$, in pianta.

3,6,9, $x/L=1/2$ per le 2,5,8 e $x/L=5/6$ per le 1,4,7, mentre $y/L=1/6$ per la fila 7,8,9, $y/L=1/2$ per la fila 4,5,6 e $y/L=5/6$ per la 1,2,3.

I valori della colonna i di M_9 si ritrovano nella linea i di M_9 ; moltiplicandoli per i corrispondenti valori della colonna τ e sommando i prodotti, secondo la approssimazione adottata nella (17), si ottiene, a parte il fattore L^2/n^2 , l'integrazione del prodotto τf_i sulla pianta della parete. Analoga considerazione vale per il prodotto relativo al carico p .

L'integrale espresso dalla (18) può essere valutato esattamente tenendo presente che è

$$\nabla^4 f_1 = \frac{4\pi^4}{L^4} f_1, \nabla^4 f_2 = \frac{100\pi^4}{L^4} f_2,$$

$$\nabla^4 f_3 = \frac{324\pi^4}{L^4} f_3$$

Quindi si trova che M_8 è la matrice diagonale con gli elementi $\frac{\pi^4}{L^4}$ (1; 12,5; 81).

Si osservi che le matrici M_8 e M_9 dipendono solo dalle condizioni al contorno relative agli spostamenti w . Invece la M_7 e la sua reciproca M_7 (fig. 13a) non dipendono da queste condizioni: esse valgono per ogni caso in cui i valori assegnati sul contorno siano quelli contenuti nella parentesi a secondo membro nella (20).

5	-15
3	-9
1	-3

Fig. 11 - Linee della matrice P_2 per $n=3$, in pianta.

Le condizioni di vincolo sul piano base.

Si considererà ora il pannello a pianta quadrata, sempre soggetto alle condizioni di vincolo espresse dalle (21) per quanto riguarda gli spostamenti w , ma variamente vincolato in direzione parallela al piano x,y .

CASO I: Carico p generico. Tensioni $\bar{\tau}=0$ su tutto il contorno; $\bar{\sigma}_y=0$ sul lato a ; $\bar{\sigma}_x=0$ sul lato b ; $\bar{\gamma}_y=0$ sul lato c ; $\bar{\gamma}_x=0$ sul lato d .

1	5	-9	3	5	3	1	1	10	6	2									
2	5	-9	3	3	1	1	1	10	6	2									
3	-3	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
4	5	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
5	3	3	1	1	1	1	1	10	6	2									
6	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2									
7																			
8																			
9																			

Fig. 12 - Matrici per le equazioni (14) e (19).

L'equazione (14) in questo caso si riduce alla forma

$$M_7 \tau = -4Ek w \quad (23)$$

e la (20) si scrive

$$\left(s_n^2 M_8 + \frac{8L^2 k^2}{9} M_9 M_7 M_9 \right) A = \frac{L^2}{9Eh} M_9 P \quad (24)$$

1	362	-116	-54	-116	161	48	-54	48	22
2	-116	545	5	170	-159	95	52	-63	16
3	-54	5	610	52	96	-310	24	17	-107
4	-116	170	52	545	-159	-63	5	95	16
5	161	-159	96	-159	801	-14	96	-14	76
6	48	95	-310	-63	-14	894	17	76	-105
7	-54	52	24	5	96	17	610	-310	-107
8	48	-63	17	95	-14	76	-310	894	-105
9	22	16	-107	16	76	-105	-107	-105	1125

1	14.822	-1.462	1.035
2	-1.462	11.059	-10.484
3	1.035	-10.484	95.760

Fig. 13 - (a) Matrice 10.000 M_7 per il caso I; (b) Matrice 100.000 $M_9 M_7 M_9$ per il caso I.

Il prodotto che appare in parentesi è riportato nella fig. 13b.

CASO II:

La parete sia soggetta ad una distribuzione di carico p simmetrica rispetto alla diagonale $D-D$ del pannello. Le condizioni di vincolo siano espresse dalle (21), dalle

$$\bar{\sigma}_y = \bar{\tau} = 0 \quad \text{sul lato } a$$

$$\bar{\sigma}_x = \bar{\tau} = 0 \quad \text{sul lato } b$$

Inoltre lungo i lati c,d siano nulle le tensioni normali e gli spostamenti tangenziali. Queste due condizioni si realizzano se

$$\bar{\sigma}_x = \bar{\sigma}_y = 0 \quad \text{sui lati } c,d$$

e su ciascun tratto dei lati stessi si suppone applicata una tensione $\bar{\tau}$ uguale a quella nella maglia che si affaccia sul lato stesso. Inoltre, deve essere nulla la somma delle τ in ogni fila orizzontale, come in ogni fila verticale. Diciamo condizioni I e II le due enunciate.

Per la condizione I, tornando all'equazione (11) si deve considerare che nella colonna $\bar{\tau}_x$ i termini relativi al lato a si annullano mentre quelli relativi al lato b assumono i valori che competono ai pannelli adiacenti nella colonna τ . L'espressione $P_1 \tau + P' \bar{\tau}_x$ può

essere sostituita da $P_1' \tau$ essendo P_1' una matrice che si ottiene da P_1 sommando alle colonne 7,8,9 le corrispondenti in P' (fig. 14). Similmente si costruisce la matrice P_2'' (fig. 14) e si pone

$$M_7' = 4I - P_1' - P_2''$$

L'equazione (14) per questo caso si scrive

$$M_7' \tau = 2E(\bar{\gamma}_x + \bar{\gamma}_y) - 4Ek w \quad (25)$$

Per il caso che qui si considera, di carico simmetrico rispetto alla diagonale $D-D$, per tener conto che τ assumerà lo stesso valore nelle maglie 2 e 4, e così in ogni

15	-9	3	5	3	1	1	1	10	6	2
-9	5	3	3	1	1	1	1	10	6	2
3	3	1	1	1	1	1	1	10	6	2
5	3	1	1	1	1	1	1	10	6	2
3	3	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2

15	-9	3	5	3	1	1	1	10	6	2
5	-10	5	3	-6	3	1	-2	1	-1	
5	-5	5	3	-3	3	1	-1	-1		
-9	3	-9	3	-3	1	-1				
3	-6	3	-6	3	1	-2	1	-1		
3	-3	-3	-3	-3	1	-1				
-3	1	-3	1	-3	1	-1				
1	-2	1	-2	1	-2	1				
1	-1	1	-1	1	-1	1				

1	34	4	3	4	-6	-1	3	-1											
2	4	23	-2	-6	3	-4	-1	2	-1										
3	3	-2	12	-1	-4	2		-1	1										
4	4	-6	-1	23	3	2	-2	-4	-1										
5	-6	3	-4	3	16	-1	-4	-1	-2										
6	-1	-4	2	2	-1	9	-1	-2											
7	3	-1	-2	-4	-1	12	2	1											
8	-1	2	-1	-4	-1	2	9												
9	-1	1	-1	-2	1	1	6												

1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2
1	1	1	1	1	1	1	1	10	6	2

Fig. 14 - Matrici per il caso II.

coppia di elementi simmetrici, si disporranno le τ incognite nella colonna τ_s contenente i valori relativi alle maglie 1,2,3,5,6,9: corrispondentemente si ridurrà la matrice M_7' nella M_7'' sommando

le colonne relative alle maglie simmetriche ed eseguendo analoga operazione sulle corrispondenti linee, sicchè ancora la matrice risultante sia simmetrica. Di conseguenza, la colonna w viene sostituita dalla w_s nella quale figurano

ancora gli spostamenti per le maglie 1,2,3,5,6,9, i valori relativi alle maglie 2,3,6 fuori della diagonale essendo moltiplicati per 2. La colonna $\hat{\gamma}_x + \hat{\gamma}_y$ che contiene i

valori di $\hat{\gamma}$ relativi al lato d variamente combinati si può esprimere dunque in funzione della colonna $\hat{\gamma}_s$ contenente detti valori.

Quindi scriviamo la (25) nella forma

$$M_7'' \tau_s = 4E M_{10} \hat{\gamma}_s - 4Ek w_s \quad (26)$$

La condizione II risulta esprimibile nella forma

$$M_{10} \tau_s = 0 \quad (27)$$

La formazione della matrice M_{10} è indicata nella fig. 14. M_{10} è la sua trasposta.

Le quantità $\hat{\gamma}$ sono qui da considerare come incognite, insieme con le τ . La risoluzione del siste-

	1	2	3	5	6	9
1	732	-238	-154	309	103	75
2	-238	736	134	-270	119	111
3	-154	134	1056	388	-79	-178
5	309	-270	388	1725	158	356
6	103	119	-79	158	1511	119
9	75	111	-178	356	119	3548

	1	2	3	5	6	9
1	668	-349	-319	239	109	209
2	-349	518	-170	-499	-20	189
3	-319	-170	487	259	-90	-400
5	239	-499	259	1047	-557	299
6	109	-20	-90	-557	1320	-487
9	209	189	-400	299	-487	883

	1	2	3
1	797	113	-442
2	113	1.228	-4.963
3	-442	-4.963	19.848

	1	2	3
1	5.267	978	602
2	978	2.951	-1.650
3	602	-1.650	21.501

Fig. 15 - (a) 20.000 M_r' per i casi II e III; (b) 20.000 M_r per il caso II; (c) 20.000 $M_{9s} M_r M_{9s}^*$ per il caso II; (d) 20.000 $M_{9s} M_r' M_{9s}^*$ per il caso III.

ma (26), (27) può scriversi nella forma

$$\tau_s = -4Ek M_r w_s \quad (28)$$

quando si ponga

$$M_r = M_r' - M_r' M_{10}$$

$$(M_{10}' M_r' M_{10})^{-1} M_{10}' M_r'$$

essendo

$$M_r' = (M_r')^{-1}$$

In base alla (28) si ottiene la relazione analoga alla (20)

$$\left(s_n^2 M_{9s} + \frac{8L^2 k^2}{9} M_{9s} M_r M_{9s} \right) A = \frac{L^2}{9Eh} M_{9s} p_s$$

la colonna dei carichi p_s essendo costituita con i valori relativi alle maglie 1,2,3,5,6,9. Alle stesse maglie si riferiscono le colonne della matrice M_{9s} , i valori relativi alle maglie fuori della diagonale es-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	-3	-1	5	3	1	.	.	.
2	-3	3	-1	3	3	1	.	.	.
3	-1	-1	-1	1	1	1	.	.	.
4	5	3	1	-10	-6	-2	5	3	1
5	3	3	1	-6	-6	-2	3	3	1
6	1	1	1	-2	-2	-2	1	1	1
7	.	.	.	5	3	1	-5	-3	-1
8	.	.	.	3	3	1	-3	-3	-1
9	.	.	.	1	1	1	-1	-1	-1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	5	-3	3	-1	1	.	.	.
2	5	-10	5	3	-6	3	1	-2	1
3	.	5	-5	.	3	-3	.	1	-1
4	-3	3	-3	3	-1	1	.	.	.
5	3	-6	3	3	-6	3	1	-2	1
6	1	1	1	3	-3	1	-1	-1	1
7	-1	1	1	-1	1	-1	1	.	.
8	1	-2	1	1	-2	1	1	-2	1
9	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14	-2	1	-2	-6	-1	1	-1	.
2	-2	17	-4	-6	3	-4	-1	2	-1
3	1	-4	10	-1	-4	2	.	-1	1
4	-2	-6	-1	17	3	2	-4	-4	-1
5	-6	3	-4	3	16	-1	-4	-1	-2
6	-1	-4	2	2	-1	9	-1	-2	.
7	1	-1	.	-4	-4	-1	10	2	1
8	-1	2	-1	-4	-1	-2	2	9	.
9	1	-1	-1	-2	.	1	.	.	6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14	-4	2	-6	-2	.	.	.	.
2	-4	22	-10	6	-4	-2	.	.	.
3	2	-10	20	-8	2	2	.	.	.
4	-6	6	-8	16	-2	-2	.	.	.
5	-2	-4	2	-2	14	.	.	.	.
6	1	-2	2	-2	6	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	6	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	9	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	9	.

Fig. 16 - Matrici del caso IV.

sta si esprime mediante la (19) la colonna w_s sopra definita.

(a) Matrici relative a questo caso che differiscano da quelle anteriormente indicate sono riportate nella fig. 15.

CASO III:

(b) Carico p simmetrico rispetto alla diagonale $D-D$, con le condizioni al contorno (21) e

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_y = 0, \bar{\tau} = 0 & \text{ sul lato } a \\ \bar{\sigma}_x = 0, \bar{\tau} = 0 & \text{ sul lato } b \\ \hat{\gamma}_y = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } c \\ \hat{\gamma}_x = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } d. \end{aligned}$$

Le condizioni $\tau = \bar{\tau}$ sui lati c, d sono le stesse che, nel caso II, esprimono quella che s'è indicata come condizioni I . Perciò la matrice M_{7s}' , e la sua reciproca M_r' , rimangono immutate e dalla (14) si ha

$$\tau_s = -4Ek M_r' w_s \quad (30)$$

(1) In condizioni generali, la colonna d_i della matrice M_{10} è formata dal valore 1 per le maglie della stessa fila orizzontale, da quella confinante col lato d_i fino a quella situata sulla diagonale e per quelle della fila verticale comprese fra la maglia diagonale e quella confinante col lato ai .

Per il calcolo dei coefficienti A vale un'equazione analoga alla (29), differente da questa solo per la matrice M_r qui sostituita dalla M_r' (fig. 15a). Con questa si calcola la matrice prodotto segnata nella fig. 15d.

CASO IV:

Carico p simmetrico rispetto alla diagonale $D-D$, con le condizioni al contorno (21) e

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_y = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } a \\ \bar{\sigma}_x = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } b \\ \hat{\gamma}_y = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } c \\ \hat{\gamma}_x = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } d. \end{aligned}$$

Prescindendo in primo luogo dalle condizioni di simmetria, per tener conto che sui lati a e c le tensioni $\bar{\tau}$ in ciascun tratto assumono lo stesso valore che nella maglia adiacente si scrive la relazione

$$P_1 \tau + P' \bar{\tau}_x = P_3 \tau$$

Nella matrice P_3 che così si definisce le colonne relative alle maglie che si affacciano sugli orli a, c sono ottenute sommando alle corrispondenti colonne della P_1 le colonne della P_1' relative ai loro tratti di contorno. Similmente si costruisce la matrice P_4 , per contrazione dalle P_2 e P'' , come mostra la fig. 16.

	1	2	3	5	6	9
1	1895	339	219	787	449	302
2	339	1312	559	-12	342	247
3	219	559	1510	622	64	-110
5	787	-12	622	1953	299	440
6	449	342	64	299	1624	192
9	302	247	-110	440	192	3599

	1	2	3
1	9.405	3.449	1.895
2	3.449	4.480	-1.040
3	1.895	-1.040	22.909

Fig. 17 - (a) 20.000 M_r'' per i casi IV e V; (b) 20.000 $M_{9s} M_r'' M_{9s}^*$ per il caso IV.

	1	2	3	5	6	9
1	1007	-451	-556	278	174	382
2	-541	590	-138	-556	-35	174
3	-556	-138	695	278	-138	-556
5	278	-556	278	1111	-556	278
6	174	-35	-138	-556	590	-451
9	382	174	-556	278	-451	1007

Fig. 18 - (a) 20.000 \bar{M}_r per il caso V; (b) 20.000 $M_{9s} \bar{M}_r M_{9s}^*$ per il caso V.

	1	2	3
1	69	-274	1.116
2	-274	1.111	-4.448
3	1.116	-4.448	17.761

Sia

$$M_r'' = 4I - P_3 - P_4$$

La (14) assume la forma

$$M_r'' \tau = -4Ek w$$

Tenendo conto della simmetria rispetto alla diagonale $D-D$, si passa dalla M_r'' alla M_{7s}'' sommando le colonne e le linee relative alle maglie fuori della diagonale (figura 16). Detta M_{7s}'' la reciproca della matrice M_{7s}'' la (14) assume la forma.

$$\tau_s = -4Ek M_{7s}'' w_s \quad (31)$$

La (20) si scrive ancora in forma analoga alla (29), con la sostituzione della matrice M_r'' alla M_r . Il prodotto $M_{9s} M_r'' M_{9s}^*$ è riportato

nella fig. 17b, la matrice M_r'' nella 17a.

CASO V:

Carico p simmetrico rispetto alla diagonale $D-D$, con le condizioni al contorno (21) e

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_y = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } a \\ \bar{\sigma}_x = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } b \\ \bar{\sigma}_y = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } c \\ \bar{\sigma}_x = 0, \tau = \bar{\tau} & \text{ sul lato } d. \end{aligned}$$

La condizione I del caso II si estende in questo caso ai quattro lati, come per il caso IV. Quindi vale ancora la (31), col medesimo significato dei simboli. Si avrà dunque la (26), con la matrice M_r'' al posto della M_r . La (27) inoltre sussiste inalterata se si ammette che le risultanti delle $\bar{\tau}$ su ciascun lato di contorno siano nulle. Si ottengono quindi relazioni del tutto simili alle (28) e (29), nelle quali la matrice M_r è sostituita dalla

$$\bar{M}_r = M_r'' - M_r'' M_{10}$$

(a) Le matrici \bar{M}_r e $M_{9s} \bar{M}_r M_{9s}^*$ sono riportate nelle fig. 18a e b.

Gli esempi sopra svolti mostrano come si possano introdurre le varie condizioni di vincolo nella formulazione matriciale. I calcoli applicativi saranno, in una Parte successiva, sviluppati fino alla determinazione dello stato di tensione.

G. L. Ventura

Abbattimento idraulico subacqueo di rocce pseudocoerenti

GIOVANNI BALDINI ed ENEA OCCELLA, esposti brevemente i campi attuali d'applicazione dell'abbattimento idraulico delle rocce — concernenti soprattutto la perforazione a getto —, riferiscono su un nuovo metodo per lo scavo idraulico di argille e limi con getti d'acqua sommersi, accoppiato all'estrazione per draga a suzione; il sistema è attualmente impiegato efficacemente in una cava di inerti per l'attraversamento di banchi di rocce pseudocoerenti interstratificate al materiale sciolto.

1) Premessa.

Nel corso di alcune ricerche per il miglioramento delle condizioni di abbattimento di banchi di rocce semicoerenti e pseudocoerenti, sommerse per alcuni metri sotto un battente d'acqua, si è avuta occasione di sperimentare l'utilità dell'abbattimento idraulico che — così com'è stato realizzato ed accoppiato al trasporto pur esso per via idraulica — costituisce una nuova applicazione per l'industria estrattiva delle sabbie e ghiaie, degna di menzione per la estrema semplicità di installazione e per i rimarchevoli risultati ottenuti in un esercizio oramai protratto per diversi mesi presso una grande cava di inerti per conglomerato cementizio (1).

2) Cenno d'inquadramento dell'abbattimento idraulico.

L'abbattimento idraulico trova nella storia della tecnica esempi antichi di applicazione e — opportunamente perfezionato — è oggi assai ampiamente esteso, soprattutto nel campo della perforazione delle rocce a grandi profondità, per fori di medie e grandi dimensioni.

Il fatto è giustificato da alcuni peculiari vantaggi di questo metodo di demolizione del materiale roccioso, per erosione da parte di un getto liquido, caricato o no di materiale solido, lavorante immerso o no, che concernono essenzial-

mente l'opera di scavo della roccia:

1) il lavoro è eseguito senza interposizione di utensili, che possono determinare diminuzione di rendimento lungo la catena dinamica che li manovra, viepiù maggiore con il procedere dello scavo o della perforazione; non si manifestano in proporzione sensibili fenomeni di usura di scalpelli e di conseguenza non si richiedono frequenti loro ricambi, senza comporta quindi di periodici tempi di inattività per le manovre di sostituzione;

2) sussiste una relativa facilità di creare allargamenti localizzati o camere lungo gli scavi od i fori, soltanto usufruendo di differenti direzioni di efflusso del fluido o persistendo localmente nell'azione di scavo;

3) vi è possibilità di compiere il predetto lavoro a notevolissime profondità, con la sola interposizione dell'elemento tubolare di adduzione del fluido compresso;

4) è relativamente facile somministrare potenze specifiche variabili (anche dell'ordine di 1-5 kW per centimetro quadrato di superficie di roccia), con la registrazione dei parametri operativi, semplicemente mediante la regolazione delle caratteristiche della pompa di mandata (portata, prevalenza) e la modifica del diametro dell'ugello o degli ugelli di efflusso. Appare appena necessario ricordare che le potenze specifiche impiegate per la perforazione meccanica sono — a paragone — assai inferiori, dell'ordine di 0,05-0,1 kW/cm² per la perforazione pensilvaniana a percussione; di 0,1-0,2 kW/cm² per la perforazione convenzionale Rotary e per la perforazione di fori da mina con

martelli perforatori pneumatici medi e pesanti; di 1 kW/cm² per le più potenti turboperforatrici.

A tali peculiari vantaggi si associano inoltre gli ulteriori pregi dell'abbattimento idraulico, rappresentati dall'assenza di plasticizzazione e di impasto dei detriti nelle rocce tenere e dalla facilità del loro successivo allontanamento dal luogo di scavo e del loro trasporto, ancora realizzabile per via idraulica, usufruendo della stessa sospensione ottenuta nella fase della demolizione della roccia, sia per gli scopi della perforazione, che della diretta coltivazione mineraria.

In contrapposizione, il rendimento dell'operazione di scavo idraulico è alquanto inferiore, in quanto che — dell'energia cinetica disponibile da parte del getto all'uscita dall'ugello d'iniezione — una proporzione notevole resta assunta dal fluido dopo la fase utile di lavoro. Non è peraltro detto che tale energia — sotto forma di un effetto utile di rimescolamento della torbida di acqua e di detriti di roccia abbattuta, ovvero del predetto loro trasporto fuori della zona di abbattimento — venga completamente perduta.

Non è facilmente schematizzabile il meccanismo dell'abbattimento idraulico delle rocce, nè rapportabile semplicemente alle più evidenti loro proprietà di resistenza meccanica. Infatti esso si manifesta con un'azione prevalente di erosione sulle rocce compatte e di lisciviazione sulle particelle più fini delle rocce pseudocoerenti, entrambe associandosi in ogni caso al distacco dei grani più resistenti ai loro contorni, quando potenziali soluzioni di continuità si manifestino nelle rocce. In tal senso giocano con peso prevalente le azioni di taglio e di trazione

esercitate dalla corrente fluida, specie sui grani in risalto sulle pareti libere.

Se il fluido è rappresentato da una torbida di acqua e sabbia, può essere prevalente — limitatamente al caso delle rocce compatte — l'azione di mutua abrasione dei grani solidi, mentre l'efficacia dinamica dei getti è in ogni caso aumentata nel rapporto dell'incrementata densità media del fluido operante. È peraltro da notare che comunque i grani previamente asportati dalla formazione ed immessi in sospensione agiscono come elementi dispersi in una vera e propria torbida, non appena trascinati e mossi dalla corrente fluida, cosicchè non è sempre necessario caricare preventivamente il fluido di grani di sabbia.

3) Applicazioni caratteristiche dell'abbattimento e della perforazione idraulica a getto.

Interessanti lavori di abbattimento di depositi alluvionali ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi poco coerenti sono stati compiuti idraulicamente con getti alimentati da vere e proprie lance (*monitors* o *giants*): in tal modo i banchi alluvionali vengono disgregati, eventualmente con una preventiva sottoscavazione, ed il materiale abbattuto, reso incoerente, è convogliato dalla corrente fluida direttamente in canali arricchitori od in pozzetti, da cui può eventualmente essere ripreso in un secondo tempo, ancora in torbida. Ai *monitors* il liquido è alimentato da reti di carico — se l'idrologia locale lo consente — ovvero con pompe. Il battente idraulico è normalmente tenuto compreso tra 30 e 200 metri, mentre le portate, smaltite da ugelli aventi diametro di 50-250 mm, sono sempre ingenti: GRIFFITH (1) cita infatti portate d'acqua per ogni singola lancia comprese tra circa 40 e circa 3000 litri per secondo.

L'escavazione idraulica, compiuta a giorno per la coltivazione di banchi di sedimenti auriferi e ferriferi (2), di rocce per inerti e per l'asportazione di cappellacci sedimentari, nonché in sotterra-

neo (3) per la coltivazione di strati di carbone e di gilsonite, eventualmente accoppiata ad estrazione idraulica (4), o per l'abbattimento di strati più teneri intervallati a rocce più dure, è sempre effettuata con lance ed il getto relativo è liberamente effluente in aria, a distanza di sicurezza di qualche metro dalla fronte in escavazione, che, quando a cielo aperto, può essere alta alcune decine di metri. Del metodo di scavo con *monitors*, di antichissima originaria applicazione, consta l'esistenza di ancora recenti esempi italiani, relativi a cave di inerti in terreni sedimentari, a nord della valle Pusteria (Alto Adige).

Per quanto concerne invece l'impiego di getti idraulici sommersi, per l'escavazione sotto battente d'acqua o di torbida fangosa, sono da citare alcuni esempi, tutti attinenti piuttosto al campo della perforazione.

È noto il procedimento di perforazione di fori verticali in sedimenti alluvionali incoerenti minuti, di diametro relativamente grande (sino a 600-800 mm) e di piccola lunghezza (sino a 30-40 metri), cosiddetto per « *wash boring* » (5): una batteria di perforazione, costituita da una semplice colonna munita di ugelli di fondo, eventualmente tenuta in lenta rotazione, porta ad agire sul microfronte del foro un getto di acqua, mentre la colonna di rivestimento, munita al fondo di opportuna scarpa tagliente, viene regolarmente fatta approfondire con un semplice battipalo. Eventuali detriti grossolani (ghiaie, ciottoli), se del caso sminuzzati con uno scalpello (eccezionalmente con esplosivo), sono ad intermittenza rimossi per mezzo di una cucchiaia.

Operazioni ausiliarie nei cantieri di perforazione profonda sono poi normalmente compiute con scavo per getto idraulico: così sono ottenuti fori di carotaggio del terreno lunghi sino a 30 metri nella perforazione sottomarina (6) e fori di alloggiamento per il deposito dell'asta quadra e di una asta di trasmissione nei cantieri

di perforazione rotativa, sia in terreni incoerenti, che in rocce dure ed abrasive. Per quest'ultimo caso la letteratura cita che, utilizzando torbide di acqua e sabbia e lavorando su roccia arenacea quarzifera, furono eseguiti fori del diametro di 200 mm e della lunghezza di una decina di metri nell'intervallo di una sola ora, anzichè in un tempo dell'ordine di 1-2 giorni richiesto dall'applicazione di un metodo meccanico convenzionale (7).

Analoghe altre operazioni, di carattere peraltro speciale e limitate al campo della tecnologia petrolifera, nelle quali può eventualmente rivelarsi un'applicazione della perforazione per erosione sono: la foratura e le sfinestature delle colonne di rivestimento, dell'anello di cemento e delle formazioni adiacenti, sia per la messa in produzione degli strati, che per l'inizio di fratturazioni orizzontali e verticali negli stessi, con notevole regolarità, precisa determinazione delle quote e minori pressioni di rottura (8); la distruzione del pannello di fango e del volume anulare di roccia contaminata dall'invasione del filtrato; infine i lavori di rimedio nei pozzi di coltivazione e di iniezione, il taglio di elementi tubolari in pozzo per ottenerne un parziale recupero. Per tutti questi scopi sono usualmente impiegate torbide caricate con 75 ÷ 200 g per litro (9) di sabbia silicea, a spigoli vivi, di granulometria ristretta: ad es. 10-40 mesh oppure, meglio, 10-20 mesh.

Ma l'applicazione fondamentale della perforazione a getto idraulico resta quella relativa ai grandi sondaggi rotary, nei quali la demolizione della roccia al microfronte di perforazione è causata in elevata proporzione dalla corrente di fango emessa a notevole velocità (sino all'ordine di grandezza di un centinaio di metri al secondo) dagli ugelli dello scalpello, soprattutto se del tipo a lance taglienti (*drag-bits*). Ciò accade in specie nell'ambito di formazioni tenere o medio-dure, quali le argille, gli scisti argillosi, i sali, i gessi e le anidriti, i calcari te-

neri, i calcescisti ed i micascisti, le ardesie. Nelle condizioni operative più spinte (portate di fango comprese tra 20 ed 80 l/s, a seconda del diametro del foro), la velocità di efflusso del fango dagli ugelli può raggiungere i 130 m/s: la batteria di perforazione riveste allora prevalentemente la funzione di condotta del fluido di circolazione e lo scalpello quella di guida della batteria, mentre all'iniezione della corrente di fango è riservata la funzione di utensile per l'abbattimento della roccia. Si può dedurre per queste condizioni che — nel caso più schematico — la massima potenza del getto è ottenuta riservando al relativo ugello una caduta di pressione pari a circa 2/3 della prevalenza totale delle pompe di mandata dei fanghi, ossia una caduta di circa 100 kg/cm², in corrispondenza di potenze utilizzate di 250-1000 CV.

4) Un problema particolare di abbattimento subacqueo.

Nella pratica della produzione dei materiali incoerenti di origine alluvionale (sabbie, ghiaie, ciottolami) e di talune rocce pseudocoerenti (argille, marne, limi, ocre) sono correntemente impiegate per l'abbattimento macchine ad azione meccanica, nelle quali un utensile a lama distacca, quando necessario, gli elementi litoidi aggregati e li trasporta sino al luogo di successiva utilizzazione. Si tratta di benne raschianti (scraper, ruspe) o sospese (drag-lines) e di escavatori meccanici a lame, a tazze, a cucchiaio. Tra tali macchine soprattutto le draghe a tazze possono essere impiegate per la produzione di materiali alluvionali dagli alvei dei fiumi invasati.

Quando il materiale roccioso sia del tutto incoerente e completamente annegato sott'acqua, possono essere adottati metodi di abbattimento e trasporto idraulici, in quanto l'azione di smuovimento e di trasporto di una corrente liquida può essere sufficiente all'allontanamento degli elementi litoidi dalla loro sede: il materiale è allora direttamente convogliato in sospensione agli impian-

ti di classificazione e l'apparecchiatura di escavazione prende il nome di *draga a suzione*. Se il materiale roccioso assume una certa consistenza e coerenza (per l'intervento di un cemento di tipo arenaceo o per presenza di banchi ed intercalazioni di rocce pseudocoerenti (idrosilicati di tipo argilloide, miche, sostanze caolinari, ecc.), l'opera di escavazione dei mezzi meccanici può essere notevolmente rallentata e quella dei mezzi idraulici sopraddetti (draghe a suzione) può diventare assolutamente impossibile, anche se la roccia è impregnata d'acqua, ma per questo motivo stesso resa plastica, pastosa e collante, così da non subire una sufficiente azione di lisciviazione da parte della corrente d'acqua.

Un interessante esempio di coltivazione subacquea di rocce sciolte o pseudocoerenti, del tipo di quelle ora citate e della quale uno degli Aa. ebbe in passato occasione di occuparsi professionalmente, è rappresentato da una cava di inerti per conglomerati cementizi, situata alla periferia di Torino⁽²⁾, che coltiva l'orizzonte quaternario recente della pianura padana, costituito da banchi sovrapposti di ciottolami, ghiaie e sabbie (globalmente comprendenti le classi granulometriche comprese tra 0,5 e 80 mm, eccezionalmente sino a 150 mm, a base di quarziti, gneiss e micascisti, pietre verdi e calcari), alternati a strati suborizzontali di marne argillose (localmente giallastre, rossastre, grige, nerastre). In via esemplificativa, la stratigrafia locale comprende la successione di banchi indicata nella tab. 1, nel caso particolare relativo ad una zona in cui l'attraversamento delle marne nere risultava particolarmente difficile con i mezzi meccanici. La formazione utile di rocce per inerti venne riconosciuta con una campagna di

(²) Cava gestita dalla Soc. S.E.S.A.C., in frazione Carpice del comune di Moncalieri. Si desidera a tal riguardo ringraziare i titolari della predetta Società, ed in particolare il Geom. D. Ricca, per l'accordata autorizzazione a riferire sui risultati dell'indagine compiuta ed a descrivere la realizzazione industriale a suo tempo installata.

sondaggi di grande diametro su un'area di oltre 10 ettari e sino a profondità dell'ordine di 25-30 metri.

La cava era stata inizialmente aperta utilizzando come mezzi di escavazione delle macchine ad azione meccanica (escavatori e

TABELLA N. 1

Quota sotto al livello topografico medio, m	ROCCHE	Granulometria degli elementi sciolti, mm
0-5	Sabbia media e grossolana	0,5-5
5-6,5	Limo giallo e limo fine	0,005-0,5
6,5-8,5	Limo e sabbia fine	0,005-0,5
8,5-14	Sabbia e ghiaia	1-30
14-17	Limo nero (torboso) ed argilla	0,001-0,1
17-23	Sabbia, ghiaia e molassa	0,5-80

draghe e tazze), sino ad assumere una forma a fossa; dopo qualche anno essa aveva raggiunto in taluni punti la profondità di una quindicina di metri sotto il piano topografico locale; data la posizione della locale falda acquifera permanente e la prossimità del fiume Po, essa risultò dopo breve tempo sommersa, mentre il pelo libero delle acque, relativamente costante alle varie stagioni, si stabilizzò a circa 3 metri sotto il piano di campagna.

In queste condizioni, si è pertanto cercato di sostituire le draghe meccaniche con una sola grande draga a suzione (di produzione Klinghofer, avente un diametro del pescante di aspirazione 300 mm, portata di torbida circa 250-300 l/s, prevalenza della pompa 30 m, potenza installata 275 CV), capace di trasportare grani di tutte le dimensioni inferiori a 80-100 mm, esaurendo da sola la potenzialità degli impianti di classificazione. La fig. 1 riproduce l'installazione di escavazione durante il funzionamento, situata su un opportuno galleggiante e manovrata da un sol uomo nella ca-

bina, contenente pure la pompa centrifuga ed un separatore degli elementi di dimensioni eccezionali (maggiori di 100 mm circa) eventualmente aspiranti dal pescante.

Notevoli difficoltà operative vennero a luoghi incontrate per l'attraversamento dei banchi di marne gialle alternate ai materiali sciolti, che subiscono in misura molto ridotta l'azione di lisciviazione e di trasporto da parte della corrente fluida, mentre i banchi più profondi di limi ed argille nere, torbose, di consistenza notevole, formarono un ostacolo invalicabile per la progressione della coltivazione con sola draga a suzione: il pescante della draga infatti, a contatto con il tetto di questa formazione, penetra nell'argilla e dà luogo a pericolosi colpi di ariete nelle tubazioni e nel carter di separazione dei blocchi, all'atto del bloccaggio del flusso di torbida. La cava quindi a tal punto si è trovata di fronte alla impossibilità di coltivare gli strati alluvionali più profondi, sottostanti ai limi, di particolare pregio, in quanto dotati di granulometria meglio assortita e globalmente relativamente costante.

5) Tentativi di scavo subacqueo con mezzi meccanici.

Di fronte alla necessità di proseguire in profondità la coltivazione, per sfruttare completamente il deposito utile al di sotto dei banchi di limo argilloso, e nel desiderio di evitare l'installazione di escavatori a tazze, notevolmente onerosi quando applicati a discreta profondità e per l'asportazione di rocce a comportamento argilloso, collanti, impregnate di acqua, venne organizzato dagli esercenti la cava un primo tentativo di attraversamento dell'orizzonte argilloso con esplosivi. Malgrado l'attenzione riposta nella scelta dell'esplosivo e l'importanza delle cariche concentrate (100-200 kg), la previsione di un effetto negativo delle mine in questo tipo di roccia, scontata in partenza, venne confermata dal risultato insoddisfacente della volata.

L'impiego di uno scraper per l'asportazione di successive fette del banco di limi, oltre a risultare di produzione oraria molto ridotta per le difficoltà di svuotamento della benna, parve di troppo onerosa realizzazione, se esteso all'ambito dell'intero banco di roccia plastica.

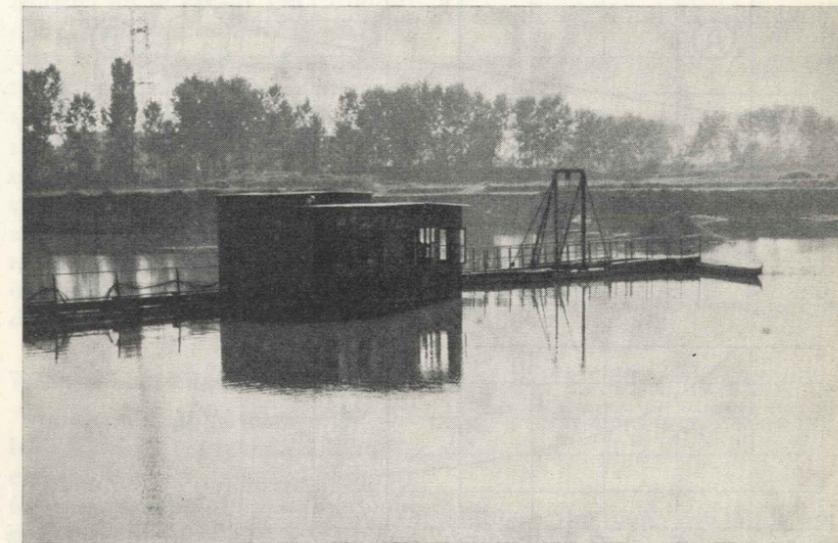


Fig. 1 - Impianto di draga a suzione su natante.

Nè ebbe migliore esito un saggio di applicazione di una testa fresante (costituita di due gusci rotanti a circa 30 giri/minuto, in senso contrario, mossi da motori idraulici connessi con una centralina oleodinamica situata nella cabina di comando dell'impianto), disposta sulla testa del pescante di aspirazione della draga a suzione. Sebbene l'esperimento non porti ad escludere aprioristicamente la possibilità di riuscita di altre attuazioni di escavazione meccanica, a prescindere dagli inevitabili inconvenienti di usura degli organi mobili e della conseguente necessità di sostituzione di parti, nel caso particolare le prove — eseguite con un prototipo proposto da un'importante ditta — misero in luce una discreta perdita di rendimento dell'aspirazione della draga, anche quando funzionante su roccia sciolta, per l'ingombro opposto dalle lame fresanti presso l'imboccatura del pescante d'aspirazione e per il suo necessario mag-

giore distanziamento dal fondo, oltrechè per l'irregolarità della forma dell'apertura di aspirazione della torbida e la conseguente maggior caduta di pressione all'ingresso e maggior irregolarità della corrente fluida trascinante i grani solidi. D'altra parte, anche lavorando su rocce argillose e

marnose, l'installazione, piuttosto macchinosa ed onerosa, non fornì i risultati sperati.

A questo punto, per suggerimento degli Aa., vennero iniziate prove sul comportamento della roccia limosa all'abbattimento idraulico, facilmente accoppiabile all'estrazione idraulica: a tale tipo di abbattimento, per quanto concerneva le rocce plastiche, si intendeva richiedere — piuttosto che la totale sospensione dei fini elementi argillosi — il taglio dei relativi banchi in blocchi di dimensioni dell'ordine di parecchi centimetri, facilmente eliminabili sui vagli di testa dell'impianto di classificazione. In tal modo l'azione dell'abbattimento idraulico doveva risultare essenzialmente in un sezionamento degli strati limosi assai meno spinto di quello ottenibile con i mezzi meccanici.

Ai saggi sperimentali venne anteposto un esame degli elementi che la letteratura tecnica — peraltro assai limitata sull'argomento specifico — poteva offrire in rap-

porto all'utilizzazione della perforazione a getto. Le caratteristiche che la letteratura tecnica e le prove di laboratorio consentirono di indagare sono essenzialmente le seguenti:

1) potere penetrante dei getti subacquei;

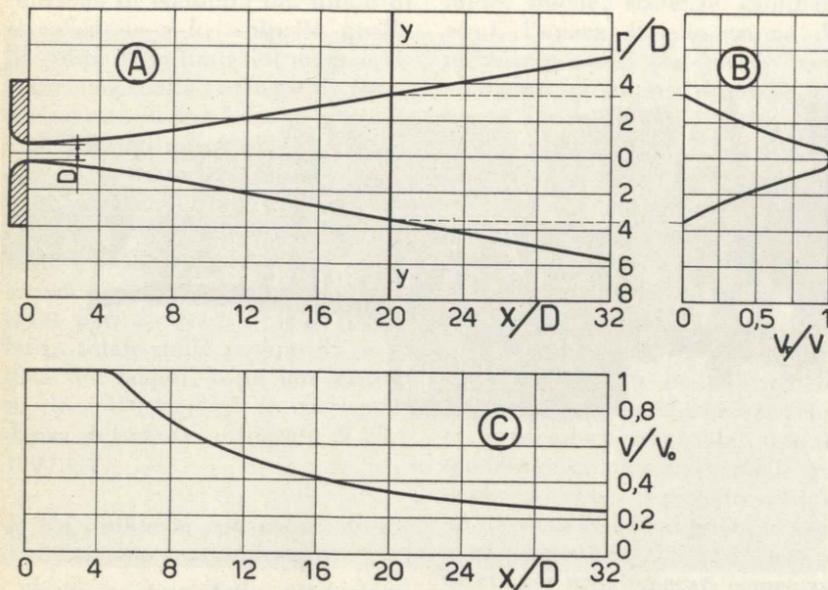


Fig. 2 - Caratteristiche di un getto liberamente effluente in acqua: A=zona limite influenzata dal getto; B=diagramma delle velocità relative in una sezione trasversale yy; C=diagramma delle velocità lungo il filone, riferite alla velocità di iniezione v_0 .

2) velocità e potenze dei getti necessarie per l'abbattimento di rocce marnose plastiche e conseguenti caratteristiche operative dell'installazione di scavo idraulico;

3) dettagli sull'ubicazione ottima degli ugelli e sulla distanza dall'emissione del getto al fronte di roccia.

Pertanto la descrizione dell'attuazione industriale installata verrà fatta precedere da un esame singolo dei punti precedenti, integrato dal resoconto sui risultati di taluni saggi sperimentali sommarî.

6) Meccanica dello smorzamento di un getto liquido sommerso.

Mentre in un mezzo aeriforme la velocità di un getto liquido liberamente effluente non subisce riduzioni sensibili per lunghezze dell'ordine di molte centinaia di volte il relativo diametro, purchè

il getto stesso sia convenientemente prodotto da un ugello calibrato e soprattutto se tale ugello è costituito da un imbocco conico di ridotta apertura, di raccordo tra il tubo d'alimentazione ed il foro d'efflusso, in mezzo liquido la potenza del getto si disperde più ra-

pidamente lungo il suo percorso, in quanto — in presenza di un fluido avente densità circa 800 volte maggiore — la resistenza alla penetrazione, in regime turbolento, è corrispondentemente incrementata, mentre la formazione di vortici e la trasmissione di energia ad altre porzioni del fluido circostante determina rapide riduzioni dell'energia cinetica dell'unità di volume e della corrispondente pressione dinamica sfruttabile agli effetti dell'abbattimento.

Se si ammette una forma iperbolica del diagramma delle velocità nelle varie sezioni normali del getto sommerso, risulterebbe, secondo FORSTALL e GAYLORD (10), una variazione della velocità media, sull'asse del getto, definita da:

$$v = v_0 \cdot \alpha \cdot \frac{D}{x} \quad (a),$$

ove:

v è la velocità sull'asse del getto alle varie progressive x ,

v_0 la velocità d'efflusso,

α una costante dipendente dal tipo di fluido circostante (pari a 6,2 per l'efflusso libero di un getto di acqua in acqua),

D il diametro dell'ugello,

x la distanza progressiva dal foro di efflusso, misurata lungo l'asse dell'ugello.

Relazioni analoghe sarebbero valide per i valori di velocità media del fluido alle varie distanze progressive x .

Conseguentemente, la potenza dinamica del getto P , alle varie progressive, limitatamente ad una area di passaggio del fluido pari alla sezione di efflusso, risulterebbe definita da:

$$P = \alpha^2 \beta \left(\frac{D}{x}\right)^3 P_0, \quad (b)$$

con P_0 = potenza totale del getto all'origine,

β = costante sperimentale, dipendente dal fluido e dalla geometria del getto.

Diversamente trascrivendo l'ultima relazione ed introducendovi la densità del fluido ρ , la caduta di pressione nell'ugello (Δp) ed il relativo coefficiente d'efflusso γ , si ricava ancora la relazione:

$$P = \frac{\pi}{4} \alpha^2 \beta \gamma \left(\frac{2}{\rho}\right)^{1/2} \frac{D^5}{x^3} \cdot \Delta p^{3/2} \quad (c),$$

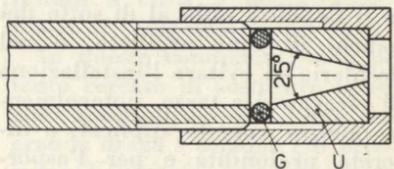


Fig. 3 - Dettaglio di un ugello per prove sperimentali. U = ugello intercambiabile; G = guarnizione.

che esplicita l'influenza dei parametri operativi dell'installazione sulla potenza complessiva del getto alle varie progressive.

Una conferma sperimentale di queste relazioni sarebbe stata ottenuta dagli Aa. precitati sia con misure di velocità a varie distanze dalla bocca di emissione, sull'asse ed a varie distanze dall'as-

se, sia con misure elettrolitiche di concentrazioni saline in analoghe posizioni, immettendo acqua dolce in una vasca contenente una soluzione salina (con l'1 % di cloruro di sodio) e misurando le variazioni di concentrazione di sale nell'acqua alle varie distanze dall'ugello d'immissione.

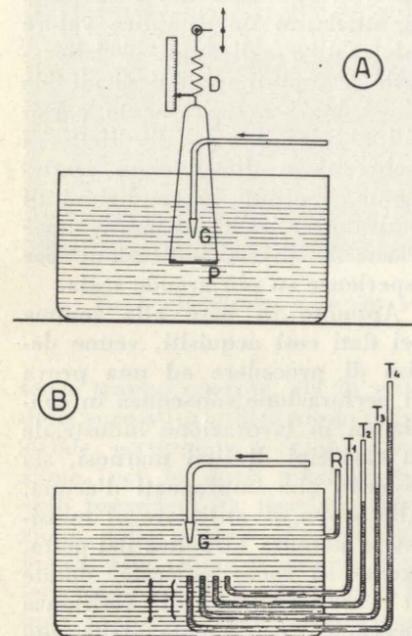


Fig. 4 - Apparato sperimentale per la misura di forze (A) e di pressioni dinamiche (B) di un getto. G = getto; D = dinamometro; P = piatto; R = indicatore di livello; T = tubi piezometrici.

La fig. 2 determina sia la zona limite influenzata dal getto (A: zona di velocità nulla del liquido e corrispondente zona limite del cono di liquido a concentrazione salina alterata), sia i diagrammi delle velocità (B: distribuzione delle velocità, riferite al valore massimo sull'asse del getto, in una generica sezione normale del getto; C: variazione della velocità lungo il filone, riferita al valore massimo dell'efflusso). Si confermerebbe in tal modo per via sperimentale che la variazione della velocità massima del fluido nelle varie sezioni trasversali corrisponde ad un andamento iperbolico.

Si notano in quest'ultimo diagramma decrementi appena sensibili della velocità massima sino a distanze dell'ordine di sei volte il diametro del foro di efflusso; successivamente, mentre l'area d'influenza del getto si amplia con

legge pressochè quadratica, le velocità massime decrescono con legge iperbolica, al tempo stesso in cui i diagrammi delle velocità fanno risultare maggiormente gli scarti tra la punta massima centrale ed i valori della corona circostante. Corrispondentemente la potenza globale del getto alle varie distanze, intesa come proporzionale all'integrale dei prodotti delle aree elementari di circolazione del fluido per la terza potenza della velocità, va decrescendo, ma non nella sensibile ragione definita dalla formula (c), la quale è invece espressione di misura della variazione della potenza residua del getto su un'area elementare costante, corrispondente alla sola sezione del foro di efflusso.

7) Saggi sperimentali.

Una conferma sperimentale delle espressioni precedenti è stata ricercata con un semplice dispositivo sperimentale, costituito da una serie di ugelli, del diametro di 0,7 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 mm, connessi con un serbatoio permettente l'alimentazione d'acqua sotto carichi raggiungenti 7 kg/cm², in quanto collegato con una rete di distribuzione dell'aria compressa a pressione costante e regolabile. Dettaglio di uno di tali ugelli è dato in fig. 3.

Sotto agli ugelli, disposti verticalmente entro una vasca di conveniente capacità, furono piazzati separatamente piattelli di vario diametro, connessi con un dinamometro, per la misura della forza dinamica globale del getto alle differenti distanze del foro di emissione, nonché tubicini piezometrici, per la misura delle pressioni dinamiche e della distribuzione delle velocità in prossimità degli ugelli stessi. L'apparecchiatura sperimentale è schematizzata in fig. 4 A e B, rispettivamente per il caso delle misure di forze dinamiche globali e di pressioni dinamiche.

Le difficoltà della sperimentazione risultarono notevoli, e soprattutto rapportabili all'impossibilità di riprodurre condizioni di similitudine nella scabrezza delle

pareti degli ugelli, quando questi abbiano dimensioni molto limitate, come nel caso in esame. Restringendo pertanto le considerazioni conseguenti al piano qualitativo, si poté tuttavia dedurre una conferma delle osservazioni preventivamente esposte in base all'esame delle esperienze di FOR-

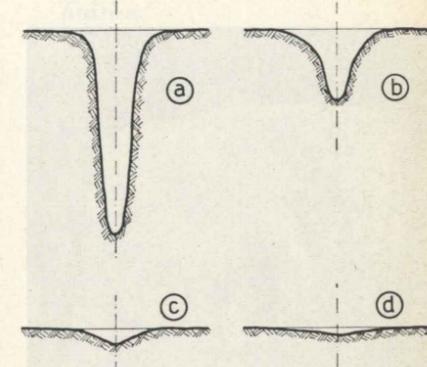


Fig. 5 - Configurazione degli scavi prodotti da un getto su limo plastico (scala 6:1). Getto sommerso di diametro mm 3, agente sotto pressione, di 3,5 kg/cm², a distanza di mm 15 (a), 20 (b); 25 (c); 30 (d).

STALL e GAYLORD, con l'aggiunta delle limitazioni particolari seguenti:

1) la forma e la dimensione dell'ugello hanno importanza notevole agli effetti della configurazione del diagramma delle velocità all'uscita e conseguentemente di tutta l'ulteriore distribuzione delle velocità e del potere penetrante dei getti stessi; non si possono pertanto riscontrare condizioni di effettiva similitudine geometrica nel meccanismo dello smorzamento di getti di vario diametro, almeno entro il campo di variazione esplorato per questi ultimi;

2) la conferma dei valori sperimentali citati dalla letteratura, valida per ugelli a forma di boccaglio, è verificata pure per raccordi conici aventi apertura di 25° circa; per ugelli a raccordo conico a più debole apertura si nota una miglior conservazione delle velocità assiali massime, mentre per getti emessi da fori non calibrati lo smorzamento è invece assai più elevato.

3) la forma del diagramma che definisce la velocità in punti

diversi dall'asse in una sezione ortogonale al getto non è costante, ma vi si nota una progressiva sfumatura tra l'aspetto caratteristico per il flusso in tubi chiusi, in prossimità assoluta del foro di efflusso, a quello indicato nell'esempio di fig. 4 B (alla distanza, nel caso particolare, di 24 volte il dia-



Fig. 6 - Risultato di una prova di perforazione a getto su limo compatto.

metro del foro), dapprima aumentando e successivamente smorzando il massimo relativo corrispondente al filone centrale;

4) si verifica con buona approssimazione la costanza della forza dinamica globale del getto, su superficie circolari ortogonali al relativo asse aventi un diametro di circa 100 volte il diametro del foro d'efflusso, sino a distanze dello stesso ordine di grandezza.

8) Considerazioni sulla potenza necessaria per l'abbattimento idraulico.

L'elaborazione delle considerazioni sui dati sperimentali precedentemente riferiti porta a concludere che, in linea di massima, la velocità massima del getto liberamente effluente in acqua rimane costante sino a distanze dell'ordine di 6-10 volte il diametro del foro di efflusso, a seconda della forma dell'ugello; successiva-

mente, mentre l'area di azione della corrente fluida cresce con la seconda potenza della distanza, le pressioni dinamiche decrescono rapidamente sia lungo il filone che — a maggior ragione — fuori dell'asse, cosicché ancor più rapidamente decrescono le potenze specifiche (riferite all'unità di superficie) utilizzabili agli effetti della demolizione della roccia.

D'altra parte, agli effetti della pratica utilizzazione della stessa potenza per la disaggregazione della roccia, solo una quota dell'energia del getto può ritenersi utilmente disponibile: in particolare quella che supera un valore specifico corrispondente all'erosione del materiale; una misura dell'effetto utile del getto si può allora desumere più praticamente in base alla quantità di roccia disgregata nell'unità di tempo. Una esperienza condotta utilizzando un getto sgorgante da un foro del diametro di 3 mm, sotto carico di 35 metri d'acqua, lavorante su un limo plastico, ha fatto ad esempio riscontrare in pari tempo (5 secondi) le configurazioni degli scavi risultanti dalla fig. 5 (a, b, c, d, rispettivamente per distanze dell'ugello dalla roccia di 15, 20, 25, 30 mm, con rapporti volumetrici tra le quantità di roccia abbattuta pari ad 1: 0,60: 0,28: 0,11).

L'impossibilità di astrarre da fenomeni secondari (diversa plastificazione superficiale dei componenti argillosi in funzione della velocità di progressione del foro; effetto di abrasione esercitato dal-

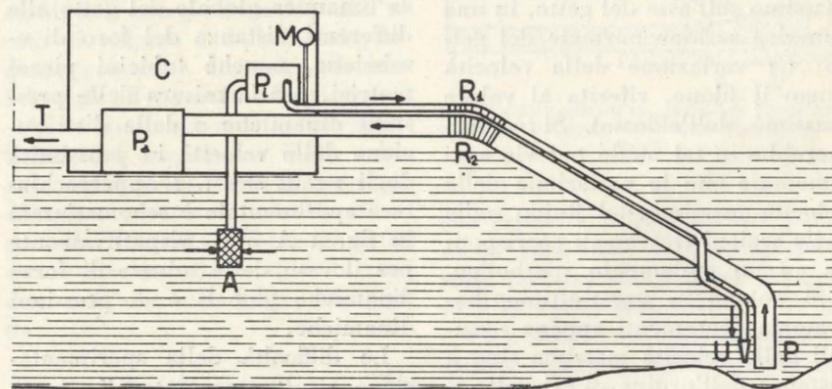


Fig. 7 - Schema operativo di un getto accoppiato a draga a suzione su natante. P=pescante di aspirazione; Pa=pompa di aspirazione; T=tubazione di mandata della draga; U=ugello d'iniezione; Pi=pompa d'iniezione; M=manometro; A=filtro; R=raccordi flessibili; C=cabina di comando.

le porzioni più grossolane di limo presente con gli idrosilicati, con formazione di una vera e propria torbida con i grani dispersi; interferenza tra la corrente del getto e la corrente di ritorno, sensibile soprattutto nel caso di fori rapidamente molto incassati, corrispondenti ad esempio ai casi di fig. 5 a, b) consiglia d'altra parte di attribuire un semplice valore informativo agli studi di laboratorio, compiuti su getti di piccole dimensioni, maggiormente sensibili ai piccoli e locali difetti di scabrosità e difficilmente esattamente ripetibili in condizioni di similitudine idrodinamica, per trarne le prime indicazioni per esperienze su più grande scala.

Appunto in base alla somma dei dati così acquisiti, venne deciso di procedere ad una prova di perforazione subacquea in condizioni di lavorazione industriale su vari tipi di limi marnosi, sia essiccati che impregnati d'acqua. Allo scopo di utilizzare al massimo la potenza idraulica del getto, agente su rocce essiccate, dotate di caratteristiche di resistenza meccanica certamente delle più elevate tra quelle delle marne per cui era prevista l'utilizzazione definitiva del metodo, si preferì impiegare prevalenze piuttosto elevate (nel caso particolare, pari a 20 kg/cm²), assicurando comunque pressioni dinamiche massime di qualche atmosfera sino a distanze pari ad una decina di volte il foro di efflusso. Le portate vennero ridotte per quanto possibile, sia per evitare l'impegno di po-

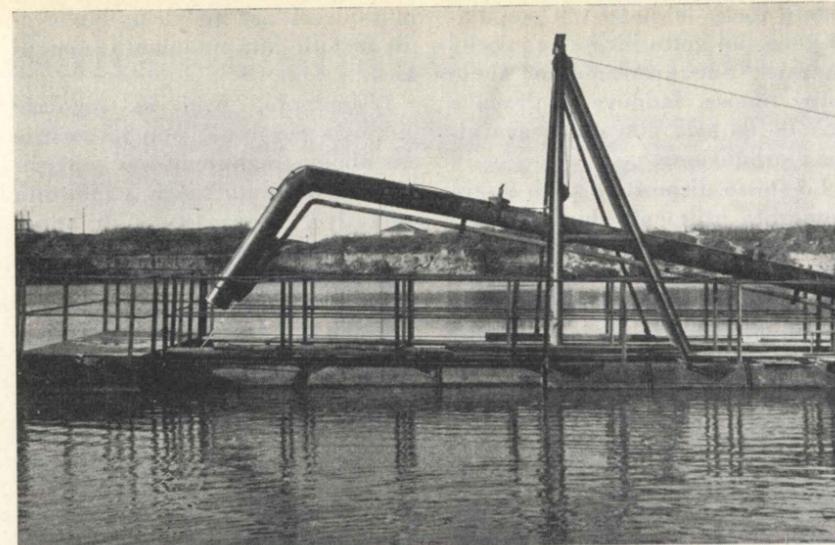


Fig. 8 - Installazione di un getto presso il pescante di suzione di una draga.

tenze troppo onerose, sia in vista della successiva utilizzazione industriale, accoppiata a draghe a suzione, per le quali avrebbe dovuto prevedersi la massima riduzione della portata d'acqua immessa, allo scopo di ridurre l'interferenza con la corrente di torbida aspirata. Saggi vennero così compiuti con una lancia antincendio, emettente una portata di circa 5 dm³/s da un foro del diametro di 10 mm, sotto pressione utile di circa 20 kg/cm².

L'utilità dell'impiego di un solo getto (piuttosto che di più getti di minor diametro, smaltenti la stessa portata) risultò evidente nel caso particolare, considerando la necessità di poter variare in sede applicativa la distanza tra la lancia ed il fondale roccioso almeno sino a 20 cm: in tal caso il rapporto tra la distanza predetta ed il diametro dell'ugello risultava comunque minore di 20, in condizioni conseguenti di una limitata dispersione e sfrangiatura per vortici della corrente fluida. Adottando una distanza frontale di 20 centimetri, si realizzarono asportazioni di roccia essiccata dell'ordine di 0,3-0,4 dm³/s (2 ÷ 3 t/h) e di roccia umida, plastificata, dell'ordine di 1-1,5 dm³/s (7 ÷ 10 t/h). La fig. 6 rappresenta, ad esempio, la configurazione risultante in un blocco di limo argilloso, in cui il predetto getto ha

agito per 10 secondi con distanza frontale di 20 cm (roccia secca). Tenendo conto del fatto che — agli scopi pratici della realizzazione industriale in istudio — non interessava peraltro aumentare ulteriormente la quantità di roccia abbattuta nell'unità di tempo, sia per la presenza contemporanea delle rocce limose, difficilmente asportabili, e di rocce meno coerenti e del tutto incoerenti, più facilmente asportabili, sia ancora considerando il fatto che i limi non avrebbero necessitato di una completa dispersione in torbida,

ma che era da ritenersi sufficiente il loro taglio e distacco in blocchi anche di dimensioni dell'ordine di 100-200 mm, il problema poteva considerarsi risolto e si iniziò la realizzazione dell'impianto industriale in sede definitiva (3).

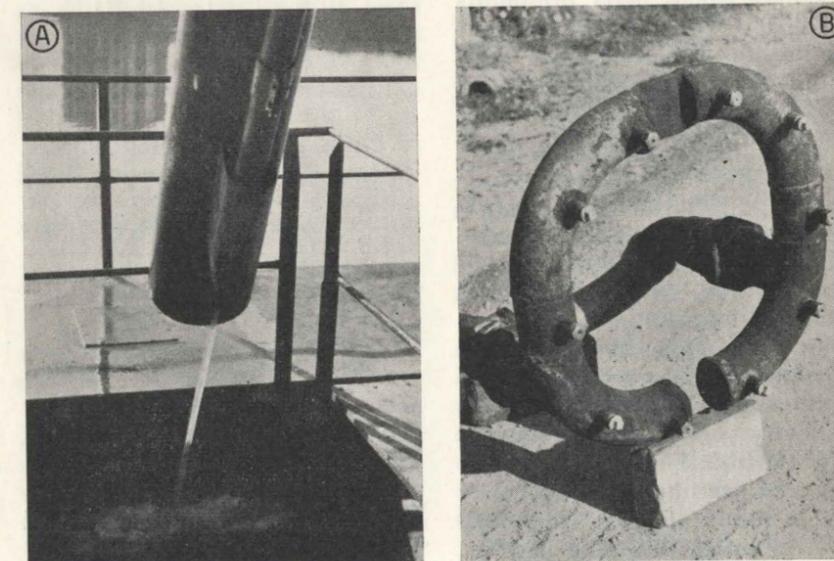
9) La realizzazione industriale definitiva.

In base a quanto è stato esposto, si decise pertanto di installare per l'abbattimento idraulico una pompa da 50 CV, avente una portata di 9 l/s su una prevalenza di 22 kg/cm² effettivi. Tale pompa fu collocata nella centrale di comando dell'impianto, munita di pescante in un'attigua zona tranquilla della cava e collegata agli ugelli, situati presso la bocca di aspirazione della draga, con tubazione da 2"1/2, raccordata con elemento flessibile presso lo snodo del braccio pescante e completata con gli opportuni manometri e saracinesche di regolazione.

La fig. 7 indica uno schema di installazione dell'impianto, accoppiato alla draga a suzione, men-

(3) Per l'applicazione particolare del metodo di scavo e la connessa realizzazione industriale è stata presentata a suo tempo regolare domanda di brevetto, con il titolo «Metodo di scavo a getto idraulico per l'abbattimento subacqueo di banchi di rocce».

Fig. 9 - Lance d'iniezione: A) = singola; B) = multiple.



tre la fig. 8 dà una rappresentazione fotografica del tubo pescante di aspirazione connesso con una lancia d'iniezione.

Particolare cura venne riservata alla progettazione degli ugelli di efflusso (lance), uniti alla tuba-

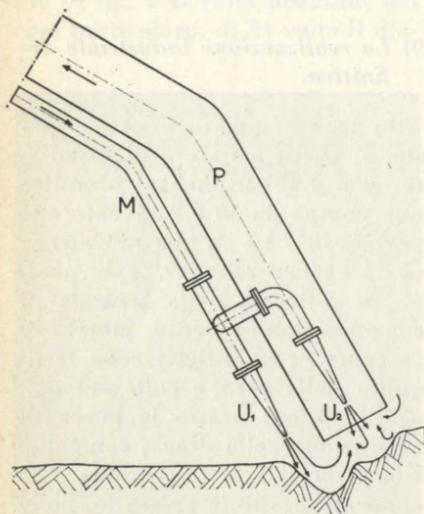


Fig. 10 - Aggruppamento di tre ugelli d'iniezione presso la bocca di suzione di una draga. P=pescante di aspirazione; U=ugelli; M=tubazione di mandata.

zione di mandata con raccordo conico avente semiapertura di 5°. Per l'abbattimento dei banchi di limo più compatto, il miglior effetto fu realizzato adottando un solo ugello del diametro di uscita di 11 mm (foto 9 A) il cui getto — come si ricordò — non risulta sfrangiato né disperso sino a distanze frontali di azione di 20-25 cm, e la cui azione è sufficiente ad intagliare solchi della profondità di 20-30 cm durante il normale movimento di spostamento orizzontale e di sollevamento del tubo pescante, isolando blocchi di limo di 10-20 cm di spigolo, facilmente asportabili dalla draga. Il potente rimescolamento dell'acqua presso il fondale consente comunque — anche durante l'attraversamento delle zone « tufacee » più compatte — una certa miscelazione con ghiaia e sabbia provenienti dalle zone circostanti, garantendo le migliori condizioni per il trasporto idraulico ed evitando qualsiasi ostruzione delle tubazioni per improvvisi accumuli di sola roccia plastica. La produzione di roccia raggiunta dall'im-

pianto toccò le 50-80 t/h con l'adozione del getto idraulico, anche durante l'attraversamento delle coltri limose, laddove la draga a suzione da sola non realizzava alcuna produzione.

Lo stesso dispositivo poté essere impiegato utilmente durante l'abbattimento di rocce totalmente incoerenti, facilitando in questo caso il sommolvimento ed il rimescolamento della roccia, con dispersione in torbida omogenea. In questo caso si sono sperimentati sia ugelli accoppiati, simmetricamente disposti attorno alla bocca di aspirazione (di cui alla figura 10), sia ugelli di piccolo diametro ripartiti su un collettore anulare (di cui al disegno di figura 11 ed alla rappresentazione fotografica di fig. 9 B). Se ne ricavò un aumento di concentrazione di solido nella torbida aspirata ed un conseguente incremento di produzione di roccia, che in qualche caso ha raggiunto e superato le 200 t/h, senza che in alcun caso si sia verificata interferenza tra le correnti di acqua in mandata ed

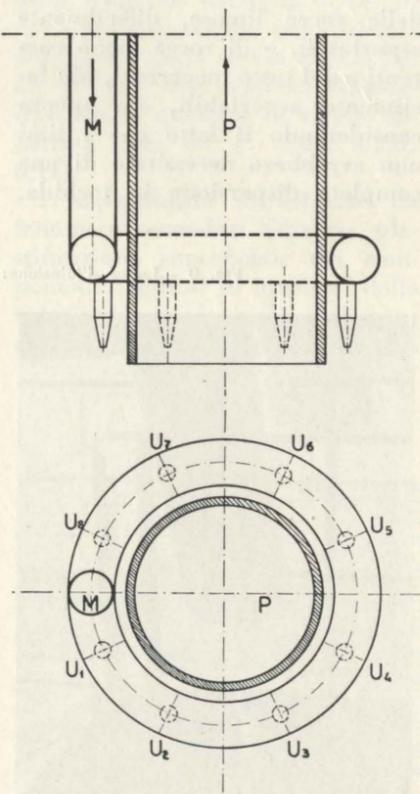


Fig. 11 - Corona di ugelli d'iniezione presso la bocca di suzione di una draga. P=pescante di aspirazione; U=ugelli; M=tubazione di mandata.

in aspirazione, né alcun inconveniente di funzionamento meccanico.

L'impianto, oggi in regolare esercizio continuo, non ha richiesto alcuna manutenzione particolare, né ha dato luogo a difficoltà operative, consentendo di superare su una larga superficie l'ostacolo frapposto dagli strati di limi argillosi estremamente plastici, collanti e — nella loro sede naturale — compatti, alla prosecuzione della coltivazione dei sottostanti banchi di alluvione sciolta.

Giovanni Baldini - Enea Occella

Torino - Istituto di Arte Mineraria del Politecnico.

Torino, 30 settembre 1963.

BIBLIOGRAFIA

- (1) S. V. GRIFFITH, *Alluvial prospecting and mining*, Pergamon, 1960; pagine 150-161.
- (2) E. B. WILSON, *Hydraulic and placer mining*, J. Wiley, 1918; pagg. 56 e 210.
- (3) L. GERBELLA, *Arte Mineraria*, volume II, H. Hoepli, 1960; pagg. 519-520.
- (4) M. H. FREY, *Les essais d'abatage et de transport hydrauliques au fond dans les houillères polonaises*, Rev. Ind. Min., marzo 1958; pag. 216.
- (5) R. PEELE, *Mining Engineers' Handbook*, J. Wiley, 1948; pagg. 9-02.
- (6) C. M. SHIELDS, *The role of platforms for marine drilling and well completion operations*, VI World Petroleum Congress, 1963; II-26-PD5.
- (7) R. S. OUSTERHOUT, *Field application of abrasive-jetting techniques*, Journal of Petroleum Technology, maggio 1961; pag. 413.
- (8) FORREST C. PITTMAN, *Investigation of abrasive-laden-fluid method for perforation and fracture initiation*, Journal of Petroleum Technology, maggio 1961; pagina 489.
- (9) R. W. BROWN, J. L. LOPER, *Theory of formation cutting using the sand erosion process*, Journal of Petroleum Technology, maggio 1961; pag. 483.
- (10) W. FORSTALL, E. W. GAYLORD, *Momentum and mass transfer in a submerged water jet*, Trans. ASME, n. 77, marzo 1955; pag. 161.

Sulla tenuta dei serramenti per l'edilizia

C. CODEGONE - C. LOMBARDI - A. SACCHI, riportano i risultati di una prima serie di determinazioni sperimentali sulla legge di variazione della portata con la differenza di pressione attraverso giunti di modelli di serramenti di vario tipo.

Si riportano i risultati di una prima serie di determinazioni sperimentali riguardanti la legge di variazione della portata con la differenza di pressione attraverso giunti di modelli di serramenti di vario tipo.

Un primo rilievo è stato effettuato su normali serramenti in legno essiccato e stabilizzato, dello spessore di 42 mm, con battute doppie della larghezza di mm 10. Il battente era a rotazione su cerniere normali con chiusura a cremone ad aste metalliche inserite in riscontri a cavallotto muniti di rilucio.

Una seconda misura è stata eseguita su serramenti costruiti con profilati di lega leggera, dello spessore di 55 mm circa, con battute doppie della larghezza di 15 mm rivestite con profilati elastici di tenuta. Il battente era a rotazione su cerniere normali con chiusura a scatto.

Entrambi i modelli sperimentali erano conformi ad alcuni tipi adottati nella moderna edilizia.

Ciascuno dei modelli è stato assicurato a perfetta tenuta alla estremità di un raccordo troncoconico piramidale posto sul condotto di uscita di un gasometro di precisione. Detto gasometro, della capacità di circa 500 litri, è munito di un opportuno contrappeso, montato su di una leva a braccio variabile, atto a correggere la variazione di pressione interna che si produrrebbe durante la discesa o la salita della campana per effetto del diverso grado di immersione delle pareti della campana stessa nell'acqua. Un altro accorgimento e precisamente l'immersione di un solido prismatico che si sposta in senso inverso a quello della campana, assicura la costanza del livello dell'acqua per le varie posizioni di quest'ultima. In tal modo la pressione interna si mantiene con buona approssimazione costante durante tutta la corsa della campana.

Si sono quindi misurati i litri d'aria filtrati attraverso i giunti

dei serramenti in un certo intervallo di tempo ed in corrispondenza a diversi valori della differenza di pressione tra le facce, valori compresi fra 1 e 10 mm di colonna d'acqua. Si sono inoltre rilevati i valori della temperatura e della pressione barometrica. La umidità relativa dell'aria all'uscita dal gasometro è stata assunta del cento per cento.

I risultati ottenuti sono rappresentati nel diagramma di fig. 1 dove per maggior generalità le portate orarie sono riferite al metro di lunghezza media del giunto $m^3/(ora.m)$, e riportate in funzio-

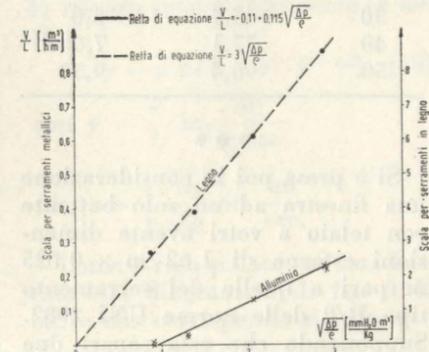


Fig. 1 - Risultati sperimentali.

ne di $\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$ dove Δp è la differenza di pressione tra le due facce del serramento, espressa in mm di colonna d'acqua, e ρ il valor medio della densità dell'aria in kg/m^3 .

Per quanto riguarda i giunti in legno si è verificata la proporzionalità fra la portata e $\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$:

$$\frac{V}{L_m} \approx 3 \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \quad (1)$$

dove L_m è il perimetro medio del giunto.

A titolo di orientamento, poichè ρ è prossimo a $1,2 kg/m^3$, si può dire allora che quando la differenza di pressione giunge ad 1 mm di colonna d'acqua si produce, nel caso esaminato, un flusso intorno a $3 m^3/(ora.m)$.

Per i giunti metallici con battuta guernita in gomma e premuta con una forza pari a 130 N al metro di lunghezza (e cioè circa 13 kgf/m), la portata attraverso una battuta è risultata praticamente nulla per Δp inferiori a circa 1 mm di colonna d'acqua per poi crescere lentamente mantenendosi però sempre dell'ordine di pochi per cento della precedente.

In questo caso la relazione tra portata e differenza di pressione può essere rappresentata in prima approssimazione in una forma binomia del tipo:

$$\frac{V}{L_m} = -a + b \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \quad (2)$$

con $a \approx 0,11$

e $b \approx 0,115$

essendo $\rho(a/b)^2$ il valore di Δp che comincia a produrre un apprezzabile flusso.

Volendo usare il Sistema Internazionale di unità di misura, si esprimerà la Δp in N/m^2 ed a tal fine basterà moltiplicare il numero che dà tale grandezza in millimetri di colonna d'acqua per il valore dell'accelerazione di gravità.

Di conseguenza la $\sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$ verrà ad avere le dimensioni di una velocità e sarà espressa in m/s, mentre il fattore che moltiplica la radice stessa avrà le dimensioni di una lunghezza espressa in m.

Questo fatto suggerisce l'idea di fare comparire in detto fattore il gioco medio del giunto.

Ora, nel caso del serramento in legno, si può pensare che l'aria filtri dapprima attraverso la prima battuta (fig. 2) la quale offre un certo gioco medio δ e, dopo aver percorso a velocità ridotta la zona intermedia tra la prima e la seconda battuta, filtri nuovamente attraverso quest'ultima che presenta in generale il medesimo gioco medio δ .

Se Δp è la caduta di pressione totale, questa si suddivide in due

successive cadute parziali Δp_1 e Δp_2 tali che

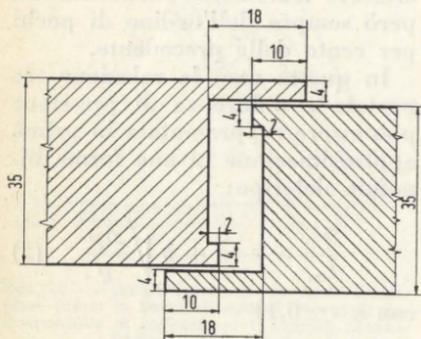
$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 \quad (3)$$

In condizioni di regime si può scrivere

$$v = \alpha \sqrt{2} \delta L_1 \sqrt{\frac{\Delta p_1}{\rho}} \quad (4)$$

$$v = \alpha \sqrt{2} \delta L_2 \sqrt{\frac{\Delta p_2}{\rho}} \quad (5)$$

dove L_1 ed L_2 sono le lunghezze medie delle due battute, α è il coefficiente di efflusso e v è la portata espressa in m^3/s .



Scala 2/1

Fig. 2 - Particolare del giunto in legno.

Dividendo membro a membro e tenendo presente la condizione cui sono legate le Δp si ottiene:

$$v = \alpha \sqrt{2} \delta \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \cdot L_1 L_2 \sqrt{\frac{1}{L_1^2 + L_2^2}} \quad (6)$$

Per L_1 ed L_2 molto prossimi tra di loro si può introdurre un perimetro medio L_m definito da:

$$L_1 L_2 = L_m^2 \quad (7)$$

$$\sqrt{\frac{1}{L_1^2 + L_2^2}} = \sqrt{\frac{1}{2L_m^2}} \quad (8)$$

L'espressione della portata si riduce a:

$$v = \alpha \sqrt{2} \delta L_m \sqrt{\frac{\Delta p}{2\rho}} \quad (9)$$

In generale per un numero n di battute di egual perimetro:

$$v = \alpha \sqrt{2} \delta L_m \sqrt{\frac{\Delta p}{n\rho}} \quad (10)$$

La formula è applicabile nel caso in esame in quanto il valore di L_m differisce di meno del 2% dai valori di L_1 ed L_2 .

Se nella (10) a α si dà, a titolo

di orientamento, il valore 0,6, risulta per δ il valore di circa 0,4 mm.

L'influenza del vento è considerata nella tabella n. 1.

In essa sono riportati i valori calcolati della portata V/L per ogni metro di lunghezza di giunto del tipo considerato al variare della pressione Δp esercitata dalla componente ortogonale c_1 del vento stesso.

TABELLA N. 1

Serramento in legno

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $p_a = 760 \text{ mmHg}$

c_1 Km/ora	Δp N/m ²	$\frac{V}{L}$ m ³ /(ora.m)
10	4,8	1,86
20	19,2	3,7
30	43,4	5,6
40	77,1	7,44
50	96,4	9,33

Si è presa poi in considerazione una finestra ad un solo battente con telaio a vetri avente dimensioni esterne di 1,62 m x 0,625 m pari a quelle del serramento tipo B/2 delle norme UNI 2982. Supponendo che essa separi due ambienti l'uno alla temperatura di -10°C, l'altro alla temperatura di +20°C, entrambe alla pressione barometrica di 760 mm di mer-

curio, si è calcolato il ricambio orario spontaneo tra gli ambienti stessi per effetto del diverso valore che assume in essi la densità dell'aria.

Se si indicano con Z l'altezza e con a la larghezza del telaio a vetri, si può supporre che in condizione di regime la velocità dell'aria e quindi Δp siano nulle in corrispondenza all'altezza $Z/2$.

Lungo i bordi superiore ed inferiore la Δp varrebbe allora:

$$\Delta p = \frac{Z}{2} (\rho_e - \rho_i) g \quad (11)$$

dove ρ_e è la densità dell'aria alla temperatura di -10°C.

ρ_i è la densità dell'aria alla temperatura di +20°C.

g è l'accelerazione di gravità.

Il ricambio lungo questi due tratti di battuta sarebbe espresso da:

$$v = \alpha \sqrt{2} \delta a \sqrt{\frac{Z(\rho_e - \rho_i) g}{4\rho}} \quad (12)$$

Lungo ciascuno dei tratti laterali di lunghezza $Z/2$ si potrebbe invece scrivere:

$$v = \int_0^{Z/2} \alpha \sqrt{2} \delta \sqrt{\frac{z(\rho_e - \rho_i) g}{2\rho}} dz \quad (13)$$

avendo indicato con z l'altezza variabile tra 0 ed $Z/2$; da cui integrando si ottiene:

$$v = \frac{1}{3} \alpha \sqrt{2} \delta Z \sqrt{\frac{Z/2(\rho_e - \rho_i) g}{2\rho}} \quad (14)$$

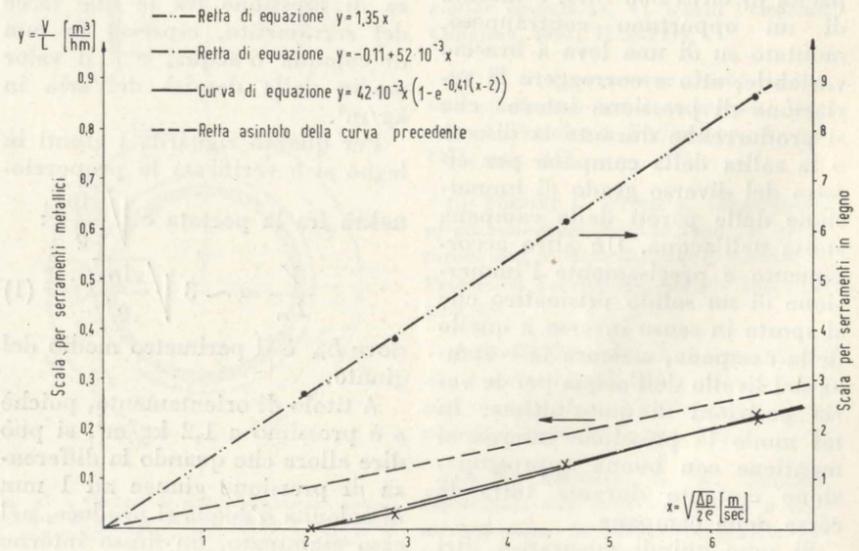


Fig. 3 - Correlazione dei risultati sperimentali.

Introducendo nella (12) e (14) le dimensioni della finestra considerata ed assumendo per $\alpha \sqrt{2} \delta$ il valore di 0,37 mm, si è calcolato un ricambio orario di 1,6 m³/ora circa.

Tale valore di portata non muta al variare della pressione barometrica a cui si trovano i due ambienti considerati.

Infatti a parità di pressione:

$$\frac{\rho_i}{\rho_e} = \frac{T_i}{T_e} \quad (15)$$

Da cui componendo:

$$\frac{\rho_i + \rho_e}{\rho_e} = \frac{T_e + T_i}{T_i} \quad (16)$$

$$\frac{\rho_e + \rho_i}{\rho_i} = \frac{T_i + T_e}{T_e}$$

posti $\rho_i + \rho_e = 2\rho$ e $T_i + T_e = 2T$ si ricava:

$$\rho_e - \rho_i = \frac{\rho}{T} (T_i - T_e)$$

Sostituendo nelle (12) e (14) questo valore di $\rho_e - \rho_i$ si vede che la portata volumetrica oraria non dipende dalla pressione barometrica ma solo dalla differenza di temperatura.

Varia invece con la pressione e quindi con l'altitudine, la portata massica. La tabella n. 2 dà appunto i valori della portata massica attraverso la finestra considerata a diverse quote sul livello del mare e nelle stesse condizioni di temperatura indicate più sopra.

TABELLA N. 2

Serramento in legno ad un solo battente con telaio a vetri delle dimensioni eguali a quelle del serramento tipo B/2 delle Norme

UNI 2982.

Quota	Pressione barometrica (in aria tipo) mmHg	ρ a +5 °C kg/m ³	$M = V \rho$ kg/ora
0	760	1,268	2
500	715	1,196	1,88
1000	674	1,125	1,77
1500	634	1,059	1,67
2000	596	0,996	1,57
2500	560	0,935	1,47
3000	525,8	0,887	1,40

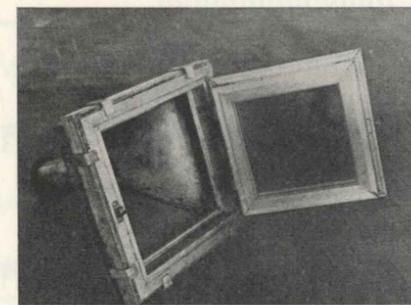


Fig. 4 - Telaio metallico sperimentato.

Per quanto riguarda il serramento in alluminio si può pensare che il passaggio dell'aria avvenga nel modo descritto per il serramento in legno con la sola differenza che il gioco medio lungo ciascuna battuta non è più una grandezza costante ma aumenta con l'aumentare della forza che agisce sulla linguetta in gomma di tenuta.

Esisterebbe quindi una prevalenza limite che deforma la gomma sino a provocare l'apertura di una piccola fessura.

Quest'ultima andrebbe a mano a mano aumentando di ampiezza con il crescere di Δp sino ad arrivare ad un δ massimo costante per prevalenze elevate.

L'equazione che soddisfa alle condizioni ai limiti ed il cui andamento, per $\Delta p > \Delta p_0$, si accorderebbe sufficientemente con quello trovato sperimentalmente, è del tipo:

$$y = \beta x (1 - e^{-\gamma(x-x_0)}) \quad (18)$$

$$\text{con } y = \frac{V}{L} \text{ in } \frac{m^3}{\text{sec.m}}$$

$$\text{ed } x = \sqrt{\frac{\Delta p}{2\rho}} \text{ in } \frac{m}{\text{sec.}}$$

Come è reso palese per una battuta dal diagramma di fig. 3 la curva che corrisponde ai valori:

$$\beta = 11,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\gamma = 0,41 \text{ s/m}$$

$$x_0 = 2 \text{ m/s e cioè } \Delta p_0 = 10 \text{ N/m}^2$$

sembra sufficientemente approssimata nei riguardi dei punti sperimentali.

Se si esprimono le V in m³/h risulta:

$$\beta = 42 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

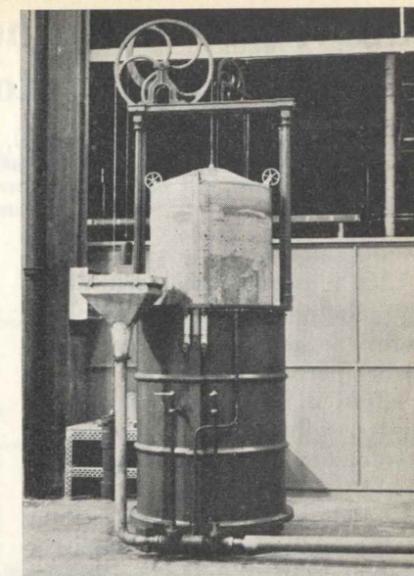


Fig. 5 - Gasometro impiegato nelle prove.

Con un semplice calcolo si vede quindi dalla formula (11) che, per serramenti di alluminio con battuta guarnita di profilati elastici di tenuta separanti due ambienti a diversa temperatura, sarebbe necessaria una differenza tra i valori di quest'ultima dell'ordine di 270°C perchè avesse inizio un piccolo ricambio.

L'influenza del vento è considerata nella tabella n. 3. In essa sono riportati i valori calcolati della portata V/L di quest'ultimo tipo di serramento al variare della pressione Δp esercitata dalla componente ortogonale c_1 del vento stesso.

TABELLA N. 3

Serramento metallico a 1 battuta

$\rho_m = 1,25 \text{ kg/m}^3$ $\rho_a = 760 \text{ mmHg}$

c_1 km/ora	Δp N/m ²	$\frac{V}{L}$ m ³ /(ora.m)
10	4,8	0
20	19,2	0,032
30	43,4	0,103
40	77,1	0,179
50	96,4	0,214

C. Codegone - C. Lombardi - A. Sacchi

Rilievi di elettroencefalogrammi su soggetti il cui capo è sollecitato da vibrazioni meccaniche (1)

C. BORDONE-SACERDOTE, G. JONA e G. G. SACERDOTE illustrano alcuni esempi di rilievi elettroencefalografici su soggetti normali, eseguiti durante sollecitazione vibratoria della fronte del soggetto. In alcuni casi, si è osservata un'alterazione del ritmo α , particolarmente sensibile quando la sollecitazione vibratoria ha frequenze vicine a quelle del ritmo.

1. Si è eseguita una serie di rilievi elettroencefalografici su numerosi soggetti di età giovane e media, per esaminare gli eventuali effetti di una sollecitazione di carattere vibratorio a frequenze relativamente basse osservabili con questo tipo di rilievo.

Le determinazioni E.E.G. sono state eseguite con una apparecchiatura EDISWAN: il soggetto è sistemato in un ambiente acusticamente isolato e, salvo indicazione contraria, al buio e con occhi chiusi. Il soggetto è seduto entro una gabbia schermante a rete metallica. La sollecitazione meccanica è applicata al capo e prodotta da un vibratore elettrodinamico alimentato a sua volta con un oscillatore di frequenza variabile e nota, con la possibilità di variare l'ampiezza della sollecitazione.

La forza che sollecita il capo viene misurata e controllata attraverso la tensione elettrica prodotta ai capi di un elemento piezoelettrico posto in modo opportuno sull'elemento vibrante.

La tensione piezoelettrica, che è proporzionale alla forza applicata, viene registrata da una delle penne dell'elettroencefalografo.

In genere i rilievi sono fatti appoggiando la fronte all'elemento vibrante; le regioni esaminate sono quelle fronto-parietale e quella parieto-occipitale, mediante due derivazioni fronto-parietale e fronto-occipitale.

2. I rilievi eseguiti si sono presentati molto variabili da individuo a individuo e nello stesso individuo.

Nostra preoccupazione è stata di esaminare possibili cause di

perturbazione atte ad alterare la corretta registrazione dell'evento bio-elettrico cerebrale. Una prima causa di errore può essere dovuta ad un effetto di contatto degli elettrodi, i quali vibrando possono determinare forze elettromotrici di contatto che vengono rilevate come tensioni alternate aventi

la stessa frequenza della vibrazione impressa.

Diverse prove, con gli stessi elettrodi applicati a parti del corpo quali sterno, tibia e via dicendo, poste a loro volta in vibrazione con lo stesso sistema, non hanno consentito di rilevare altro che i caratteristici potenziali di

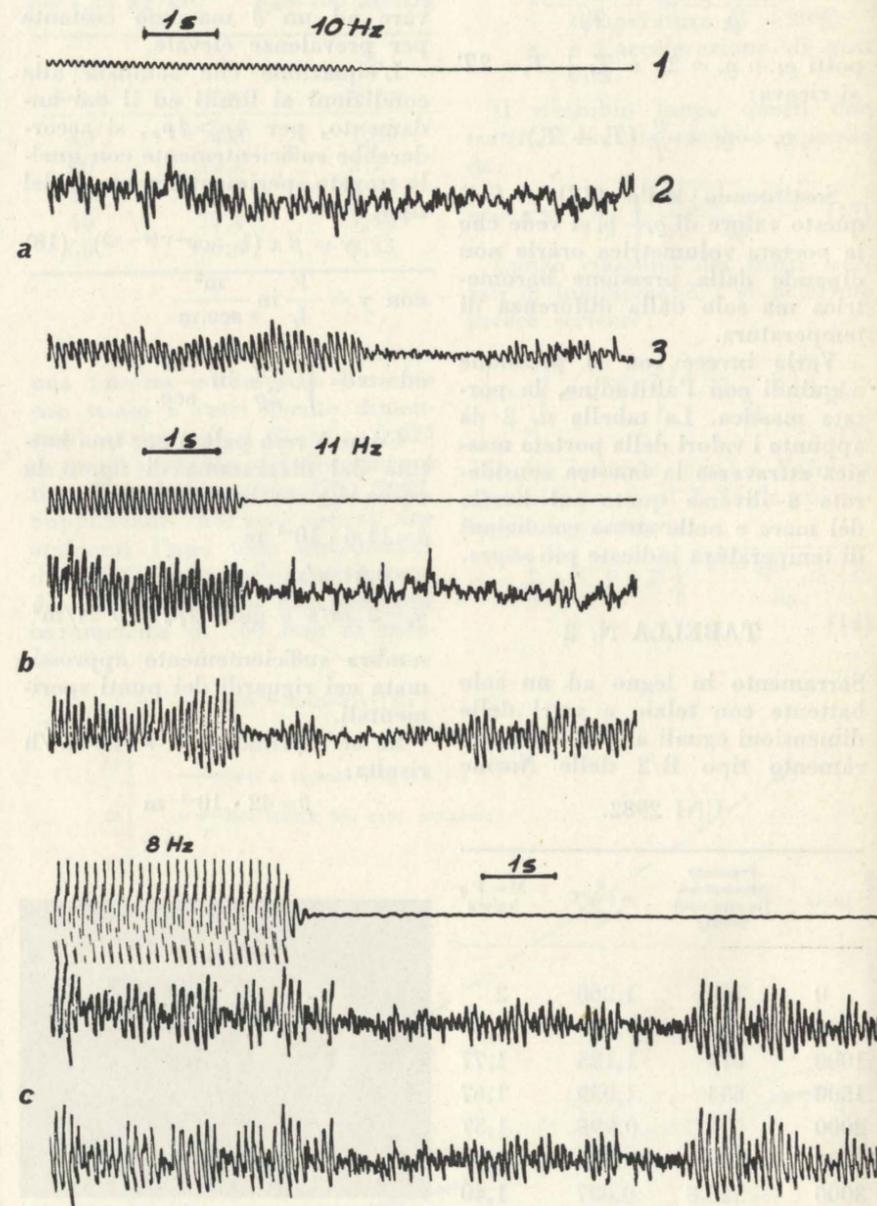


Fig. 1 - Esaltazione del ritmo alla derivazione fronto-parietale (a e b) ed arresto temporaneo (reazione di arresto) al termine della stimolazione per soggetti diversi di circa 32 anni.

(1) Ricerca eseguita con l'appoggio finanziario della C.E.C.A. (Communauté Européenne Charbon et Acier) presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale di Torino.

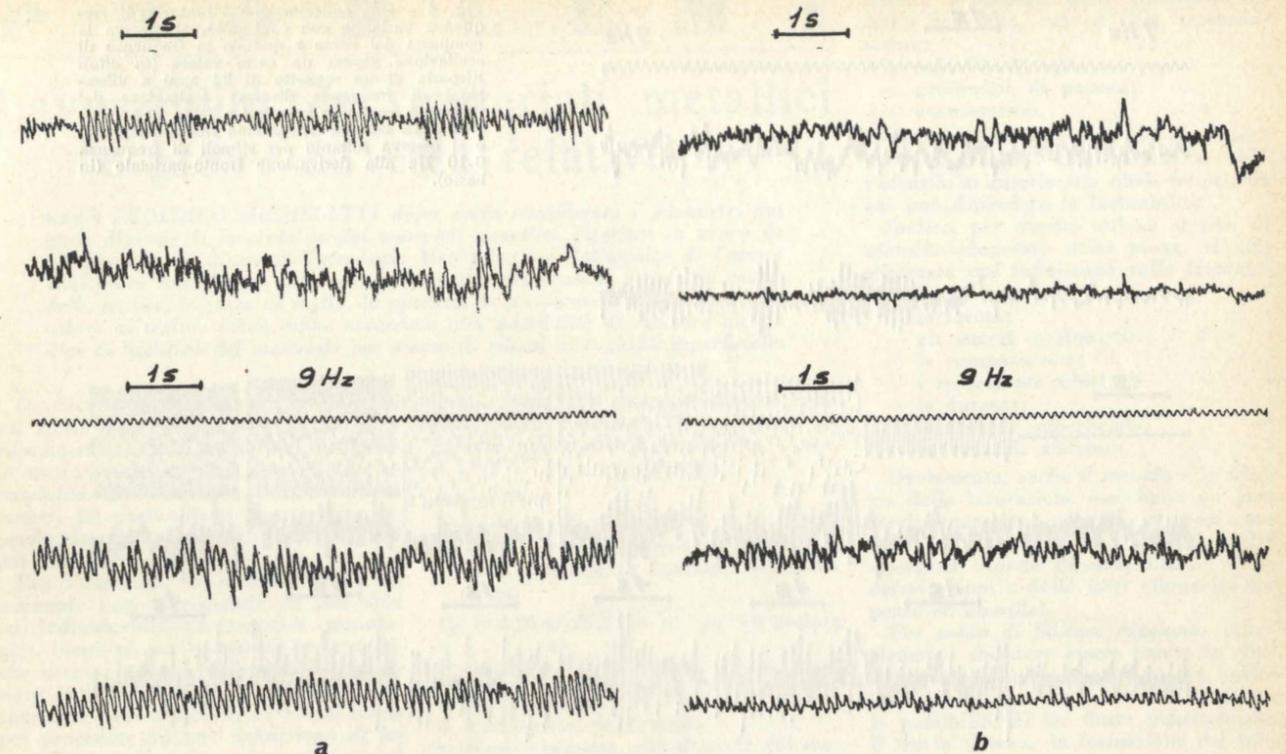


Fig. 2 - Esaltazione del ritmo in ambedue le derivazioni per due soggetti a, b di circa 30 anni: in alto il tracciato corrispondente ad assenza di stimolazione vibratoria.

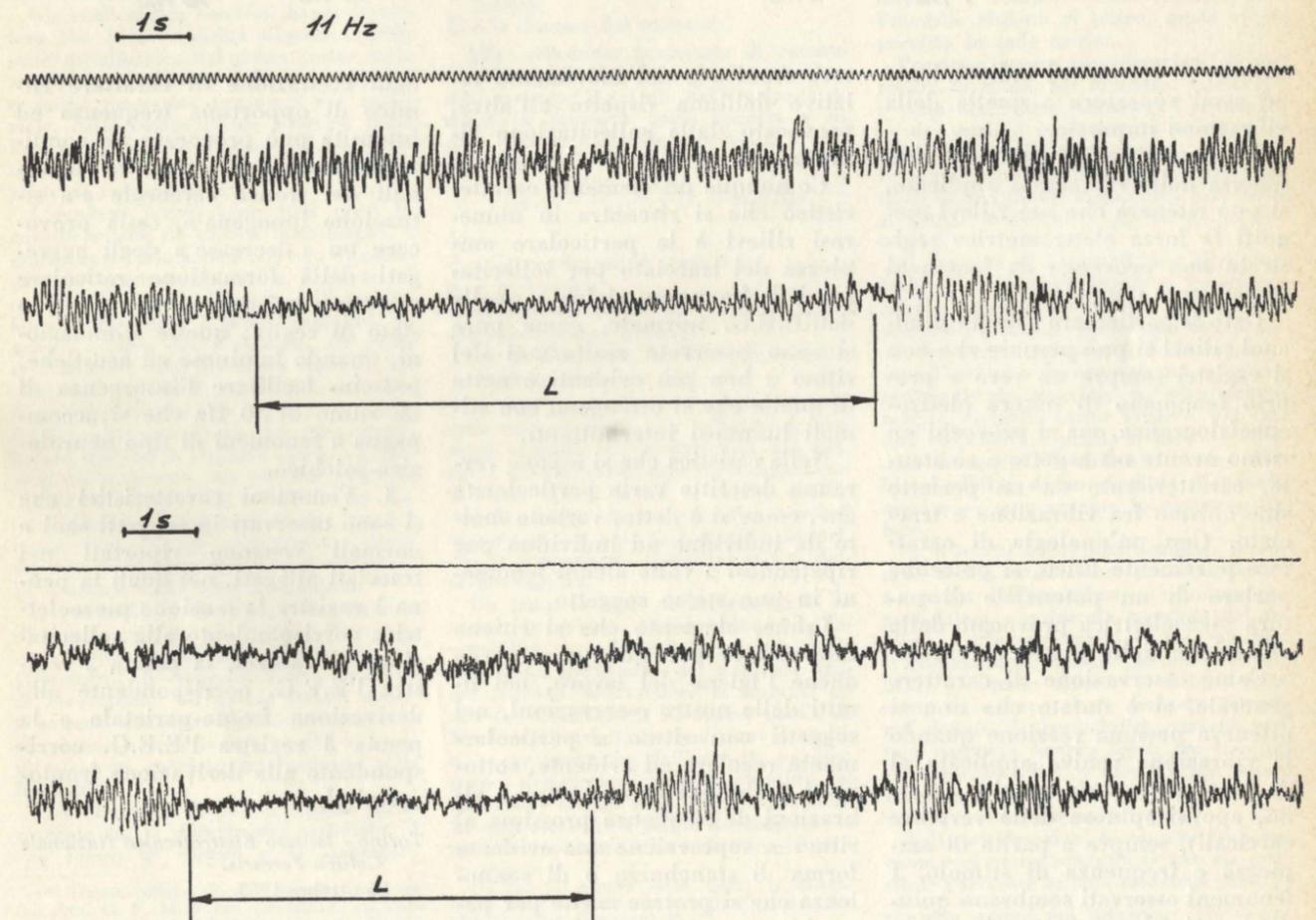


Fig. 3 - Effetto di una stimolazione luminosa, sia in assenza di stimolazione vibratoria (in basso), sia in presenza di questa nello stesso soggetto (32 anni).

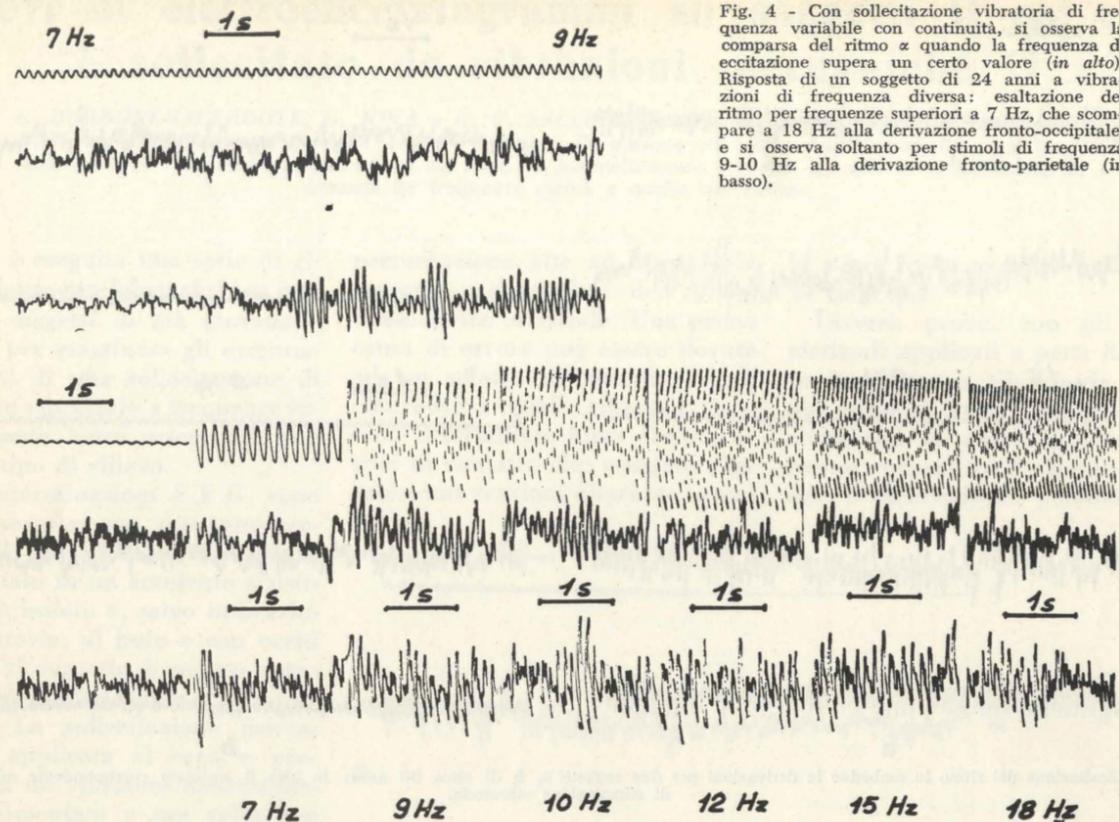


Fig. 4 - Con sollecitazione vibratoria di frequenza variabile con continuità, si osserva la comparsa del ritmo α quando la frequenza di eccitazione supera un certo valore (in alto). Risposta di un soggetto di 24 anni a vibrazioni di frequenza diversa: esaltazione del ritmo per frequenze superiori a 7 Hz, che scompare a 18 Hz alla derivazione fronto-occipitale, e si osserva soltanto per stimoli di frequenza 9-10 Hz alla derivazione fronto-parietale (in basso).

azione, di frequenza indipendente ed assai superiore a quella della vibrazione impressa.

Tenuto conto del campo di frequenza delle vibrazioni applicate, si può ritenere che nei rilievi eseguiti la forza elettromotrice registrata non provenga da fenomeni di carattere muscolare.

Dato il particolare aspetto di alcuni rilievi si può pensare che non si registri sempre un vero e proprio fenomeno di natura elettroencefalografica, ma si provochi un ritmo avente un aspetto a sè stante, caratterizzato da un perfetto sincronismo fra vibrazione e tracciato. Con un'analogia di carattere puramente fisico, si potrebbe parlare di un potenziale di natura piezoelettrica provocato dalla vibrazione della massa cerebrale.

Come osservazione di carattere generale, si è notato che non si otteneva nessuna reazione quando la vibrazione veniva applicata al di fuori della teca cranica (sterno, apofisi spinosa delle vertebre cervicali), sempre a parità di ampiezza e frequenza di stimolo. I fenomeni osservati sembrano quindi dovuti ad uno stato vibratorio o della massa cerebrale, o della

teca cranica o del movimento relativo dell'una rispetto all'altra, provocato dalla sollecitazione vibratoria.

Comunque un elemento caratteristico che si riscontra in numerosi rilievi è la particolare ampiezza del tracciato per sollecitazioni di frequenze vicine a quelle dell'E.E.G. normale, come pure si sono osservate esaltazioni del ritmo α ben più evidenti e nette di quelle che si ottengono con stimoli luminosi intermittenti.

Nella casistica che si espone verranno descritte varie particolarità che, come si è detto, variano molto da individuo ad individuo pur ripetendosi a volte alcuni fenomeni in uno stesso soggetto.

Infine, elemento che si ritiene interessante per quanto riguarda anche l'igiene del lavoro, nei limiti delle nostre osservazioni, nei soggetti con ritmo α particolarmente regolare ed evidente, sottoposti anche per breve tempo a vibrazioni di frequenza prossima al ritmo α , sopravviene una evidente forma di stanchezza o di sonnolenza che si protrae anche per parecchio tempo.

Si ricorda però che in genere

ogni eccitazione di carattere ritmico di opportuna frequenza ed intensità può provocare un condizionamento delle strutture neurali del tronco cerebrale « a situazione ipnogenica », ossia provocare un « decrease » degli aggregati della formazione reticolare che contribuiscono a mantenere lo stato di veglia; queste stimolazioni, quando luminose ed acustiche, possono facilitare l'insorgenza di un ritmo di 10 Hz che si accompagna a fenomeni di tipo neurologico-psichico.

3. Fenomeni caratteristici che si sono osservati in soggetti sani e normali vengono riportati nei tracciati allegati, nei quali la penna 1 registra la tensione piezoelettrica corrispondente alla sollecitazione vibratoria, la penna 2 registra l'E.E.G. corrispondente alla derivazione fronto-parietale e la penna 3 registra l'E.E.G. corrispondente alla derivazione fronto-occipitale.

Torino - Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris.

26 ottobre 1963

C. Bordone-Sacerdote
G. Jona - G. G. Sacerdote

P R O B L E M I

Lavorabilità dei materiali metallici e prove ad essa relative (*)

GIAN FEDERICO MICHELETTI dopo avere considerato i parametri dai quali dipende la lavorabilità dei materiali metallici, riferisce su prove da lui dirette nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino. Tali prove sono basate sulla misura di parametri quali la durata (o usura) dell'utensile, le forze di taglio, le potenze, le temperature e le quantità di calore di taglio; viene infine accennato alla possibilità di ricavare un indice di finibilità del materiale per mezzo di rilievi di rugosità superficiale.

Da diversi anni, gli studi tecnologici sul taglio dei metalli, le ricerche ed i rilevamenti condotti a tale fine, insistono in modo particolare sul concetto di lavorabilità dei materiali metallici e sui fattori, dai quali siffatta caratteristica dipende, nonché sui mezzi più appropriati per definirli e misurarli.

Per l'esattezza, la lavorabilità di un materiale non corrisponde ad una sola ed individuabile caratteristica tecnologica, bensì ad un insieme di caratteristiche diverse ognuna delle quali può variare indipendentemente dalle altre. Ciò comporta serie difficoltà, in primo luogo per procedere ad una definizione di lavorabilità; indi, per predisporre i mezzi atti a consentirne una precisa — e valida — misura.

Gli studi sinora condotti hanno accertato che la lavorabilità dipende: dallo stato metallurgico del pezzo (ossia dalla struttura cristallina), dalla durezza, dai requisiti meccanici intrinseci del materiale, dalla composizione chimica, dalle lavorazioni precedentemente effettuate sul materiale a freddo ed a caldo, e dell'eventuale incrudimento.

I predetti fattori sono stati presi in considerazione da esperti metallurgici, i quali hanno primamente cercato di collegare la struttura cristallina degli acciai e delle ghise con la durata dell'utensile. Gioverà ricordare i lavori compiuti, in questo campo, dal Woldman, dal Field e Tansbury; non di meno occorre aggiungere che prove condotte su molteplici tipi di materiali e leghe, in presenza di differenti percentuali dei componenti, hanno sfociato in risultati spesso interessanti ed indicativi, ma talvolta piuttosto inattesi e strani: tali, cioè, da far nascere dubbi sull'esistenza di una vera ed unica legge, cui sia univocamente riconducibile il comportamento dei materiali, in funzione della loro lavorabilità.

Accadde di verificare che le aggiunte di piccole percentuali di Pb nell'acciaio, e di S, dessero luogo a significanti miglioramenti di lavorabilità del materiale in lavorazione: su questo punto, specificamente, convergono pertanto varie teorie, intese a individuare perchè e come gli elementi anzidetti intervengano sulla lavorabilità.

Considerando, di poi, il legame intercorrente fra la durezza del materiale, il suo carico di rottura e la lavorabilità

(1), sono state proposte diverse relazioni; nella fattispecie, è opportuno ricordare quella del Kronenberg:

$$F_t = C_p (1000 S)^r$$

dove:

F_t è la forza di taglio;

C_p è una costante dipendente dal materiale, ottenuta in funzione della durezza.

$$C_p = 4,26 \sqrt{H(85 - \alpha)} \text{ per gli acciai;}$$

$$C_p = 1,07 \sqrt{H} \sqrt{85 - \alpha} \text{ per le ghise}$$

dove:

S è la sezione del truciolo;

r è un esponente, che dipende dal materiale in lavorazione;

α è l'angolo di spoglia frontale dell'utensile;

H è la durezza del materiale.

Altra relazione, presentata di recente da Alexander Henkin e da Joseph Datsko, concerne il calcolo della velocità di taglio in funzione della durezza e di altre caratteristiche dei materiali, e così si esprime:

$$V_{t60} = \frac{1150 \alpha q C}{HB} (1 - A_r/100)^{\frac{1}{2}}$$

dove:

α è la conducibilità termica;

q è la densità;

C è il calore specifico;

HB è la durezza Brinell;

A_r è la riduzione dell'area di contatto truciolo-utensile.

Si noti che numerose altre formule sono state proposte, per collegare in maniera semplice la caratteristica più evidente del materiale, quale la durezza, con la forza o la velocità di taglio, ovvero con la durata di un utensile standard oppure ancora con altri specifici fattori, che si suppongono indicativi ai fini della lavorabilità.

Un fatto, in ogni modo, emerge e va tenuto in attenta considerazione: la lavorabilità non dipende solamente dalle condizioni intrinseche del materiale (come lasciano intravedere la formula citata del Kronenberg ed altresì quella di Henkin e Datsko); le condizioni di taglio e le caratteristiche dell'utensile possono invero determinare, nella lavorabilità del materiale, insigni e profonde variazioni. In altri termini: a parità di materiale si possono osservare « lavorabilità » (2) dif-

(*) Hanno collaborato alle ricerche, condotte dal prof. G. F. Micheletti nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino (citate nel presente articolo): dr. ing. G. Perotti, dr. ing. R. Levi, dr. ing. M. Jona.

(1) Per la misura della quale si assume quale parametro la forza di taglio F_t o la velocità di taglio economica V_{t60} .

(2) Valga l'annotazione che si continua a usare il termine di « lavorabilità » senza aver

ferenti, a seconda delle condizioni di taglio prescelte, vale a dire essenzialmente:

- velocità di taglio;
- profondità di passata;
- avanzamento.

Ne consegue che anche le condizioni di lubrificazione e di refrigerazione dell'utensile si inseriscono quali fattori, da cui può dipendere la lavorabilità.

Inoltre, per quanto attiene al tipo di utensile adoperato nella prova, si può affermare che influiscono sulla lavorabilità:

- la forma;
- gli angoli caratteristici;
- la composizione;
- i trattamenti subiti;
- la durezza;
- la finitura superficiale;
- lo stato di affilatura.

Ovviamente, anche il metodo e lo schema della lavorazione esercitano un loro condizionamento: utensile in presa continua od intermittente; rigidità della macchina (dove dipende l'entità delle deformazioni e delle lievi vibrazioni tra pezzo ed utensile).

Per grado di finitura raggiunto (altro elemento che deve essere tenuto in considerazione) si intende un fattore, collegato con la duttilità del materiale e con la possibilità di far fluire plasticamente il truciolo, senza la formazione del pretruciolo (o tagliente di riporto) che insidia sempre, nelle lavorazioni ad asportazione, il comportamento regolare dell'utensile rispetto al pezzo, quale viene previsto in sede teorica.

Premesse queste considerazioni di carattere generale, sui numerosi fattori — e sono stati citati soltanto i principali — dai quali è condizionata la lavorabilità dei materiali, è opportuno prendere in esame (ancora in maniera sintetica) quali sono i fattori misurabili, che siano al tempo stesso indici precisi di lavorabilità.

Il compito è, in verità, tutt'altro che facile; i numerosi Autori e Sperimentatori, dedicatisi a siffatti studi, sono pervenuti alla non confortante conclusione che è estremamente difficile raggiungere l'obiettivo di una misura semplice, facilmente riproducibile, sufficientemente precisa, tenendo conto soltanto dei fattori indicativi: i quali, si badi — ed è qui che consiste la difficoltà, oserei dire l'impossibilità di un risultato di misura precisa — sono sovente in contrasto tra loro.

Se è infatti abbastanza semplice intendere quale significato si possa attribuire a « usura dell'utensile », a « finitura superficiale », a « energia assorbita nel taglio », a « forza di taglio » e così via, non è assolutamente agevole nè univoco stabilire in quale misura si debba tener conto di ognuno degli anzidetti fattori, nel definire la lavorabilità, giacchè essi non risultano sempre legati fra loro da relazioni semplici, e per di più intervengono nel fenomeno di lavorabilità in misura ponderalmente diversa.

Tali considerazioni bastano ad indicare come, sul piano scientifico, non sia possibile pervenire ad una soluzione sempli-

per altro espresso una definizione: cui si cercherà invece di pervenire attraverso una preliminare disamina del tema.

ficata e rapida del problema; e come, invece, per adottare un *indice di lavorabilità*, debbasi ricorrere ad un *metodo di confronto*, rinunciando alla ricerca delle cause intrinseche e quindi ad una formulazione rigorosa, che colleghi tali cause influenzanti la lavorabilità, con un determinato indice. Giova, cioè, ripiegare su una semplice classificazione dei materiali, in analogia a quanto già è avvenuto, ed è universalmente accettato, per la *scala delle durezze*; il metodo di confronto cui si accenna si baserà, quindi, su una « *scala di maggiore o minore lavorabilità* », determinabile tuttavia in funzione di un solo fattore.

Insorge prontamente il quesito: *quale fattore dovrà essere assunto per così rilevante compito, quale è la classificazione di tutti i materiali che l'industria meccanica deve trattare, per ricondurvi una « scala di lavorabilità »?*

Secondo taluni Autori, un fattore preminentemente indicativo è costituito dalla *durata dell'utensile*; l'asserzione è sostenuta da un ragionamento di natura semplice e lineare: quanto più un materiale è difficile da lavorare (« *bassa lavorabilità* »), tanto maggiormente logora l'utensile, a parità di condizioni di lavoro.

Altri studiosi suggeriscono un fattore diverso, ossia la *potenza assorbita* (in quanto la forza di taglio si può considerare, per date condizioni di lavoro, proporzionale alla potenza): quanto più la potenza assorbita nel taglio è elevata, tanto meno il materiale è lavorabile; donde è deducibile una scala di lavorabilità con riferimento di proporzione inversa.

Non riterrei invece di accettare un'ulteriore asserzione (e ne darò in seguito motivazione): vale a dire, predisporre una scala di lavorabilità in funzione della *finitura superficiale del pezzo lavorato*, in quanto essa dipende da fattori non intrinseci dei materiali in lavorazione. La proprietà del materiale, di lasciarsi rifinire con una levigatezza maggiore (a parità di condizioni di lavoro) è meglio denominata « *finibilità* » dei materiali; ma non sosterrò che tale fattore possa essere assunto quale unico indice di lavorabilità.

Per completare il rapido quadro, occorre osservare che taluni cultori di studi teorici sulla formazione del truciolo, sottolineano l'importanza della geometria applicata allo studio della formazione del truciolo stesso (quella che, in un primo periodo, era stata definita « *la meccanica della formazione del truciolo* »). Ed è bene altresì ricordare che, a questo proposito, furono ricavate formule, quali risultati di teorie notevolmente approfondite: il *Merchant* e lo *Ernst* (per citare due nomi fra i più illustri) pervennero alla determinazione della lavorabilità attraverso il valore di una *costante*, ricavabile dallo studio della geometria di formazione del truciolo.

Non è questa la sede, per riprendere in esame l'impostazione fondamentale della teoria del *Merchant* sullo studio della formazione del truciolo; ma è non di meno utile riportare le tre *formule-base*, applicabili per un confronto fra materiali che, presentando la medesima

durezza, la medesima microstruttura e la medesima dimensione dei grani, sono tuttavia caratterizzati da una *differente lavorabilità*.

Il procedimento sperimentale consiste nel misurare il valore delle forze di taglio F_x e di repulsione F_y , e del rapporto

$$r_t = \frac{h_1}{h_2}$$

(dove: h_1 è lo spessore del truciolo prima del taglio;

h_2 è lo spessore del truciolo dopo il taglio)

ricavate dalla *Teoria di Merchant*:

$$1. \quad \text{tang. } \Phi = \frac{r_t \cdot \cos \alpha}{1 - r_t \sin \alpha}$$

$$2. \quad \text{tang. } (\tau - \alpha) = \frac{F_y}{F_x}$$

$$3. \quad 2\Phi + \alpha - \tau = CM$$

dove:

Φ è l'angolo di scorrimento del materiale;

τ è l'angolo di attrito al contatto truciolo-utensile;

CM è la « *costante di Merchant* » (misurabile in gradi);

α è l'angolo di spoglia frontale dell'utensile.

Ad esempio:

se per due materiali *A* e *B*, per un dato α ($\alpha=10^\circ$) si ottenessero i valori seguenti di Φ , τ , CM :

materiale *A*: $\Phi=20^\circ$; $\tau=50^\circ$; $CM=80^\circ$

materiale *B*: $\Phi=30^\circ$; $\tau=40^\circ$; $CM=90^\circ$;

si *concluderebbe* — per il materiale avente valore di Φ minore — che l'energia necessaria per una sua deformazione plastica è maggiore; e, per il materiale avente un valore di τ più elevato (ossia, un valore maggiore del coefficiente di attrito apparente fra truciolo e pezzo) si concluderebbe che conseguiva un maggiore lavoro di attrito: vale a dire, complessivamente, un lavoro di taglio maggiore. In definitiva, il materiale che presenta un valore minore della costante CM (nell'esempio, trattasi del materiale *A*) risulta meno lavorabile, e CM può essere assunto quale *indice di lavorabilità*.

In precedenza, si è menzionata la dipendenza della lavorabilità dalla durata dell'utensile, dalla potenza assorbita, dalla forza di taglio, dalla finitura superficiale. Si dovrebbe ancora aggiungere un *parametro*, che molti Autori hanno giudicato probante ai fini delle determinazioni suddette: ossia, la *quantità di calore prodotta nel taglio*, o la *temperatura di taglio*. Il ragionamento si mantiene presso che sempre simile: quanto più un materiale, durante il taglio ed a parità di condizioni, sviluppa calore (ossia, porta l'utensile ad una temperatura più elevata), tanto meno è lavorabile.

Misura della durata dell'utensile.

Uno dei parametri, suggeriti per individuare la lavorabilità di un materiale — e forse il più immediato — si identifica con la *durata dell'utensile*.

Trattasi di un elemento significativo, sia ai fini di un'indicazione della lavorabilità del materiale, sia ai fini del costo della lavorazione.

Il problema può essere impostato in due modi:

1) per un dato materiale, e per condizioni di taglio assegnate, determinare la durata dell'utensile;

2) definire una determinata durata dell'utensile ed assegnare in conseguenza le condizioni di taglio, si da ottenere la durata voluta con il materiale in esame.

A questo punto, può essere ricordata, per inciso, la *formula del Taylor*, che collega la durata del tagliente, la velocità di taglio e la qualità del materiale: $VT^\alpha = CT$ (CT è la costante di Taylor).

Alla citata formula del Taylor (risalente al 1907) altre si aggiunsero, ad opera di *Swan*, *Gilbert*, *Kronenberg*, *Coldring*; ma, riprendendo la formula sopra riportata, che resta — per la sua semplicità — una base importante degli studi, è da rilevare non di meno come, ad una formulazione semplice, corrisponda in realtà una rilevazione sperimentale piuttosto complessa (non tanto per difficoltà di realizzazione pratica, quanto per la durata delle prove, la quantità di materiali impiegati ed il costo).

La misura di T — durata dell'utensile, intesa dal Taylor come intervallo di tempo tra inizio di lavorazione ad utensile nuovo, e fine del tagliente segnalata da variazioni brusche nel comportamento dell'utensile stesso: maggior forza di taglio, minore finitura superficiale, maggior riscaldamento ecc. — è infatti piuttosto lunga e dispendiosa. Essa richiede la trasformazione in truciolo, di quantità rilevanti di materiale, e pertanto tempi di prova piuttosto lunghi.

A tale punto, per una precisa determinazione della durata dell'utensile, si affaccia il problema di stabilire a quale fattore debba essere collegata tale misura:

— alla forza di taglio, che nel momento in cui l'utensile palesa l'eccessiva usura, cresce?

— alla temperatura, che si comporta in maniera quasi analoga?

— alla finitura del pezzo, che ovviamente peggiora con utensile logorato?

Il *Bickel* ebbe a rilevare, in un suo studio, come — al termine di una lavorazione predeterminata — insorga una variazione improvvisa dell'ordine di grandezza della finitura superficiale, senza che si manifesti per altro, in corrispondenza, una variazione della forma del tagliente a séguito dell'usura. Siffatta considerazione aggiunge un ulteriore motivo per mettere in risalto la difficoltà di effettuare una misura della durata dell'utensile, sino al momento della completa caduta del suo tagliente: difficoltà resa ancor più sensibile dall'incertezza di cogliere con precisione tale istante (il quale si sposta a seconda del parametro, assunto per darne la segnalazione).

L'interpretazione più recente della formula del Taylor consiste nell'attribuire a T non il significato di « *durata del tagliente* » sino alla sua completa caduta, bensì assumere piuttosto, quali parametri di misura della durata dell'utensile, parametri geometrici legati all'usura dell'utensile medesimo, misurati su di esso, e precisamente:

— la *larghezza della fascia di usura*, che si manifesta sul dorso dell'utensile

e che va via via allargandosi con il tempo;

— il *cratere*, con la propria profondità e posizione sul petto dell'utensile.

Allora, definire la T della formula di Taylor diviene molto più facile oltre che più preciso.

Il diagramma riportato (fig. 1) ne fornisce un esempio: sull'asse delle ordinate

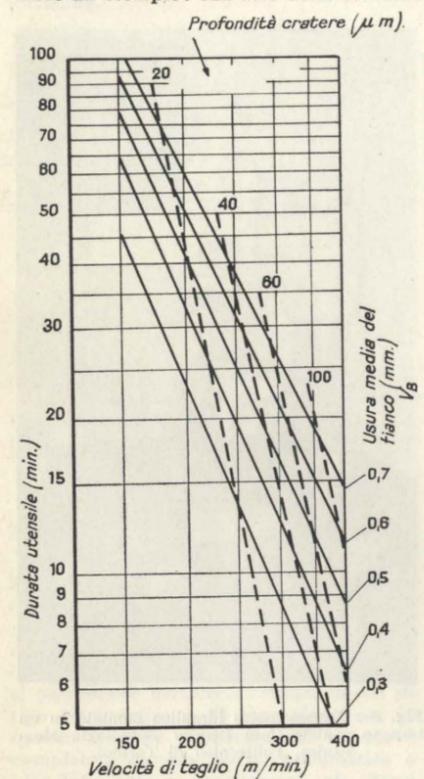


Fig. 1 - Grafico di Taylor: durata utensile-velocità di taglio (profondità di passata 1,5 mm; avanzamento 0,15 mm/giro; angolo di spoglia frontale = $\alpha=60^\circ$; raggio di raccordo dei taglienti 0,4 mm; materiale utensile: carburi COROMANT S1P; materiale pezzo: acciaio SANDVIK 7L).

è riportata la T (in min.) per una data profondità del cratere (20-40-60-100 μm) e per una determinata usura media del fianco dell'utensile (larghezza della fascia di usura 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 mm) in funzione della velocità di taglio.

Assumendo come traguardo finale della prova non la caduta dell'utensile, bensì il raggiungimento di un predeterminato valore da parte della fascia di usura o della profondità del cratere, si ottiene una più rapida esecuzione della prova, oltre ad una migliore precisione ed alla ripetibilità delle misure.

In modo analogo si è cercato di definire metodi rapidi per la determinazione della velocità di taglio economica V_{60} , con lavorazioni del materiale sottoposto a prova, per brevi periodi, con velocità crescente linearmente sino alla caduta dell'utensile.

Con detti metodi la formula di Taylor diviene:

$$TV^\alpha = CT$$

Conoscendo il valore dell'esponente α , è possibile calcolare il tempo (durata dell'utensile), equivalente — con la velocità finale alla quale si è determinata la ca-

duta dell'utensile — alla somma dei tempi impiegati realmente secondo le varie velocità; e desumere quindi, dall'equazione sopra riferita, la V_{T60}

Il metodo esige la conoscenza del valore dell'esponente α , e può essere pertanto convenientemente applicato solo nei casi, ove si intenda verificare rapidamente se il materiale detenga le caratteristiche volute; oppure, in quale misura il materiale sottoposto a prova si diversifichi da un materiale-campione.

Le misure di durata, pertanto, possono essere ricondotte a misure di usura dell'utensile: usura che si manifesta sul dorso dell'utensile, per effetto del tallonamento contro il pezzo lavorato, e dà luogo alla fascia di usura, misurata indicando la larghezza media; e usura sul petto dell'utensile, per strisciamento del truciolo su quello.

Mentre, in pratica, misurare la fascia di usura è piuttosto semplice, e per ottenerla è sufficiente un microscopio con reticolo micrometrico onde accertarne il dato (normalmente indicato con la lettera V_B , larghezza media della fascia usurata) — la misura del logorio dell'utensile sul petto è più complessa, per la presenza del cratere, individuabile mediante la sua profondità e la posizione KT e KM , o talvolta dalla larghezza KA e lunghezza KB (fig. 2).

Per le misure di questa parte dell'utensile, gli strumenti sono più complessi, sopra tutto in rapporto alla profondità del cratere, misurabile con un profilometro o con sonde ad ago vibrante e apparecchiatura fotografica di rilievo. Per la lunghezza, la larghezza e la posizione del cratere è del pari sufficiente un microscopio con reticolo a forte ingrandimento.

Le curve che forniscono i valori della larghezza della fascia di usura sul dorso dell'utensile, in funzione della durata del taglio, si presentano come appare nella fig. 3. Circa l'andamento delle curve stesse, si può osservare — ammettendo la ipotesi del *Reye*, in base alla quale la quantità di materiale asportato è proporzionale al lavoro di attrito, e supponendo costanti le condizioni di taglio (compreso il coefficiente di attrito fra il dorso dell'utensile ed il pezzo) — che il lavoro di attrito nell'unità di tempo è costante e la quantità di materiale asportato per attrito cresce linearmente col tempo.

Va però aggiunto che l'ipotesi di condizioni di taglio che permangano costanti dall'inizio non si ritiene possa essere considerata valida, giacché si lavora in presenza di un tagliente di riporto e di un cratere, i quali variano l'angolo effettivo di spoglia dell'utensile e, con esso, le forze di taglio.

Poiché tanto la profondità del cratere quanto il tagliente di riporto, dopo un primo periodo di taglio (circa 50 m. di percorso) si stabilizzano, è possibile ritenere che da quel punto in avanti le condizioni di lavoro si mantengano costanti, e pertanto possa essere considerato lineare il diagramma della quantità di materiale asportato, in funzione del tempo.

Osservando la fig. 2, sezione dell'utensile con un piano normale al tagliente appare che la quantità di materiale asportato è proporzionale all'area del triangolo annerito, mentre l'oggetto della mi-

sura è la fascia di usura, che è soltanto il lato V_B del triangolo. Si può pertanto considerare che, prescindendo dal tratto iniziale del diagramma, il quadrato della fascia di usura V_B (che risulta proporzionale all'area del triangolo considerato) debba presentare un andamento lineare in funzione della durata del taglio (figura 4).

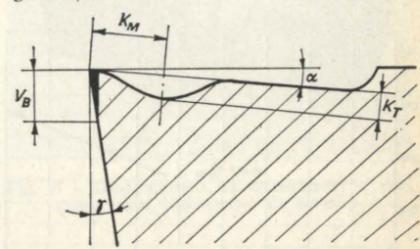


Fig. 2 - Sezione dell'estremità dell'utensile con un piano normale al tagliente; sono riportate le indicazioni usate per le misure di usura.

Siffatti ragionamenti concordano per altro, con quanto esposto da *Merchant*, *Ernst*, *Krabaker*, i quali hanno notato che la quantità di materiale asportato per usura cresce linearmente col procedere del taglio soltanto dopo un primo periodo, corrispondente ad un valore della fascia dorsale, di circa 0,1 mm.

Negli anni più recenti, si è pensato di ricorrere ad un sistema per misurare l'usura dell'utensile, basandosi sull'impiego di *utensili radioattivi*. Le placchette, sottoposte a radiazioni entro un reattore nucleare, danno luogo alla formazione di isotopi radioattivi; durante il taglio, per effetto dell'usura sull'utensile, una piccola parte di radioattività passa al truciolo: è possibile pertanto una valutazione della lavorabilità, fondandosi sul rapporto fra il peso del truciolo asportato e la radioattività in esso contenuta, essendo proporzionale alla quantità di materiale sottratta all'utensile.

Si è potuto constatare che, in condizioni di regime — cioè dopo un primo periodo di avvio — la radioattività totale accumulata cresce linearmente con la quantità di materiale asportato. Pertanto

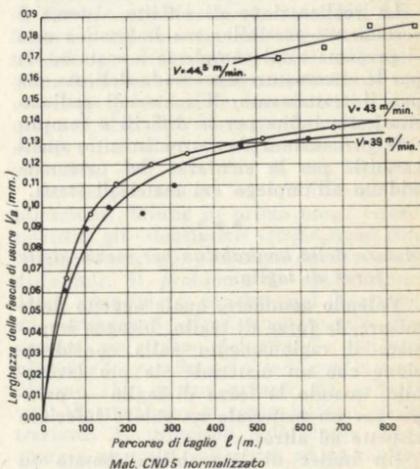


Fig. 3 - Larghezza della fascia di usura V_B in funzione del percorso di taglio dell'utensile L (in m.) per differenti velocità di taglio. Prove condotte su acciaio CND 5 normalizzato nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino.

il rapporto suddetto, idoneo a definire la lavorabilità, si stabilizza su un valore costante. V'è da eccepire che le misure per mezzo di isotopi radioattivi non consentono di stabilire l'usura, rispettivamente del petto e del dorso dell'utensile, giacché entrambe concorrono a fornire al truciolo la radioattività: salvo che non si faccia ricorso a misure di radioattività,

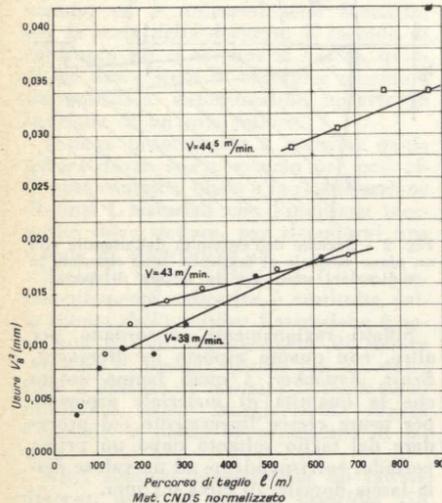


Fig. 4 - Larghezza della fascia di usura al quadrato V_p^2 , in funzione del percorso di taglio l , per diverse velocità di taglio. Prove condotte su acciaio CND 5 normalizzato nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino.

basate sull'impiego di lastre fotografiche, che consentano di distinguere su quale faccia del truciolo siano disposte in maggior numero le particelle del materiale radioattivo.

Consimile valutazione permetterebbe di dedurre le misure, basate sulla considerazione che sulla parte del truciolo a contatto col petto dell'utensile prevale la radioattività dovuta all'usura del petto medesimo, laddove sulla faccia opposta del truciolo predomina la radioattività connessa con l'usura che l'utensile ha subito per aver strisciato contro il pezzo, dal quale il truciolo è stato rimosso.

La realizzazione di siffatto sistema è certamente possibile: ma in pratica essa si presenta assai complessa e costosa, sia per le attrezzature oltremodo delicate, sia per il trattamento di materiali radioattivi, sia infine per le difficili e complicate precauzioni da porre in atto, quali garanzie per la sicurezza del personale addetto all'impiego dei materiali stessi.

Misure della lavorabilità per mezzo delle forze di taglio.

Volendo assumere, quale oggetto delle misure, le forze di taglio, bisogna impostare il ragionamento sulla considerazione che un materiale sia più lavorabile, quando la forza di taglio — assunta per un materiale un valore inferiore rispetto ad altro.

Un indice di lavorabilità, basato su tale parametro, fu proposto dallo Schlesinger, il quale suggerì appunto la resistenza specifica di taglio. Negli studi e nelle ricerche condotti sull'argomento — e sono piuttosto numerosi — si eviden-

ziarono pertanto le forze di taglio, sottoposte a misura con dinamometri di vario tipo. Ad esempio: nella lavorazione al tornio, lo Schlesinger ha eseguito la misura della forza di taglio abbinata a quella relativa all'abrasività del materiale in lavorazione sull'utensile; nella lavorazione al trapano sono stati rilevati, con dinamometri, la coppia di taglio e la resistenza all'avanzamento della punta.

Analoghe alle prove, nelle quali l'elemento misurato era costituito dalle forze di taglio, sono le prove di penetrazione, alcune effettuate su trapani (Boston e Kessner): una punta elicoidale di tipo normale fora, con una velocità di taglio predeterminata e costante, e con un avanzamento ottenuto per azione di un peso che grava sulla punta (peso scelto in funzione della resistenza presunta che la punta incontra alla penetrazione). La profondità del foro, eseguito in un intervallo di tempo stabilito, è collegata con la lavorabilità del materiale.

Il Kenneford preferì ricorrere ad una prova di taglio, effettuata impiegando una sega: e misurò il tempo richiesto per segare una barra di dimensioni prefissate.

Ulteriori tipi di prove si richiamano a tornitura con pressione costante: l'avanzamento, anziché essere comandato dai consueti cinematismi della macchina, è provocato dall'azione di un peso, sostenuto per mezzo di una fune avvolta su un tamburo (incaricato di sostituire il volantino che comanda l'avanzamento manuale).

Con una lavorazione, il cui avanzamento è a pressione costante, l'indice della lavorabilità si può ottenere, misurando l'avanzamento effettivamente realizzato (mm/ giro) durante la lavorazione del materiale in esame (Bulger, Show e Johnson).

Le misure delle forze di taglio si possono effettuare con dinamometri di vario tipo: meccanici, pneumatici, idraulici, elettrici.

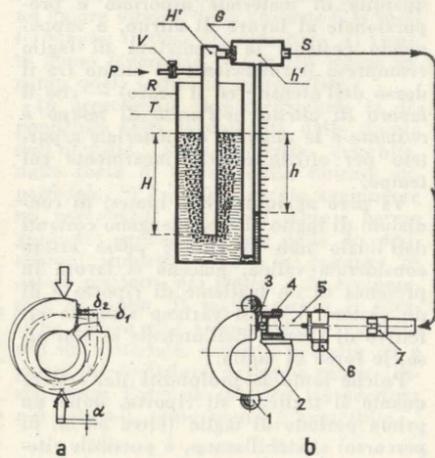


Fig. 5 - Dinamometro pneumatico: il carico applicato sull'utensile (forza di taglio) modifica la configurazione della molla (fig. a); un micrometro amplificatore pneumatico rileva la deformazione della molla (fig. b). V=valvola ingresso aria; R=recipiente a colonna; T=tubo aria; H'=camera a pressione costante; G=ugello; h'=camera a pressione variabile; S=condotto aria; 1=sfera appoggio molla del dinamometro; 2=molla a C; 3-4=luce effluo aria variabile con la deformazione della molla; 5-7=tubo aria; 6=serraggio.

Gioverà introdurre alcune precisazioni, prima di accennare ai dettagli costruttivi, circa i tipi più comuni di dinamometri e le caratteristiche che essi devono detenere, per assicurare un efficace impiego in misure del tipo descritto. D'altra parte, trattasi di condizioni, alle quali devono normalmente soddisfare gli strumenti di misura: in primo luogo, l'es-

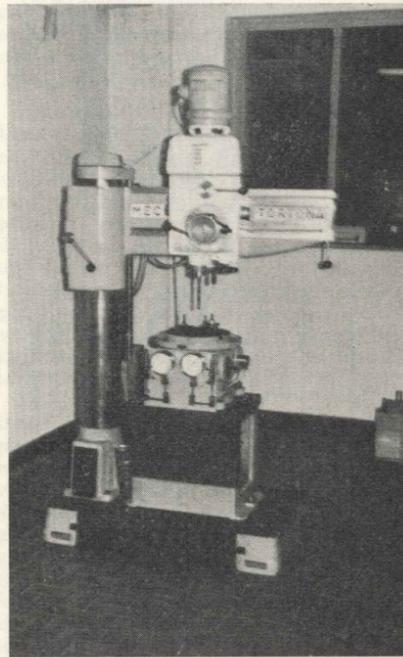


Fig. 6 - Dinamometro idraulico montato su un trapano radiale (foto Istituto Tecnologia Meccanica, Politecnico di Torino).

genza di perturbare nella maniera più piccola possibile il fenomeno in studio. Inoltre, i portautensili dinamometrici devono possedere il requisito di facile adattabilità alla macchina, sulla quale si debbono compiere i rilievi; ancora, deve essere agevole il loro impiego e rapida la lettura; infine si richiede una efficace protezione contro l'azione di disturbo dei trucioli e dei liquidi da taglio.

Tra le caratteristiche principali (cfr. Show) dei portautensili dinamometrici, vanno rilevate le seguenti:

- proporzionalità tra forze e segnali;
- insensibilità a variazioni termiche e di umidità;
- frequenza propria elevata, rispetto all'armonica di maggior frequenza del fenomeno in osservazione (almeno 240 hertz per prove normali);
- assenza di sensibilità trasversale;
- possibilità di registrazione dei risultati;
- sensibilità non inferiore all'1%.

Aggiungasi che l'isteresi deve essere minima, giacché modifica la curva che rappresenta il fenomeno (impedendo o ritardando il ritorno allo zero); e la viscosità condiziona la misura alla velocità, dalla quale è contrassegnato il fenomeno.

Poiché — come si è anzi tutto osservato — il dinamometro deve perturbare il fenomeno nella misura quanto più possibile ridotta, l'utensile dovrà subire spostamenti ridottissimi: condizione realiz-

zabile soltanto con elevate rigidità. Ora, poiché un dinamometro è in genere composto da due parti: una atta a rilevare lo sforzo e l'altra a misurarne, si impone per la prima una estrema rigidità; affinché, poi, la seconda sia in grado di segnalare spostamenti assai limitati, occorrerà che tale parte dello strumento sia caratterizzata da una sensibilità elevatissima.

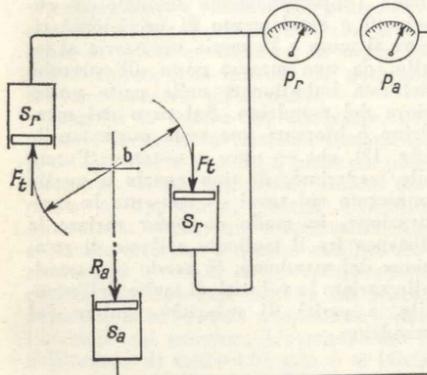


Fig. 7 - Schema di un dinamometro idraulico per la misura della coppia torcente, applicata dall'utensile al pezzo e della forza verticale di resistenza all'avanzamento.

Dinamometri meccanici.

Sono in grado di misurare deformazioni elastiche, o plastiche, del sistema, amplificando con meccanismi particolari (leve) gli spostamenti, che — come si è di anzi osservato — devono essere piccolissimi. A questo gruppo di strumenti si potrebbero ascrivere i dinamometri di tipo pneumatico e di tipo idraulico, in quanto la parte meccanica del sistema è completata da una parte, pneumatica o idraulica, atta a trasformare gli sforzi in pressioni idrostatiche od a misurare le trasformazioni di portata di un flusso d'aria.

Un cenno più ampio vorrei riservare ai dinamometri pneumatici, sui quali sono state compiute misure e ricerche nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino.

Il dinamometro pneumatico è costituito da un sistema elastico soggetto allo sforzo (molla), le cui deformazioni sono misurate per mezzo di un amplificatore pneumatico. Il sistema elastico, costituito da una molla a C (fig. 5a) — alla quale è applicata la forza che provoca lo spostamento α — si deforma in modo tale, che l'estremità su cui viene eseguita la lettura, si sposta di una quantità

$$\delta_1 - \delta_2$$

molto maggiore di α (amplificazione).

Per evitare l'isteresi, le tensioni interne della molla devono essere contenute entro un limite molto inferiore al limite elastico del materiale.

Nella fig. 5b è illustrato lo schema della molla dinamometrica con l'ugello, attraverso il quale fluisce l'aria del dispositivo pneumatico, la cui variazione di luce determina una diversa portata del fluido. Le variazioni sono segnalate sulla colonna d'acqua dello strumento.

Da prove eseguite presso l'istituto, si è notato come la misura della forza di taglio possa essere eseguita in siffatte condizioni con una sensibilità di lettura

dell'ordine dei 5 kg. Pertanto, è necessario scegliere condizioni di lavoro, per le quali si abbia una forza di taglio piuttosto rilevante (ossia non inferiore ai 100 kg, volendosi ridurre l'errore percentuale a valori ammissibili).

Dinamometro idraulico (oleostatico).

Un cenno specifico vorrei ancora dedicare ad un dinamometro idraulico, per trapano, sul quale sono state altresì condotte numerose prove nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino. L'apparecchiatura è formata da una grossa scatola, sulla quale è disposta una tavola circolare per sostenere il pezzo. Durante la lavorazione, le forze che l'utensile applica alla provetta si trasmettono, attraverso la piattaforma, al sistema idraulico, trasformandosi in pressioni di olio rilevabili su due dinamometri.

Schematicamente, l'apparecchio è costituito da due circuiti idraulici indipendenti, che trasformano la forza di compressione R_a , eguale ed opposta alla resistenza all'avanzamento, ed il momento torcente Cr , in pressione di olio.

Costruttivamente, l'apparecchio (fig. 6) contiene nella parte interna in basso, un cilindretto, collegato esternamente, per mezzo di un tubo di rame, al manometro, il quale misura la pressione corrispondente alla forza R_a . Nel cilindretto scorre, a tenuta, uno stantuffo, cui sono trasmessi dalla piattaforma portapezzo gli sforzi di compressione R_a . Sullo stantuffino poggia il perno cilindrico centrale di una campana, portante nella parte superiore due braccia diametrali. Il centraggio è assicurato da due sedi di rotolamento e scorrimento riempite di sfere: una sede è posta sulla base della cassa ed è accoppiata alla parte cilindrica terminale della zona inferiore della campana; la seconda è ricavata nel coperchio che chiude la cassa ed è accoppiata alla parte cilindrica superiore della campana stessa.

Di lato, in posizione diametralmente opposta nella parte superiore della cassa, sono a questa fissati due cilindretti, col-

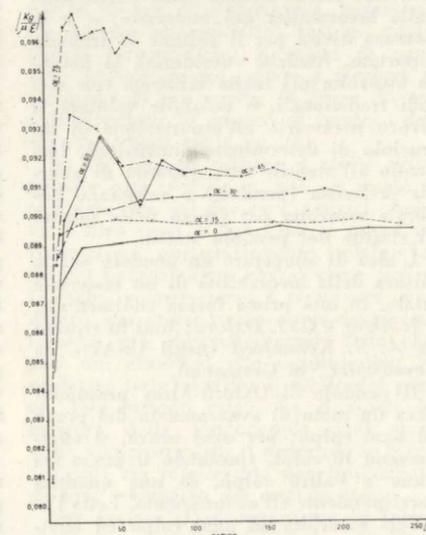


Fig. 9 - Curve di taratura del dinamometro ad estensimetri, ricavate nell'Istituto Dinamometrico Italiano, Torino.

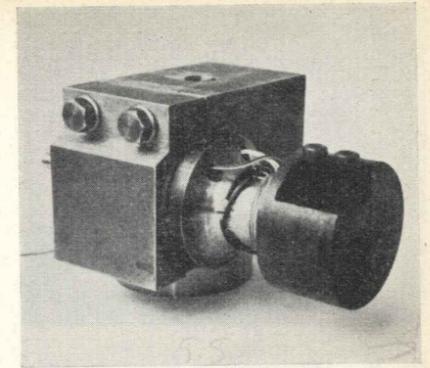


Fig. 8 - Dinamometro ad estensimetri a due componenti (Politecnico di Torino).

legati esternamente (mediante tubicini di rame) al manometro della coppia torcente. Il momento torcente Cr , dovuto alla rotazione della punta, è così trasmesso alla piattaforma portapezzi; da questa ai bracci della campana e infine, da questi ultimi, agli stantuffini ed al manometro per la misura (fig. 7).

Quanto alla sensibilità dello strumento, può essere considerata separatamente per le due parti:

- del circuito, per la misura della R_a ;
- del circuito, per la misura della Cr .

Poiché il manometro del primo circuito può raggiungere a fondo scala i 100 kg/cm² (e la minima divisione corrisponde a 0,5 kg/cm² e ad occhio si può apprezzare fino a un $\Delta p_{\text{min}} = 0,1$ kg/cm²), in base alla relazione di taratura per detto circuito:

$$R_a = 29,6 \times p_a - 71 \text{ (kg)}$$

$$\Delta R_a = 29,6 \Delta p_a$$

risulta che l'errore

$$\Delta R_{a\text{max}} = 29,6 \times 0,1 = 3 \text{ kg (circa)}$$

Con analoga considerazione, si può ricavare la sensibilità per la lettura della coppia Cr e risulta, per essa, un errore:

$$\Delta Cr_{\text{max}} \approx 2 \text{ kgcm}$$

Dinamometri elettrici.

I fenomeni da tenere in considerazione, per desumerne segnalazioni e misure di forze, sono numerosi, volendoli utilizzare per la costruzione di dinamometri del tipo elettrico, sia basati sulla magnetostrizione, sia sulla resistenza di un conduttore, sia sulla piezoelettricità del quarzo. Altri tipi misurano la variazione relativa dell'induttanza per effetto delle variazioni dell'intraferro di una bobina.

Fra le più recenti ed interessanti applicazioni, devono in primo luogo essere ricordati gli estensimetri (*straingages*) con i quali si ottengono risultati davvero soddisfacenti. Il problema di applicazione degli estensimetri consiste nel disegnare un portautensile dinamometrico tale, che presenti un organo deformabile, cui applicare gli estensimetri stessi, con la condizione che questo organo sia sollecitato direttamente a compressione ed a trazione. Il principio della trave incastrata a mensola, sollecitata ad un carico, è quello che ha risolto nella forma più semplice il problema, con estensimetri applicati alle quattro facce della trave e collegati con due ponti completi a quattro lati attivi (si da ottenere un elevato

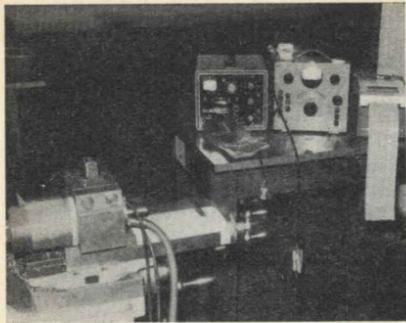


Fig. 10 - Dinamometri ad estensimetri applicati su un tornio parallelo con amplificatore e registratore (in alternativa alla centralina Huggemberger) (Istituto Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino).

segnale di uscita ed una adeguata compensazione termica).

Dinamometri più elaborati comportano una parte per il fissaggio dell'utensile ed una di sostegno all'organo della torretta della macchina. In genere, la sezione di applicazione degli estensimetri è ristretta in modo che su essa si abbia sotto carico una deformazione dell'ordine di grandezza voluto. Le sezioni sono state costruite in forma quadrata, rettangolare ed anche tubolare.

Il dinamometro a due componenti estensimetrico costruito nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino adotta tale criterio e forma: la trave tubolare, che consente elevati momenti di inerzia della sezione resistente, senza ridurre eccessivamente la sensibilità. Lo strumento, presentato senza protezione esterna, in modo che siano visibili gli estensimetri appare come nella fig. 8. Si impiegano due ponti completi di estensimetri, con i quattro lati attivi.

Il dinamometro è orientabile intorno al proprio asse, in modo da permettere la taratura con pesi morti e da realizzare

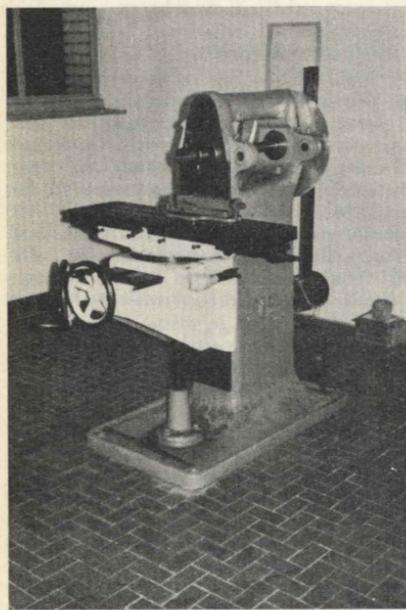


Fig. 11 - Modello-pendolo per misura del lavoro assorbito nel taglio (Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino).

un rapporto a piacere fra le componenti, secondo le due direzioni ortogonali di misura. Per prove, nelle quali il calore prodotto durante il taglio possa compromettere gli estensimetri, è prevista la possibilità del raffreddamento ad acqua; gli estensimetri sono inoltre montati in guisa che, per condizioni normali, presentino una sufficiente compensazione termica.

La taratura è eseguita su macchina di prova campione a pesi diretti (dell'Ist. Dinamometrico Italiano di Torino); si è constatato che l'uscita dei due ponti si mantiene lineare per tutto il campo di forze utili, con un rapporto fra sensibilità e segnale a fondo scala, superiore a 1/2500. Inoltre, la sensibilità trasversale può essere contenuta entro limiti di $\pm 0,5\%$ f.s. come si rileva dalla fig. 9, che riporta l'andamento del fattore di taratura, per rapporti fra le componenti secondo le due direzioni di misura, compresa fra 0 e 4.

Le misure sono state eseguite sia con dispositivi registratori, sia con una centralina portatile, di facile impiego e costo inferiore ai dispositivi registratori (figura 10).

È quindi possibile, utilizzando questo tipo di dinamometro, eseguire rilevazioni circa le forze di taglio, con un grado di precisione considerevole: vale a dire, confrontare risultati anche assai vicini fra loro, in prove comparative che evidenziano differenze seppur minime, come occorre in ricerche sulla lavorabilità.

Misura della potenza assorbita nel taglio.

Siffatta specie di misure possono essere considerate quale alternativa, rispetto alle forze di taglio; ed i metodi, atti a determinare la potenza di taglio, sono invero numerosi, basandosi: o sulla misura della potenza elettrica assorbita dalla macchina (depurata, naturalmente, delle perdite dovute ai vari rendimenti di trasmissione), oppure sulla determinazione delle forze mediante dinamometri, o ancora sulla misura della quantità di calore sviluppata.

Comunque, la *potenza specifica* — che potrebbe essere assunta come indicazione della lavorabilità del materiale — è la potenza divisa per il volume di truciolo asportato. Anziché considerare la potenza assorbita nel taglio misurata con metodi tradizionali, è possibile valutare il lavoro necessario all'asportazione di un truciolo di determinate dimensioni, fornendo all'utensile una quantità di energia prefissata (*pendolo*) e valutando l'energia assorbita per mezzo della misura di risalita del pendolo stesso.

L'idea di adoperare un *pendolo* per la misura della lavorabilità di un materiale risale, in una prima forma rudimentale, a J. Airey e C. J. Oxford; indi fu ripresa da A. S. Keneford (negli USA) e da Leyensetter (in Germania).

Il pendolo di Oxford-Airey presupponeva un moto di avanzamento del pezzo ad ogni colpo: per ogni prova, si effettuavano 10 colpi, spostando il pezzo fra l'uno e l'altro colpo, di una quantità corrispondente all'avanzamento. Letta l'energia assorbita ad ogni colpo ed effettuata la pesatura dei trucioli asportati nei 10 colpi, si otteneva la misura dell'energia assorbita, per asportare un pollice cubo di materiale.

Più complesso appariva il «pendolo doppio» del Layensetter, atto a fornire una misura indiretta della lavorabilità: ciò complicava la prova e rendeva — in pratica — piuttosto incerti i risultati.

All'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino si è provveduto alla progettazione ed alla costruzione di un pendolo, derivato da una frestratrice orizzontale (fig. 11), il cui mandrino (opportunitamente montato su cuscinetti a rotolamento di precisione) riceve il moto e l'energia necessaria al taglio, da una mazza, posta all'estremità dell'asta imbullonata nella parte posteriore del mandrino. Sul naso del mandrino è bloccata una testa portautensile (fig. 12), che — oltre a sostenere l'utensile medesimo, di tipo eguale a quello impiegato sui torni — consente la registrazione, in modo da poter variare la distanza fra il tagliente e l'asse di rotazione del mandrino. Si rende così possibile variare la velocità di taglio dell'utensile, a parità di velocità angolare del mandrino.

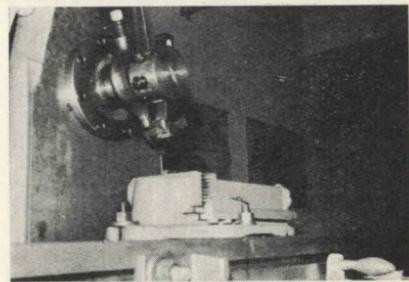


Fig. 12 - Testa portautensile del martello-pendolo e supporto del pezzo.

L'asta del pendolo può essere registrata, a propria volta, in base a differenti lunghezze, per variare il lavoro disponibile e le velocità di caduta (fig. 13).

Il moto di taglio è impresso all'utensile dal pendolo, il quale — analogamente a quanto avviene nel *pendolo di Charpy* — nel moto di discesa accumula energia cinetica, che viene in parte assorbita nel taglio ed in parte ritrasformata in energia potenziale nella risalita.

I valori estremi delle velocità di rotazione istantanee, nel momento del contatto utensile-provino, corrispondono a 30 g/min e 75 g/min; le energie cinetiche variano tra 8 e 48 kgm. Il provino del materiale da misurare (fig. 14) presenta forma e dimensioni standard ed è ricavato (rettificato) su un blocchetto prismatico di dimensione $20 \times 2 \times 30 = 40$ mm. Detto provino è montato su una morsa, fissata alla tavola portapezzo della macchina ed ha un avanzamento verticale, ottenuto sollevando la tavola portapezzo verso l'utensile; tale registrazione viene effettuata ogni volta, a macchina ferma, e verificata con un comparatore di precisione.

Le misure sono eseguite con il seguente procedimento: l'estremità dell'asta del pendolo è sollevata per mezzo di un paranco, sino all'altezza voluta; in tal modo, l'utensile si trova staccato dal provino e da esso abbastanza distante. Indi si solleva la tavola portapezzo, di una quantità corrispondente all'avanzamento

desiderato. (Nelle prove eseguite, è stato fissato un avanzamento standard di 0,20 mm.). Sganciando l'asta dalla posizione di attesa in alto, il pendolo inizia la sua oscillazione, trascinando in rotazione l'utensile, che asporta il truciolo dal provino, spostando l'indice sul quadrante sino alla posizione massima di risalita.

Appena il pendolo inizia l'oscillazione di ritorno e prima che l'utensile possa essere ritornato a contatto col pezzo, strisciando col suo dorso contro esso, si abbassa la tavola portapezzo, in modo da evitare questo strisciamento che potrebbe risultare dannoso all'utensile.

Eseguita la lettura sul quadrante, per ripetere la prova si risolveva lentamente la tavola, sino a portare il pezzo in posizione da sfiorare l'utensile; siffatta manovra è opportuna, poiché l'utensile asporta, in realtà, un sovrametallo leggermente inferiore a quanto stabilito teoricamente, a causa della compressione elastica che l'utensile esercita sul pezzo; pertanto, si effettua la «sfioratura» dell'utensile sul provino. L'avanzamento è dell'ordine di $0,02 = 0,04$ mm e si lascia

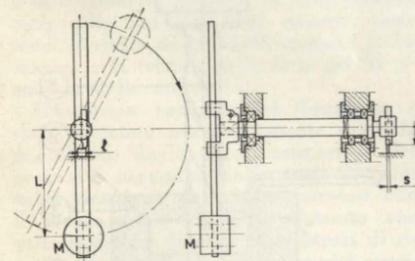


Fig. 13 - Schema del martello-pendolo.

oscillare il pendolo senza toccare ulteriormente il provino, sino alla fermata dell'utensile.

È noto come, nelle letture al pendolo, sia presente un errore dovuto alla resistenza dell'aria ed agli attriti (in particolare, quello dell'indice). Per introdurre le necessarie correzioni, sono state tracciate le *curve di smorzamento*, rilevate per mezzo di una macchina da presa cinematografica, con la quale è stato ripreso il pendolo in oscillazione libera. Inoltre, per tenere conto del fatto che lo smorzamento dovuto agli attriti non è costante, ma diminuisce col procedere delle prove, è opportuno ripetere ogni tanto una serie di misure a vuoto.

Per la valutazione della significatività delle misure eseguite, è stato applicato il «*t test*»⁽³⁾, che si è manifestato particolarmente adatto ai casi, nei quali il numero di misure (letture) a disposizione è troppo piccolo, per una applicazione diretta della teoria di Gauss. Secondo il metodo citato, l'errore del quale dev'essere tener conto nella serie di $n+1$ misure sarebbe dato dalla formula:

$$L^* - \bar{L} = t \cdot \sqrt{\frac{\sum L - \bar{L}^2}{n}} \times \sqrt{\frac{2n+2}{n+1}}$$

dove t è il coefficiente definito in funzione del valore $2n+1$ e della probabilità p percentuale, che la singola misura cada nell'intervallo individuato con la formula soprascritta.

Misure della lavorabilità per mezzo della temperatura di taglio.

Le misure di questo tipo si basano sul concetto, che in determinate condizioni di lavoro esiste una certa connessione fra la temperatura dell'utensile e la durata dell'utensile stesso. Perciò, misurando la temperatura, si possono ottenere utili indicazioni, che conducono ad una semplice e breve prova di lavorabilità.

Le condizioni di regime termico all'estremità dell'utensile sono normalmente raggiunte entro un periodo di pochi secondi dopo l'inizio del taglio (fig. 15).

Parecchie tecniche, per misure di questo tipo, sono state sviluppate dal 1924 in poi, allorché *Gottwein* in Germania, *Herbert* in Inghilterra e *Shore* in America — indipendentemente e presso che simultaneamente — svilupparono un metodo, basato su una termocoppia utensile-pezzo. Il *Sahnazarov* usò una termocoppia formata da due differenti piastrelle di acciaio superrapido, con una piccola area di contatto saldata; *Schwerd*, *Kraemer* e più recentemente *Reichenbach* misurarono la temperatura, ricorrendo alla tecnica delle radiazioni: vale a dire, concentrando le radiazioni infrarosse, prodotte nella zona di taglio su un elemento fotosensibile.

Schalbrock e *Lang* introdussero l'uso di vernici termosensibili, per individuare la temperatura dell'utensile: metodo che fu usato anche da *Pahlitzsch*, *Helmerdig*, *Bickel* e *Widmer*; la fotografia a raggi infrarossi comporta risultati soddisfacenti, purché la sensibilità della pellicola sia appropriata alla prova.

Un primo tentativo di soluzione analitica, per lo studio della temperatura di taglio e della sua distribuzione alle varie parti dell'estremità dell'utensile risale a qualche anno addietro, per opera di *Trigger* e *Chao*: molti Autori ne ripresero e svilupparono le ricerche; fra questi, lo *Yamanoto*, il quale espose una teoria sul medesimo problema, ponendo in evidenza la temperatura di taglio ed altresì le sue variazioni in funzione dei fluidi da taglio impiegati.

Come si è accennato, il primo metodo per le misure di temperatura, basato su un circuito termoelettrico (avente quale coppia termoelettrica il punto di contatto utensile-pezzo), risale a *Herbert* e *Gottwein*, di poi ripreso da *Show*, *Pigott* e *Richardson*; lo schema di impiego del circuito appare nella fig. 16.

Su un tubo, si realizza il taglio ortogonale, con utensile a pala, al quale è collegato uno dei due cavi elettrici, mentre l'altro cavo è collegato al pezzo in lavorazione, opportunamente isolato. La coppia termoelettrica che si viene così a formare, utensile-pezzo è tarata per confronto con una termocoppia-campione, formata con chromel-allumel. Dato che uno dei materiali che costituiscono la saldatura termoelettrica è quello del pezzo, tale metodo esige che si ripeta la taratura della termocoppia ogni qual volta viene cambiato il materiale in lavorazione: ciò rappresenta una limitazione ed uno svantaggio del metodo stesso.

Per ovviare all'inconveniente, si introdusse il «*metodo del doppio utensile*» (fig. 17): i due utensili, costituenti la

(3) Cfr. S. EILON, *Industrial Engineering Tables* (ed. Van Nonstrand, London 1962).

coppia, sono geometricamente eguali, però in materiali diversi. Si procede dal presupposto che le condizioni di lavoro dei due utensili siano identiche: il che è vero per utensili appena affilati, ed è sufficientemente approssimato per utensili che lavorino entro un intervallo di

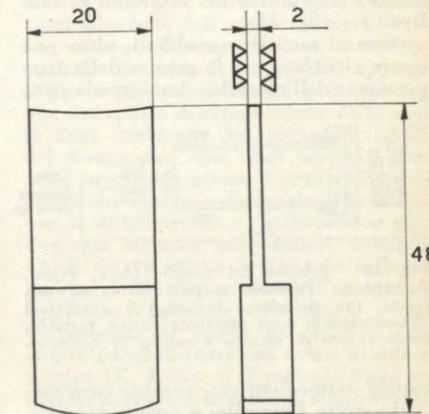


Fig. 14 - Provino normalizzato per prove su martello-pendolo.

poche decine di secondi; essendo diversi i materiali che li costituiscono, i due utensili si usureranno infatti in modo diverso. Qualora l'intervallo di tempo sia prolungato, i due utensili, diversamente usurati, non possono più risultare eguali e pertanto vengono a trovarsi in condizioni di lavoro differenti. Eppure l'eguaglianza fra i due utensili, e quindi delle condizioni di taglio ad esse relative, è fondamentale, affinché si verifichi l'eguaglianza delle temperature sulle due estremità degli utensili; solo a questa condizione può ritenersi indipendente dal materiale l'indicazione ottenuta, comportandosi la doppia saldatura come una saldatura unica fra le estremità degli utensili, portati alla temperatura comune.

In realtà, per le inevitabili differenze di condizioni di taglio e temperatura fra i due punti di contatto utensile-pezzo, la temperatura misurata con questo mezzo si può meglio intendere come temperatura-media della saldatura.

La taratura della coppia con doppio utensile si esegue una sola volta per i due materiali componenti gli utensili ed è valida per qualsiasi materiale in lavorazione. I due utensili possono essere costituiti da due differenti tipi di acciaio, rapido o superrapido; ancora, uno può essere in acciaio (rapido o superrapido) e l'altro ad inserti di carburo. La coppia termoelettrica, portata alle temperature di lavoro, sviluppa una forza elettromotrice, che può essere misurata con di-

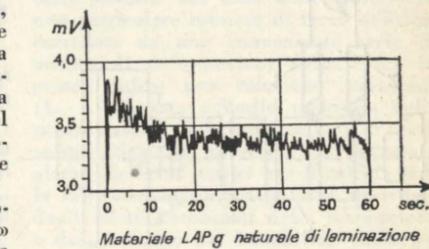


Fig. 15 - Periodo transitorio, che precede il raggiungimento della condizione di regime di temperatura sulla punta dell'utensile.

versi strumenti: il millivoltmetro oppure il galvanometro registratore, che consente di osservare l'andamento della temperatura ed il tempo impiegato dalla coppia, per raggiungere l'equilibrio termico nelle diverse condizioni di lavoro.

La precisione ottenuta con questi strumenti è dell'ordine dei centesimi di millivolt (4) (fig. 18).

Oltre ai metodi sopradetti, altro può essere ricordato per la misura della temperatura dell'utensile, impiegando una

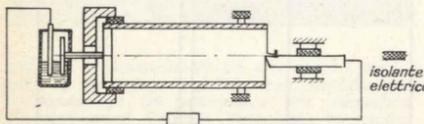


Fig. 16 - Schema del metodo Shaw, Pigott, Richardson: l'utensile a pala lavora su una faccia, per ricondurre la prova a condizioni bidimensionali; sono eliminate alcune variabili, quali angolo di attacco e raggio di raccordo.

coppia termoelettrica: consiste nell'eseguire, entro l'utensile, e quanto più possibile in prossimità della zona vicina al tagliente, un foro: indi, nell'inserire entro il foro una coppia termoelettrica. Il procedimento si è rilevato specialmente significativo, quando si voglia procedere a misurazioni della temperatura dell'utensile, a differenti distanze dal tagliente.

Un criterio completamente diverso, per la misura della quantità di calore sviluppata durante il taglio, è fornito dal metodo calorimetrico, proposto da A. O. Schmidt, ripreso ed applicato anche nell'Istituto di Tecnologia Meccanica al Politecnico di Torino. La precisione, con la quale un calorimetro può fornire risultati, è essenzialmente basata sull'isolamento che le sue pareti detengono con l'esterno, oltre alla precisione con la quale le misure sono compiute.

Ora, nell'applicazione citata, il calorimetro (fig. 19) dovrebbe contenere il pezzo, l'utensile ed il truciolo, in modo da poter misurare la quantità di calore sviluppata nella zona di taglio, considerando anche le parti che da tale zona prontamente allontanano per conduzione, lungo l'utensile, il pezzo e sopra tutto il truciolo. Per assicurare una misura precisa, non dovrebbero verificarsi scambi di calore con l'esterno. Tuttavia, poiché non è possibile predisporre costruttivamente tale soluzione (in quanto il

(4) Cfr. LEVI-SAMBROTTO, *Tool-Tip Temperatures in steel turning*, ASME 1962 (memoria redatta sulla base di prove condotte nell'Istituto di Tecnologia Meccanica del Politecnico di Torino).

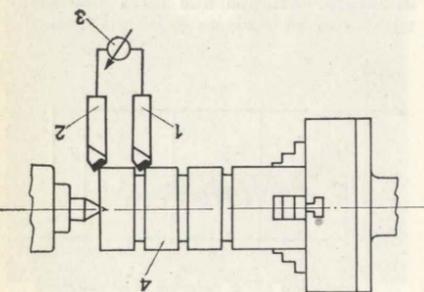


Fig. 17 - Schema della disposizione della termocoppia con doppio utensile. 1-2=utensili (carburo ed acciaio super rapido); 3=potenzio-metro; 4=pezzo.

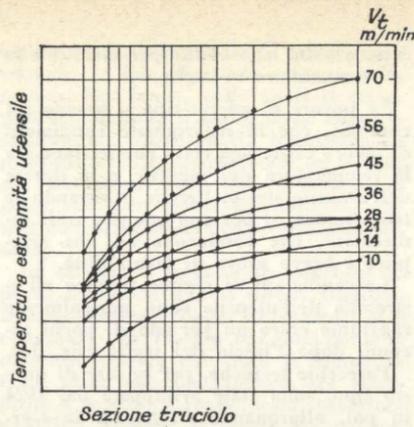


Fig. 18 - Temperatura della estremità dell'utensile, in funzione della sezione del truciolo per diversi valori della velocità di taglio.

pezzo dovrà essere montato e sostenuto da appositi organi della macchina) l'utensile a propria volta dovrà essere sostenuto saldamente ed avere un moto di avanzamento a seconda della lavorazione prescelta.

Lo Schmidt propose una lavorazione di trapano, essendo relativamente facile sostenere il pezzo in lavorazione, con bloccaggio su una piattaforma autocentrante, a propria volta fissata alla tavola del trapano; il provino del materiale in lavorazione penetra nel calorimetro (di forma cilindrica) attraverso la base inferiore; il recipiente calorimetrico è chiuso superiormente da un tappo, attraverso il quale deve però passare la punta elicoidale, che esegue la foratura. Pertanto le condizioni ideali di un buon calorimetro sono piuttosto lontane da questa realizzazione, per l'introduzione del provino dalla parte inferiore del calorimetro e dell'utensile dalla parte superiore.

Possibili sono pertanto gli scambi di calore con l'esterno, anche se le realizzazioni pratiche costruttive del calorimetro e la brevità delle prove condotte tendono a ridurre al minimo l'inconveniente. Le suddette perdite di calore corrispondono al 10÷15% circa, a seconda della temperatura raggiunta dall'acqua del calorimetro; malgrado la limitazione, l'interesse della prova consiste nella possibilità di confronto fra la quantità di calore sviluppato in condizioni analoghe, per forare materiali diversi.

La misura della quantità di calore sviluppata durante il taglio (la quale può essere assunta quale indice di lavorabilità del materiale), eseguita con il calorimetro, è basata sulla nota relazione:

$$Q = (m_a + m_e) c (t_1 + t_2)$$

dove:

m_a è la massa dell'acqua del calorimetro;
 m_e è l'equivalente in acqua del calorimetro;
 $c = 1$ (calore specifico dell'acqua);
 t_1, t_2 temperatura iniziale e finale dell'acqua nel calorimetro
 (vedasi anche l'articolo: G. F. MICHELETTI, *Lavorabilità dei materiali metallici*).

Misure della lavorabilità per mezzo della finitura superficiale.

È stato osservato che acciai con eguale composizione chimica ed eguale microstruttura, lavorati in identiche condizio-

ni, possono presentare finiture superficiali notevolmente diverse (Bickel). La causa è stata attribuita a diversità anche lievi di struttura; da tale considerazione sarebbe possibile trarre la conclusione, che una misura di finibilità del materiale può essere in qualche modo legata ad una misura di lavorabilità.

Per effettuare misure di finitura superficiale su un pezzo tornito, occorre isolare, per quanto più è possibile, i fattori intrinseci del materiale, che determinano la finitura, e quelli che sono invece dovuti alle modalità di lavorazione od alla macchina impiegata; la misura dovrà pertanto essere compiuta, in modo da non tenere conto delle rigature elicoidali corrispondenti all'elica (trajettoria dell'utensile) sono piuttosto semplici: ad esempio, lavorare un pezzo cilindrico con una profondità di passata piuttosto rilevante rispetto al pezzo; eliminare o ridurre con utensile avente angolo di attacco al minimo le vibrazioni della macchi-

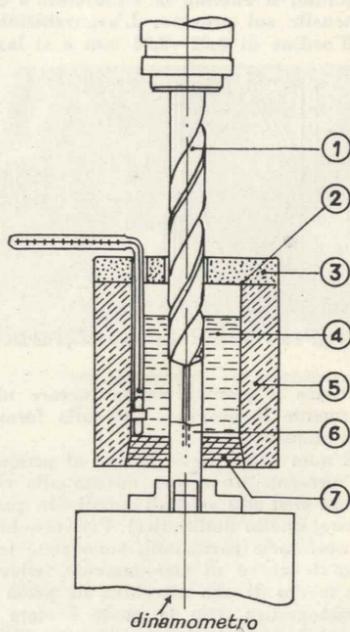


Fig. 19 - Calorimetro di A. O. Schmidt per la misura della quantità di calore sviluppata in lavorazioni di foratura. 1=punta elicoidale; 2=recipiente calorimetrico; 3=tappo superiore; 4=acqua; 5=rivestimento isolante; 6=provino; 7=tappo inferiore.

na e del pezzo (che tanta parte rivestono nella finitura superficiale). Gli accorgimenti per eliminare il primo inconveniente di 90°; indi misurare la rugosità superficiale non sulla parte cilindrica, ma sullo spallamento che ne risulta. Naturalmente, per ottenere un'indicazione attendibile, è necessario interrompere bruscamente il taglio, in modo che l'utensile non compia un giro con avanzamento presso che nullo a contatto con la parte lavorata.

Altro accorgimento consiste nell'utilizzare un utensile a pala, ed imprimergli un avanzamento longitudinale realizzando una tornitura cilindrica con avanzamenti dell'ordine di 2÷3 mm per giro; oppure ancora effettuare un taglio ortogonale, con azione frontale, su un tubo.

Gian Federico Micheletti

NOTIZIARIO

Il congresso minerario internazionale di Salisburgo

ENEA OCCELLA fornisce un breve resoconto critico del Congresso minerario internazionale di Salisburgo (settembre 1963), commentando ed analizzando lo sviluppo dei relativi sette temi di lavoro e delle conferenze di carattere generale.

Dal 15 al 21 settembre 1963 circa 500 tecnici minerari, provenienti da 30 nazioni, si sono raccolti a Salisburgo per seguire i lavori del 3° Congresso Internazionale sulla Coltivazione delle Miniere. La manifestazione seguiva a regolare distanza di tempo altri due convegni, tenuti in Polonia ed in Cecoslovacchia per iniziativa di Docenti e Tecnici dell'Europa Orientale; la scelta di una città austriaca per la sede del Congresso consentì questa volta una più estesa partecipazione di delegati del mondo intero, rendendo di conseguenza più vivo il dialogo tra i Tecnici occidentali ed orientali e facilitando lo scambio di informazioni reciproche sui problemi assunti come tema generale della manifestazione (« La scienza e la tecnica nella lotta per la sicurezza delle miniere »).

L'indirizzo generale del Congresso è stato orientato prevalentemente verso la descrizione degli sforzi compiuti e del progresso raggiunto dalle varie Nazioni nella riduzione dei rischi connessi con il lavoro nelle miniere, piuttosto che sulla relazione di particolari lavori di ricerca concernenti argomenti teorici specifici; tuttavia non sono mancati esempi di interessanti comunicazioni di carattere rigorosamente scientifico e di interventi altrettanto importanti durante le discussioni seguite alle varie relazioni.

Le 43 relazioni presentate erano inquadrate nelle sezioni: Accordo dell'uomo e del suo lavoro per l'incremento della sicurezza e della produttività; Nuove possibilità offerte dalla tecnica moderna in rapporto ai tipi di giacimenti ed ai metodi di abbattimento; Controllo del tetto e lotta contro i distacchi ed i rilasciamenti di roccia; Lotta contro gli incendi e le esplosioni di gas; Prevenzione e trattamento delle malattie dei minatori; Organizzazione generale della sicurezza. Esse sono state precedute da 3 conferenze introduttive di carattere generale e da una relazione critica finale, chiusa con il primo annuncio del prossimo Congresso, che si terrà ad Harrogate (Inghilterra) nel settembre 1965, sul tema generale « Metodi moderni di coltivazione ».

Nelle conferenze preliminari è stata illustrata una prima rassegna di mezzi tecnici e di provvedimenti idonei alla riduzione degli incidenti minerari, quali risultano anzitutto dalle misure preventive, dalla selezione professionale, dallo sviluppo dei mezzi di misura della concentrazione dei gas esplosivi e dal miglioramento delle caratteristiche dei detonatori impiegati per l'innescamento degli esplosivi, degli esplosivi di sicurezza, delle reti elettriche di distribuzione sotterranea e dei mezzi antipolvere, anti-esplosione ed anti-incendio. Tutti questi argomenti, rapidamente percorsi durante

l'esame dei mezzi antinfortunistici elaborati dalle miniere austriache (compiuto da H. KERN, Direttore del Servizio Minerario austriaco) e durante la sintesi critica delle Conferenze dei Direttori dei Laboratori delle Stazioni di Ricerca e Prova di Varsavia (elaborata da W. CYBULSKI) e di Aix-les-Bains (da parte di R. CHERADAME), dovevano successivamente fornire lo spunto alle varie sedute del Congresso.

La prima sezione di lavori (sul tema « Accordo dell'uomo e della sua attività per l'incremento della sicurezza e dell'efficacia del lavoro ») ha compreso una serie di conferenze di carattere generale, intesa ad inquadrare i principi della sicurezza nel loro aspetto umano. N. H. GEORGE (« I principi della sicurezza ») ha insistito sulla necessità di una costante verifica delle condizioni di lavoro e del relativo razionale adeguamento alle esigenze della produzione, come dell'analisi accurata delle cause degli incidenti; separatamente sono stati ricordati i principi della fisiologia e della psicologia del lavoro (M. MAURER: « Orientamenti della ricerca sui fattori psico-fisici del lavoro ») e quelli della selezione attitudinale, della formazione professionale e dell'educazione contro i rischi di incidenti sul lavoro (A. ANASIEWICZ: « Adattamento professionale dell'uomo al lavoro nell'industria mineraria »). È d'altra parte ritenuto oggi assolutamente necessario giungere a riabilitare ed a reinserire nei quadri produttivi quanti sono stati colpiti da incidenti e da malattie professionali (E. KREMLER: « Risana-mento e riconversione dei minatori dopo incidenti e malattie professionali »).

Nel quadro del secondo gruppo di relazioni — sul tema dello « Sfruttamento dei moderni mezzi tecnici di coltivazione e di scavo per il miglioramento della sicurezza, anche in rapporto ai differenti tipi di giacimenti minerari » — è emersa la necessità di inquadrare sistematicamente gli studi fondamentali sulle caratteristiche delle rocce e dei depositi minerari, di correlare le ricerche sulle proprietà fisiche e meccaniche con lo studio litologico-petrografico, di utilizzare correttamente i metodi di rilevamento statico e di programmazione matematica dei lavori, per ridurre i pericoli connessi con il perfezionamento ed il potenziamento dei mezzi impiegati nelle coltivazioni sotterranee ed a giorno. S. BOSHKOV (« Impiego di metodi razionali nella progettazione di lavori minerari ») e K. BRANDI (« Effetti della razionalizzazione e della meccanizzazione dell'industria carbonifera sulla sicurezza delle miniere ») hanno insistito sulla necessità di una sistematica organizzazione dei lavori sotterranei, così da pervenire contemporaneamente ad un progresso nella produttività e nella sicurezza, sfruttando le

possibilità offerte dall'automatizzazione e dalla meccanizzazione dei cantieri nelle più moderne tecnologie di coltivazione. Utilizzando il metodo statistico è inoltre stato possibile organizzare con notevole efficienza il servizio di sicurezza nelle miniere francesi di uranio (A. GOUX e L. VUCHOT: « La sicurezza nelle coltivazioni minerarie dell'uranio »), mentre anche altrove l'inquadramento statistico-analitico dei singoli incidenti è apparso il primo provvedimento da prendere per una dettagliata discriminazione delle cause degli incidenti. Nel corso dei lavori del Congresso, sono stati ulteriormente presi in considerazione i problemi particolari che derivano dai pericoli connessi con la distribuzione e l'utilizzazione dell'energia elettrica nei cantieri minerari (A. S. KRAVCHENKO: « Ricerche sulla sicurezza nell'utilizzazione dell'energia elettrica nell'industria mineraria ») e con la presenza di acque nei cantieri, da edurre od allontanare con mezzi di difesa passiva (Z. AJTAY: « Il pericolo delle irruzioni d'acqua e la relativa eliminazione nelle miniere ungheresi »). Per il caso particolare delle miniere e delle cave a cielo aperto, sono stati infine sistematicamente illustrati i vantaggi tecnico-organizzativi della perforazione inclinata, soprattutto nei riguardi della sicurezza dei cantieri (B. J. KOCHANOWSKY: « Migliori condizioni di sicurezza con l'impiego di fori inclinati nelle miniere a cielo aperto »).

Il tema del terzo gruppo di lavori concerneva « Il controllo del tetto e la lotta contro i distacchi di roccia, i colpi di tetto ed i rilasciamenti di tensione »; le memorie presentate hanno inteso illustrare interessanti realizzazioni nel campo del sostegno delle pareti libere dei cantieri sotterranei, analizzare le statistiche dei rilasciamenti di tensione in tipiche miniere profonde ed anche affrontare l'argomento teorico del calcolo degli elementi di sostegno del tetto. Mentre tutte le memorie hanno insistito sull'influenza dei fattori dipendenti dalla coltivazione (dimensioni dei vuoti, velocità di avanzamento, ecc.) sull'insorgere dei colpi di tensione, un'illustrazione assai efficace delle realizzazioni nel campo del sostegno idraulico mobile per i cantieri a lunga fronte, elemento non solo di sicurezza, ma anche di incremento notevole della produttività, è stata fornita da R. M. LIEGEOIS (« Il controllo del tetto nei cantieri equipaggiati con il sostegno meccanizzato »); la successiva memoria scritta da E. TINCELIN e P. SINOU (« Tiro ed armamento nelle gallerie a tetto delicato di una miniera di ferro lorenese ») ha presentato una sintesi applicativa delle misure impiegate per il miglioramento della stabilità del tetto nelle gallerie in una particolare miniera di ferro oolitico, corredata da una conveniente serie di misure di deformazioni delle rocce in posto; infine una relazione americana (L. A. PANEK: « Studio razionale della progettazione del bullonaggio di tetti stratificati nelle miniere ») ha illustrato alcuni elementi teorici per il calcolo della funzione statica dei bulloni, derivante dagli effetti combinati della sospensione e del serraggio dei banchi. In linea generale, per le miniere profonde, quali alcune coltivazioni tipiche sudafricane e cecoslovacche, è poi risultato che la eli-

minazione sistematica dei metodi che portano all'abbandono di porzioni di roccia integra a sostegno dei vuoti o residue nelle frane o nelle ripiene — evidenti motivi di concentrazioni localizzate di tensione — riduce notevolmente i rischi di rilassamenti di tensione e conseguentemente la pericolosità dei cantieri sotterranei.

Nel quadro delle relazioni del *quarto gruppo* («Prevenzione e lotta contro gli incendi di miniera»), sono stati discussi sia le possibilità di eliminazione dei pericoli d'incendi (realizzabile con l'utilizzazione di materiali incombustibili ed antideflagranti nella pratica dei cantieri), sia i mezzi di svelare le lievi anomalie concentrazioni di gas combustibili (ossido di carbonio) che si determinano nel sottoraneo all'atto dell'inizio di un'ossidazione incompleta del carbone, sia ancora i mezzi di spegnimento degli incendi, una volta sviluppati presso le coltivazioni. Un mezzo preventivo contro gli incendi di notevole efficacia è risultato, secondo I. HOFBAUER e G. SEBORG («L'utilizzazione delle conoscenze della chimica per la sicurezza delle miniere») l'iniezione di miscele di cloruro di calcio e di argilla, igroscopiche, per lungo tempo conservanti la loro plasticità e capaci di impedire l'ossidazione del carbone presso le pareti degli scavi; i mezzi di lotta classici contro la combustione già innescata (chiusure stagne per isolare completamente i pannelli incendiati) hanno dato d'altra parte buoni risultati in India (K. N. SINHA: «Ricerche su incendi sotterranei in una miniera indiana»), mentre un inusitato sistema per soffocare fuochi sotterranei, adottato in Cina (WANG TIE-SIN: «Prime prove su scala industriale per l'estinzione di incendi nel bacino di Chegan»), è consistito nell'invio presso i cantieri in ossidazione, attraverso una rete opportuna di canalizzazioni, di gas di combustione di una centrale costruita appositamente a giorno, così da fornire un'atmosfera inerte alle zone incendiate.

La principale attenzione del Congresso è stata dedicata ai problemi del *quinto gruppo* di lavori, sul tema: «Coltivazione dei giacimenti contenenti gas e lotta contro le esplosioni». In questo quadro anche gli studi teorici sono stati estesi innanzi tutto alla determinazione preventiva della quantità di gas sviluppabile dal carbone in seguito alla sua distensione (G. D. LIDINE: «Metodi di calcolo della quantità di metano nei cantieri minerari in rapporto al contenuto di gas degli strati di carbone») e concernono anche necessariamente le correlazioni con il meccanismo della modificazione delle tensioni nel massiccio roccioso, in evoluzione durante le coltivazioni, soprattutto nei rapporti con le irruzioni istantanee (W. W. KHODOR: «Principi teorici del meccanismo delle irruzioni istantanee di carbone e di gas e misure di lotta contro questi fenomeni nelle miniere di carbone»). Anche l'innescò delle esplosioni di gas è stato oggetto di ricerche dettagliate in Inghilterra, riportate alle pos-

sibilità di accensione di miscele tonanti connesse con l'uso dell'energia elettrica (D. W. WIDGINTON: «L'accensione di miscele aria-metano da parte di scariche elettriche»); i fenomeni che intervengono durante le irruzioni istantanee sono stati d'altra parte accuratamente analizzati, in rapporto ad una estesa serie di casi particolari (W. GIMM ed Altri: «Previsione del meccanismo degli sviluppi istantanei di gas nella coltivazione delle miniere di sali potassici»). Un'accurata e completa analisi statistica dei fenomeni di irruzioni ed esplosioni di gas avvenuti nel passato è stata poi esposta in un'interessante memoria inglese, che ha riferito sinteticamente sugli incidenti avvenuti negli ultimi 80 anni (F. V. TRIDESWELL: «Il rischio di esplosioni minerarie in Gran Bretagna»). In linea generale, il mezzo più utile per valorizzare il gas e per ridurre a valori minimi il rischio di sviluppi continui e di eruzioni istantanee di grisou risulta la diretta captazione del metano, specie se essa viene estesa agli strati secondari, non coltivati, secondo la pratica ormai da tempo attuata in Francia ed in Cecoslovacchia (I. TAMASY: «La captazione del grisou e gli esperimenti di protezione contro le eruzioni istantanee di gas nel bacino di Pecs»), talora combinata con sondaggi di distensione e con teleiniezione d'acqua (quale risulta dalla relazione del belga R. VANDELOISE, su «Prevenzione dello sviluppo normale del grisou per mezzo di sondaggi di captazione e delle irruzioni istantanee con sondaggi di distensione»). Un paragone tra l'efficacia degli sbarramenti ad acqua e di quelli a polvere inerte per il bloccaggio delle esplosioni è stato ricavato per via sperimentale in una galleria di prova in Germania (H. HANEL: «La lotta contro le deflagrazioni e le esplosioni nella coltivazione sotterranea, con particolare riguardo all'efficacia dell'acqua e delle polveri inerti»); vi è risultato che gli sbarramenti ad acqua hanno un'efficienza assai superiore a quelli costituiti da polveri di roccia.

Il *settimo gruppo* di relazioni concerneva «La prevenzione ed il trattamento delle malattie dei minatori»: un'attenzione particolare è stata riservata alla lotta contro le polveri, come mezzo tecnico fondamentale per la riduzione della diffusione di pneumoconiosi, ed in particolare della silicosi. Sono stati presentati lavori che testimoniano i progressi compiuti negli Stati Uniti ed in Gran Bretagna per la riduzione della polverosità atmosferica, ottenuta sia con un miglioramento sistematico della ventilazione dei cantieri, sia con l'irrorazione delle polveri sul luogo stesso di loro formazione (si veda a tal riguardo la nota di J. CARVER: «Prevenzione e soppressione delle polveri nelle miniere inglesi di carbone»). Le misure di controllo della polverosità, il frequente controllo medico dei minatori e le misure mediche adottate per il recupero dei colpiti dalle pneumoconiosi sono responsabili del successo raggiunto in questi ultimi anni nel-

la lotta contro le malattie da polveri. Anche gli studi fondamentali sullo sviluppo delle polveri nelle operazioni non facilmente meccanizzabili possono portare un contributo al miglioramento dell'igiene dei cantieri: uno studio italiano (G. BALDINI ed E. OCCELLA: «Confronto tra differenti tipi di materiali per ripiena pneumatica agli effetti della riduzione della polverosità e del tenore di silice libera nelle classi inalabili delle polveri») ha illustrato le possibilità di utilizzazione di tensioattivi per il miglioramento delle condizioni dell'atmosfera ambiente, durante le operazioni di ripiena pneumatica, anche sulla base di un confronto tra vari tipi di rocce adatte a tal tipo di riempimento dei vuoti. L'attenzione del Congresso è stata anche richiamata su alcuni argomenti di minor interesse in senso generale, ma che testimoniano comunque il significato della collaborazione attiva tra medici e tecnici per il miglioramento delle condizioni di lavoro, sia allo scopo di definire l'efficacia di alcuni mezzi terapeutici collaterali, quali l'alluminoterapia, da oltre 15 anni impiegata sistematicamente in alcune miniere canadesi, sia ancora per combattere i rischi connaturati con le radiazioni ionizzanti, presenti nelle coltivazioni uranifere, sia infine nella lotta contro i rumori e le vibrazioni, quali determinati ad esempio dall'uso di moderne e potenti macchine per la perforazione pneumatica.

Per ultimo, il *settimo gruppo* di relazioni riguardava le «Considerazioni generali per l'incremento della sicurezza nelle miniere». Facendo riaffiorare i temi compresi nel primo gruppo, vi è emerso come elemento fondamentale della riuscita della prevenzione degli incidenti sul lavoro l'educazione contro il rischio, portata a termine con forme nuove di propaganda, che spingono all'attenzione, senza intimidazione, ma avvalendosi soprattutto dell'efficacia formativa dell'esempio e dell'interesse destato da premi e concorsi. In tale ordine di idee Romania (M. ANGELESCU ed N. HERESCU: «La campagna di propaganda per la sicurezza delle miniere, mezzo efficace per la diminuzione degli incidenti sul lavoro»), Svezia (I. JANELID ed I. POUSSETTE: «Il progresso tecnico dal punto di vista della sicurezza nell'industria mineraria svedese») ed Inghilterra (W. A. WOOD: «Organizzazione della sicurezza e servizi di salvataggio nel Regno Unito») sono riuscite a razionalizzare i mezzi di propaganda e, armonizzando le statistiche degli incidenti, modernizzando i metodi educativi, imponendo regolamentazioni ragionevoli ma inderogabili, avvalendosi dell'azione formatrice della Scuola, hanno posto la base per il successo delle misure tecniche di prevenzione, che trovano la loro base costante — su cui ha ribadito il suo accento il Prof. G. B. FETTWETS nella Conferenza solenne di chiusura del Convegno — nell'aspetto umano del problema del miglioramento della sicurezza sul lavoro.

Enea Occella

Bollettino d'informazioni N. 3
Settembre 1963

Centro Nazionale Studi Urbanistici

Il 24 maggio scorso, per iniziativa del Consiglio Nazionale degli Ordini, si è riunito in Roma il Comitato del «Centro Nazionale di Studi Urbanistici», presieduto dal sen. Emilio Battista.

Del Comitato fanno parte oltre al Presidente del Consiglio Nazionale degli Ordini e all'ing. Emilio Battista, venticinque esperti in materia urbanistica, che rappresentano le maggiori Città Italiane. Sono stati chiamati a rappresentare l'Ordine di Torino i Collegi Aldo Pilutti, Gino Salvestrini e Giuseppe Tomaselli.

Nella sua prima seduta il Comitato ha preso in esame lo statuto che dovrà regolamentare questo nuovo importante Organismo che, con scopi culturali, tecnici e professionali, intende:

— favorire l'istituzione e coordinare l'attività dei «Centri Provinciali di Studi Urbanistici» presso gli Ordini Provinciali;

— promuovere e coordinare gli studi sull'Urbanistica e sull'Edilizia, valorizzando e diffondendone i principi, favorendo la sempre maggiore conoscenza della materia in tutto il territorio nazionale ed all'Estero;

— esprimersi sui problemi di carattere urbanistico interessanti la vita nazionale;

— favorire la collaborazione fra le Associazioni che si occupano dei problemi urbanistici.

Dopo l'approvazione dello statuto è stata nominata una Commissione ristretta formata dai Collegi Arnaldi di Genova, Bosisio di Milano, Bozzato di Bologna, Columbo di Milano, Silva di Milano e Tomaselli di Torino, incaricata di presentare entro il decorso mese di settembre le conclusioni degli studi, già a suo tempo intrapresi, su una nuova disciplina urbanistica nazionale.

È auspicabile che, presso l'Or-

ORDINE DEGLI INGEGNERI della PROVINCIA DI TORINO

dine di Torino, si costituisca al più presto il «Centro Provinciale di Studi Urbanistici» riallacciando i contatti con quei Collegi che, sotto la diligente ed appassionata opera dell'ing. Pilutti, già parecchi anni fa avevano formato una «Sezione Urbanistica».

Dobbiamo riconoscere quanto sia stata scarsa, sino ad oggi, la partecipazione degli Ingegneri in

Conversione dell'abilitazione

a) PER I PRESTATORI D'OPE-
RA SUBORDINATA

Dichiarazione dei datori di lavoro.

Contrariamente a quanto pubblicato sui bollettini n. 2, 1962 e n. 2, 1963, ed in seguito a rettifica dell'Intendenza di Finanza, il Politecnico di Torino accetta ora le dichiarazioni dei datori di lavoro attestanti l'attività professionale svolta solamente se redatte in carta da bollo da L. 200.

Pertanto, per il Politecnico di Torino, tali dichiarazioni dovranno:

1) Essere in carta da bollo da L. 200;

2) Essere firmate da un legale rappresentante del datore di lavoro (Direttore Generale, Amministratore Delegato, Capo del personale) la cui identità e carica devono sempre essere chiaramente specificate.

La firma dovrà di regola essere autenticata da un Notaio;

3) Le dichiarazioni devono attestare la data d'inizio — ed eventualmente quella di conclusione — del rapporto di lavoro, ed inoltre precisare la natura delle mansioni svolte. (Dunque non si scriva genericamente: «ha svolto e svolge tutt'ora mansioni da ingegnere», ma invece sia specificato, ad esem-

questa disciplina, che possiamo definire uno dei cardini del progresso del nostro Paese, ed accettare con entusiasmo questo invito a partecipare attivamente alla vita del «Centro Provinciale di Studi Urbanistici». Solo così sarà possibile contribuire, con l'azione comune, ad accrescere il prestigio e l'ascendente di ciascun urbanista ingegnere nell'ambito della vita cittadina e nazionale.

G. TOMASELLI

pio: capo reparto manutenzione; progettista impianti elettrici; addetto all'ufficio acquisti; capo officina di produzione, ecc.);

4) Norma transitoria. Le domande e le dichiarazioni già presentate in precedenza al Politecnico di Torino sono da ritenersi valide salvo esplicita informazione contraria diretta personalmente all'interessato dalla Segreteria della Commissione.

b) PER I LIBERI PROFESSIONISTI

Documentazione della attività svolta.

Al fine di semplificare l'espletamento delle pratiche presso gli Uffici Comunali, dalla Commissione per la Conversione dell'abilitazione verrà ritenuta sufficiente la documentazione di non più di tre opere del richiedente che abbiano ottenuto la licenza edilizia.

Tale documentazione sarà costituita da un certificato (in carta legale) dell'Amministrazione Comunale, attestante la progettazione dell'opera o delle opere.

Per ottenere tale documentazione gli interessati dovranno:

1) Per il Comune di Torino.

Consegnare allo sportello di presentazione dei progetti della Divi-

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO

sione XVII una domanda in carta legale, indirizzata al Sindaco, elencante le opere (sino ad un massimo di tre) con tutti i dati atti alla loro precisa identificazione e, in particolare, con l'indicazione del numero di protocollo dato dall'Ufficio Comunale alle pratiche relative alle opere stesse.

2) Per gli altri Comuni.

Gli interessati dovranno richiedere direttamente alle Amministrazioni Comunali le modalità di presentazione della domanda di cui sopra.

c) PER TUTTI

1) Dichiarazione d'iscrizione all'Albo (in carta legale).

Nel caso che l'interessato sia stato iscritto successivamente in più Ordini degli Ingegneri, dovrà presentare una dichiarazione di ognuno di essi, per il relativo periodo d'iscrizione.

Nel caso che la prima iscrizione all'Albo sia avvenuta alquanto

tempo dopo il conseguimento della laurea, oppure che vi siano state interruzioni nell'iscrizione all'Albo, il richiedente dovrà presentare una dichiarazione (in carta libera) nella quale, sotto la propria responsabilità, confermi che nel periodo — o nei periodi suddetti non è stato iscritto in alcun Ordine degli Ingegneri.

2) Attività professionale svolta all'estero.

Gli interessati dovranno dimostrare, mediante idonea documentazione debitamente autenticata dalla Rappresentanza diplomatica o consolare italiana nonché legalizzata dal Ministero degli Affari Esteri, di esercitare la professione secondo le norme in vigore nel Paese di provenienza.

3) Si ricorda a tutti che il limite ultimo per la presentazione della domanda di conversione scade improrogabilmente il giorno 11 dicembre 1964.

opera di un ingegnere ed allora la firma del geometra non è giustificata; o è opera di un geometra e questo non è ammesso.

Tra l'altro, la Corte di Cassazione, Sezione Unite, con sentenza del 1° luglio 1959 n. 2098 ha affermato che « Non può ritenersi viziato da eccesso di potere giurisdizionale il provvedimento con il quale il Consiglio Nazionale degli Ingegneri applica la sanzione disciplinare dell'avvertimento al professionista ritenuto colpevole di aver assunto a proprio collaboratore un geometra, nell'espletamento di un incarico eccedente l'attività professionale consentita ai geometri dalle vigenti norme ».

Si conclude pertanto che sono illegittime ed abusivamente inammissibili la firma di favore e la firma congiunta su qualsiasi progetto od elaborato tecnico, salvo che tale progetto o elaborato tecnico rientri nei limiti di competenza dei geometri o degli altri tecnici diplomati.

Nel caso però che in un'opera, rientrante nei limiti di competenza dei geometri, debba essere progettata una struttura in c. a., questa può e deve essere eseguita da un tecnico laureato con elaborati a parte in quanto al geometra è solo consentito l'utilizzazione di alcuni elementi semplici (art. 2 dell'Accordo Intersindacale del 19 maggio 1938) e non la progettazione (ved. Ordinamento professionale dei geometri approvato con R. D. 11 febbraio 1929, numero 274) e ciò per conto diretto del committente e dell'impresa costruttrice.

È vietato inoltre in modo assoluto apporre firme congiunte su progetti di tecnici diplomati giustificando tali firme con le progettazioni a carattere statico e come garanzia professionale per lavori da loro non diretti.

Questo Consiglio Nazionale ritiene pertanto necessario che ogni Consiglio di Ordine Provinciale svolga tutte quelle azioni di controllo affinché i colleghi che prestano firme di favore o congiunte siano denunciati e perseguiti, onde evitare di creare danno morale e professionale a tutta la Categoria, con discredito nell'opinione pubblica.

Assemblea straordinaria

Si è tenuta in data 2 settembre presso la nostra Sede l'Assemblea Straordinaria indetta per la designazione di due delegati al Congresso di Foggia.

L'assemblea si è aperta alle ore 21,20 sotto la presidenza del Consigliere anziano Cenere, che ha esordito ricordando il defunto Presidente del Consiglio Nazionale, Giovanni Cavallucci. Sono quindi state comunicate ai presenti le modalità per la scelta dei Delegati, adottata dall'Ordine di Foggia come da istruzioni del Consiglio Nazionale e cioè: ciascun Ordine è rappresentato dal Presidente, o da un suo Delegato; altri delegati, fino ad un massimo di 4, saranno nominati dal Consiglio e dall'Assemblea degli iscritti.

A tale scopo sottopone alla scelta dell'Assemblea quattro nominativi, affidando all'Assemblea stessa la scelta di due delegati e riservandosi la nomina degli altri due.

I nominativi proposti sono i seguenti: Cenere, Salvestrini, Tavano, Torretta.

Moretto prende la parola per illustrare ai presenti il suo punto di vista contrario all'iniziativa del Consiglio di Torino, precisando che i 4 colleghi proposti sono tutti consiglieri dell'Ordine, mentre lo spirito delle norme emanate dal Consiglio Nazionale, pur senza esplicita affermazione in tal senso, era di riservare una adeguata rappresentanza agli iscritti non appartenenti al Consiglio.

Cenere obietta che i Consiglieri risultano meglio informati e più documentati sulle varie questioni abitualmente discusse nei congressi. Piglia rafforza questa tesi stigmatizzando l'assenteismo dei colleghi, ancora una volta confermato dalla mancanza di relazioni, malgrado gli inviti avanzati in proposito anche sul Bollettino.

Mortarino rivendica i diritti dell'Assemblea, indipendentemente dalla più o meno attiva partecipazione degli iscritti alla vita dell'Ordine, e comunque si dichiara scarsamente convinto del-

l'utilità dei congressi in generale e dell'opportunità di parteciparvi.

Su quest'ultimo punto invece, Tavano è di parere nettamente contrario e sottolinea come la formulazione molto generica dei temi di quest'anno permetta di farvi rientrare agevolmente tutti i problemi degli ingegneri, avanzando nel contempo concrete proposte di soluzione ed allacciando utili relazioni con personalità e uomini di governo.

Replica Mortarino criticando l'accento alla politica contenuto in uno dei due temi; sostiene la necessità per gli ingegneri di fare astrazione da qualsiasi « agganciamento » in tale campo e di rifiutare appoggi politici che risultano sempre interessati.

Ancora Tavano interviene: pur accettando in linea teorica questo punto di vista, fa rilevare l'impossibilità pratica di dimenticare il fattore politico che ormai domina la vita italiana, essendo legate agli interessi politici le possibilità di vedere considerate le esigenze e le rivendicazioni delle varie categorie di cittadini.

La tesi è ripresa da Piglia che cita, a titolo di esempio chiaramente dimostrativo, il progetto di legge Longoni sulle competenze dei geometri; avanza comunque seri dubbi sulla possibilità per gli ingegneri di ottenere l'appoggio dei politici, dato che il peso elettorale che essi rappresentano è forzatamente inferiore a quello delle altre categorie.

Molari, pubblico funzionario, prende la parola sul secondo tema « crisi dei quadri tecnici » e ne ricollega le cause alla posizione di inferiorità riservata all'ingegnere, ad esempio nella gerarchia statale, proprio in quanto appartenente ai quadri tecnici. Auspica quindi che venga a cessare la disparità di trattamento e che agli ingegneri sia offerta la possibilità di salire fino ai massimi ruoli dell'ordinamento statale, a parità con gli altri laureati.

Segue un accenno alla complementarietà dei due temi, da alcuni condiviso e da altri respinto: in

argomento intervengono Cenere, Torretta, Carena, Mortarino, Tavano, Molari, Sandrucci, Peracchio e Piglia nell'ordine, ed altri.

Da notare, nel corso di queste lunghe discussioni, un accenno di Torretta al pericolo che, insistendo troppo sulla crisi dei quadri tecnici, vengano imposti per risolverla rimedi semplicistici, non risolutivi e tutt'altro che graditi, quali la paventata « Laurea intermedia » o « diploma di ingegnere ».

Apprensioni non condivise da Sandrucci che ritiene l'ingegnere laureato tanto decisamente superiore da non dover temere concorrenza alcuna. Su questa tesi alcuni nutrono dubbi e da qualche parte si obietta che solo una chiara e rigorosa definizione delle competenze specifiche dell'ingegnere potrà mettere i laureati in ingegneria al riparo da concorrenze abusive.

Conclude la discussione il Presidente dell'Assemblea che, ritenendo oramai sufficiente approfondito l'argomento, invita i presenti a designare i due delegati.

Viene richiesta e concessa una breve interruzione ed alla ripresa l'Assemblea si dichiara anzitutto d'accordo sul punto di vista di Moretto, orientando la sua scelta su due colleghi non appartenenti al Consiglio dell'Ordine.

A tale scopo vengono proposti i nomi di Tomaselli, Sandrucci e Molari.

Dopo qualche discussione circa la procedura da seguire per la votazione, la maggioranza dell'Assemblea si dichiara a favore della votazione per alzata di mano, con qualche oppositore, che insiste per la votazione a scrutinio segreto.

Si passa quindi alla votazione della quale risultano designati pressochè all'unanimità Sandrucci e Tomaselli, con il terzo nominativo, Molari, in qualità di riserva. Da notare che il collega Molari aveva lasciato l'aula al momento dell'interruzione.

Non essendo emerso alcun altro argomento di discussione, il Presidente dichiara chiusa l'Assemblea alle ore 23,30 circa.

Precisazioni del Consiglio Nazionale in tema di progetti con firme abbinate o di favore

Questo Consiglio Nazionale, premesso che le norme per i procedimenti disciplinari sono dettate dagli articoli 43 e seguenti del R. D. 23 ottobre 1925, n. 2537, che approva il regolamento delle professioni di ingegnere e architetto, si è espresso nel senso che per quanto concerne le sanzioni da infliggere, queste dipendono, naturalmente, dalla gravità delle infrazioni, tenuto conto di tutte le condizioni oggettive e soggettive del caso da prendere in esame.

La firma « di favore » è senza dubbio da condannarsi, perchè si presta a far violare la legge, e per la stessa ragione va riprovata e repressa la firma « abbinata », o « congiunta », anche perchè contrasta con le norme di etica professionale che all'art. 3 afferma: « l'ingegnere non deve firmare progetto od elaborato non eseguito sotto la sua direzione, nè prestare garanzia professionale per lavori da lui non diretti ».

Infatti le invasioni dei geometri e degli altri tecnici diplomati nella sfera di competenza degli ingegneri sono penalmente perseguibili, a tenore dell'art. 348 cod. pen., per abusivo esercizio professionale (mentre l'usurpazione del titolo di ingegnere è repressa dall'art. 498 cod. pen.).

Ma, *quid iuris* se un progetto, eccedente i limiti di competenza del geometra, reca firme abbinata di geometra e di ingegnere?

In questo caso l'esercizio professionale diventa abusivo in quanto si entra nel campo del diritto pubblico poichè ad ogni titolo corrisponde una funzione e nella fattispecie l'ingegnere viene ad attribuire al geometra una competenza che le leggi non gli riconoscono: fatto che la Magistratura ha sempre condannato. E ciò senza dire dell'inganno alla pubblica fede e dell'elusione della legge che firme abbinata consentono perchè o il progetto è

Necrologi

Dr. Ing. Giovanni Cavallucci

Il Presidente del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, Giovanni Cavallucci, da tempo colpito da grave malattia, ha concluso la Sua intensa ed operosa vita terrena.

Nel ricordarne la figura ai colleghi non possiamo che mettere in evidenza come la scomparsa sia avvenuta proprio nel momento in cui il Bollettino del Consiglio Nazionale, creato or è un decennio dall'allora Segretario del Consiglio medesimo, per impulso dello stesso quale Presidente, assumeva la nuova veste tipografica, particolarmente apprezzabile e senz'altro meglio confacente all'importanza dell'Organismo di cui era la voce ufficiale.

Varata la nuova Rivista, l'ingegnere Cavallucci si apprestava ad una nuova fatica, il Congresso Nazionale di Foggia, Sua città natale, che avrebbe avuto evidentemente un significato del tutto particolare dal lato umano, oltre ad una basilare importanza per la gravità dei problemi che incombono oggi sull'intera categoria degli ingegneri.

Primo Congresso d'Ingegneria nell'Industria

Organizzato dalla Sezione di Torino dell'Associazione Nazionale Ingegneri Dipendenti da Aziende con la collaborazione del Salone Internazionale della Tecnica.

Comitato di Presidenza: Dr. Ing. Giancarlo Anselmetti, Sindaco della Città di Torino, Presidente della Soc. Naz. Cogne; Prof. Dr. Augusto Bargoni, Direttore dell'Unione Industriale di Torino; Prof. Dr. Ing. Carlo Bertolotti, Segretario Generale della S.p.A. Torino-Esposizioni e del Salone Internazionale della Tecnica; Prof. Dr. Ing. Antonio Capetti, Magnifico Rettore del Politecnico di Torino; Prof. Dr. Ing. Giorgio Dardanelli, Presidente dell'Ordine degli Ingegneri della

Non gli fu concesso di vivere quest'ultima esperienza!

Ora spetta a tutti coloro che ebbero modo di collaborare con Lui di continuare la Sua opera, cominciando proprio da questo Congresso che si è svolto in questi giorni.

Dr. Ing. Biagio Beria

Nato a Torino il 6 aprile 1889 e Laureato in Ingegneria Industriale Meccanica a Torino nel 1914, Ufficiale del Genio durante la prima guerra mondiale, iscritto al nostro Ordine dal 1926.

A Torino ed al Piemonte l'Estinto dedicò particolarmente la sua attività dapprima come Direttore Fiat e successivamente come Direttore e Presidente della Snia Viscosa.

Fu poi Amministratore Delegato e Direttore Generale della RIV in Villar Perosa assumendo da ultimo analoghe cariche presso la Vetrocoke di Porto Marghera.

Per diversi anni presiedette la « Fondazione Politecnica Piemontese » benemerita associazione che contribuì all'incremento ed all'aggiornamento dei mezzi tecnici e scientifici a disposizione del Politecnico della nostra città.

Provincia di Torino; Dr. Enrico De Gennaro, Direttore dell'I.P. S.O.A.; Dr. Ing. Danilo Fozzati, Direttore dello Stab. Ing. C. Olivetti & C., Pozzuoli; Dr. Ing. Dante Giacosa, Direttore Principale della Direz. Superiore Tecnica Automobili Fiat S.p.A.; Prof. Dr. Ing. Gino Martinoli, Direttore della « Rivista di Organizzazione Aziendale », Milano; Dr. Ing. Giovanni Nasi, Vice-Presidente della Fiat S.p.A., Presidente del Comitato Generale del Salone Int. della Tecnica; Dr. Ing. Giuseppe Prever, Vice-Direttore Generale della S.p.A. RIV; Cav. del Lav. Giuseppe Soffietti, Presidente della S.p.A. Torino-Esposizioni e del Comitato Esecutivo del Salone Internazionale

della Tecnica; Dr. Ing. Renato Tavani, Presidente dell'Associazione Nazionale Ingegneri Dipendenti da Aziende; Dr. Arch. Flavio Vaudetti, Presidente dell'Ordine degli Architetti del Piemonte e Valle d'Aosta.

Segreteria: Dr. Ing. Sandro Peracchio, Dr. Ing. Giorgio Bo, Dr. Ing. Roggero Maré, dell'ANIDA - Sezione di Torino.

TEMA: Problemi di ingegneria connessi con l'organizzazione nell'industria. Relatore Generale: Dr. Ing. Neri Torretta, Vice-Presidente dell'ANIDA, Consigliere Segretario dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino.

Mansioni di Perito Comunale nei Comuni con popolazione superiore ai 10.000 abitanti

Il Consiglio Nazionale, tenuto conto che, in virtù dell'art. 16 lettera q) del R. D. 11 febbraio 1929 n. 274, i geometri possono « esercitare mansioni di perito comunale per le funzioni tecniche ordinarie nei Comuni con popolazione fino a 10.000 abitanti, esclusi i progetti di opere pubbliche » sentito il Centro Nazionale di Studi Urbanistici, segnala come opportuna una azione degli Ordini per rendere operante la norma stessa.

Chiede inoltre ai Sigg. Prefetti di intervenire presso quei Comuni aventi popolazione superiore ai 10.000 abitanti, i cui uffici tecnici sono ancora affidati ai geometri, invitandoli ad assumere un ingegnere, affidandogli la responsabilità dell'ufficio tecnico comunale.

Per opportuna conoscenza segnala che, secondo i dati del decimo censimento generale della popolazione del 15 ottobre 1961, i Comuni della Provincia di Torino che superano i 10.000 abitanti sono i seguenti:

Carmagnola, Chieri, Chivasso, Ciriè, Collegno, Grugliasco, Ivrea, Moncalieri, Nichelino, Pinerolo, Rivoli, Settimo T., Venaria.

La nuova composizione del Consiglio Nazionale

Presidente: Sen. Ing. Emilio Battista.

Vice Presidente: Dr. Ing. Letterio Donato.

Segretario: Dr. Ing. Sergio Brusa Pasquè.

Componenti: Dr. Ing. Adriano Bagnasco; Dr. Ing. Giuseppe Casalis; Dr. Ing. Gino Greggio; Dr. Ing. Mario Ingrams; Dr. Ing. Anselmo Moretto; Dr. Ing. Carlo Piegari; Dr. Ing. Mario Rubini; Dr. Ing. Corrado Terranova.

Il Presidente neo eletto ha indirizzato ai Consigli Provinciali una circolare di saluto che qui di seguito riproduciamo:

« Nell'assumere la presidenza del Consiglio Nazionale mi è gradito porgere ai Presidenti, ai Consigli degli Ordini ed a tutti gli iscritti il mio più cordiale saluto.

« Molti problemi attendono la loro soluzione e non mi nascondo che il compito che mi è stato affidato è grave, ma per quanto deboli siano le mie forze, metto queste completamente a disposi-

zione della Categoria sorretto dall'appoggio e dalla collaborazione dei colleghi del Consiglio Nazionale che ringrazio della fiducia dimostratami elevandomi a sì alta carica.

« Nel lavoro che ora inizio mi saranno particolarmente vicino due illustri ed esperti colleghi, il Prof. Letterio Donato e l'Ingegnere Sergio Brusa Pasquè che ringrazio per la collaborazione che essi mi daranno, ma conto anche molto sulla collaborazione dei Presidenti e dei Consigli degli Ordini, poichè soltanto da un'azione coerente ed unitaria sarà possibile conseguire risultati concreti nell'interesse della categoria ».

A nome del Consiglio dell'Ordine di Torino ringraziamo da queste colonne il Sen. Ing. Battista, accettando di buon grado l'invito alla collaborazione, che a nostra volta giriamo a tutti gli iscritti, ed assicurandolo che per parte nostra non mancheranno iniziative ed idee, come non sono mancate in passato.

Obbligatorietà delle targhe di cantiere

In seguito ad un intervento dell'Ordine degli Ingegneri, la Prefettura di Torino ha trasmesso a tutti i Sindaci della Provincia la circolare qui di seguito riportata:

PREFETTURA DI TORINO

Ai Sigg. Sindaci
dei Comuni della Provincia
Loro Sedi

OGGETTO: Obbligatorietà delle targhe di cantiere.

È stato segnalato a questa Prefettura che frequentemente nei cantieri edilizi viene omessa l'esposizione delle targhe contenenti le generalità del progettista, del direttore dei lavori e dell'assistente.

Questa Prefettura aveva già diramato con circolare 5703 del 4 febbraio 1953, le disposizioni impartite in proposito dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Si conferma ora che per i Comuni nei quali non esista un regolamento edilizio che fissi norme al riguardo, dovrà prescriversi esplicitamente che, chiunque intenda eseguire lavori, che comportino comunque possibilità di pericolo per le persone e responsabilità per gli esecutori, deve richiederne preventiva autorizzazione al Sindaco, presentando, in originale e copia, il relativo progetto firmato da un tecnico autorizzato per legge, con l'indicazione del tecnico preposto alla direzione dei lavori; inoltre, nei cantieri dove si eseguono le opere deve essere apposta una tabella recante l'oggetto dei lavori, l'intestazione della ditta esecutrice, le generalità del progettista, del direttore e dell'assistente dei lavori e ad ogni richiesta del personale di vigilanza o controllo deve

essere esibita la licenza di costruzione.

Si prega di richiamare i dipendenti uffici e gli altri Enti interessati alla stretta osservanza delle citate disposizioni e di favorire esplicita assicurazione di esatto adempimento.

IL PREFETTO
G. Migliore

In base a precedenti disposizioni prefettizie il Consiglio dell'Ordine ritiene necessario aggiungere a complemento della Circolare suddetta, la seguente precisazione:

« Ove il progettista delle opere in cemento armato non coincida con il progettista delle opere generali, dovrà anch'esso essere specificato sulla targa di cantiere; ed analogamente per il direttore dei lavori delle opere in cemento armato, ove non coincida col direttore delle opere generali.

50 anni di Laurea

La Manifestazione in onore dei Colleghi che hanno compiuto i cinquanta anni di laurea si è svolta il 5 giugno 1963, nella Sala delle Congregazioni al Municipio di Torino.

Tale cerimonia, presieduta dal Sindaco della Città alla presenza di altre Autorità cittadine e di personalità dell'Industria e della Scuola, ha visto un largo concorso di colleghi, che si sono riuniti intorno ai festeggiati:

Antoldi Aristide, Bonicelli Guido, Decker Guido, Franceschetti Luigi, Gambaro Amedeo Este, Goffi Achille, Lautier Felice, Locchi Remo, Marchetti Michele, Mazzolini Umberto, Molli Piero, Musso Paolo, Nebiolo Luigi, Orlandini Orlando, Perrone Mario, Ricci Augusto, Rubic Guido, Zanetti Giuseppe.

Alla manifestazione ha fatto seguito un pranzo, offerto dall'Ordine ai Colleghi festeggiati, all'Albergo Ambasciatori, cui hanno pure partecipato numerosi i colleghi, completando in un'atmosfera particolarmente calda e cordiale il successo dell'iniziativa.

Verso la mutua per gli Ingegneri e Architetti

Alla fine della precedente legislatura, era stato presentato al Parlamento, per iniziativa dei Senatori Ingegneri Battista e Buizza, un progetto di legge per la istituzione di una mutua riservata agli Ingegneri ed agli Architetti, come completamento della Cassa Nazionale di Previdenza. Era previsto che la gestione dell'assistenza malattie fosse affidata a un ente già esistente e che funziona egregiamente. Vista l'esperienza fatta con la Cassa, l'adesione alla nuova mutua sarebbe stata del tutto volontaria e facoltativa.

Lo stesso progetto sarà quasi certamente riproposto dal Senatore Ing. Battista al nuovo Parlamento.

(Dal Notiziario A.N.I.D.A. n. 3 giugno 1963)

Il disegno di legge, che porta il n. 99, è stato comunicato alla Presidenza dai Senatori Ingg. Pietro Amigoni, Emilio Battista, Angelo De Luca, Giuseppe Garlato, Basilio Focaccia, in data 19 luglio 1963.

Pubblichiamo qui di seguito la relazione introduttiva che ci è stata cortesemente inviata dalla Cassa Nazionale di Previdenza:

Onorevoli Senatori,

Si ripresenta al Vostro esame il presente disegno di legge che già approvato dal Senato (Stampato n. 2317) alla fine della passata Legislatura, non potè essere approvato dalla Camera dei deputati per lo scioglimento del Parlamento avvenuto pochi giorni dopo.

Il disegno di legge approvato riguardava la modifica degli articoli 2, 9, 13 e 24 della legge 4 marzo 1958, n. 179 relativo alla istituzione della Cassa di Previdenza e Assistenza per gli Ingegneri ed Architetti.

Il presente disegno di legge si riferisce soltanto agli articoli 2, 9 e 13 della sopracitata legge, mentre la modifica dell'articolo 24 formerà oggetto di un successivo disegno di legge per tenere conto di

alcune osservazioni fatte dalla competente Commissione della Camera dei Deputati in sede di preliminare esame.

Come si è detto il titolo della legge 4 marzo 1958, n. 179, è il seguente:

« Istituzione ed ordinamento della Cassa di Previdenza ed Assistenza per gli Ingegneri ed Architetti ».

Senonchè, nel testo definitivamente approvato dal Parlamento, nulla si dice per quanto riguarda l'assistenza, mentre questa è vivamente richiesta dagli iscritti.

D'altro canto, le ragioni che indussero i due rami del Parlamento ad escludere l'assistenza, si riferivano soprattutto al forte aggravio di spese che l'assistenza malattia avrebbe imposto ad una Cassa di Previdenza che ha un limitato numero di iscritti (circa 32 mila), ed alla conseguente complessa organizzazione amministrativa che ne sarebbe derivata agli uffici della Cassa.

L'assistenza malattia è peraltro ormai effettuata da tutti gli Enti previdenziali e grave lacuna ne deriverebbe quindi nel sistema previdenziale italiano se una categoria come quella degli ingegneri ed architetti ne venisse esclusa.

Per ovviare all'inconveniente che indusse allora il Parlamento ad escludere l'assistenza malattia dagli scopi istitutivi della Cassa, si è pensato di proporre, nel presente disegno di legge, che detta assistenza anzichè venire attuata direttamente dalla Cassa, possa essere affidata ad Istituti che hanno già una organizzazione appropriata e che sono peraltro anche autorizzati ad erogare l'assistenza malattia in favore di iscritti ad altre organizzazioni similari, come ad esempio l'E.N.P.D.E.D.P.

L'articolo 2 della legge istitutiva della Cassa viene modificato quindi, aggiungendo un nuovo capoverso nel quale è detto che la Cassa di Previdenza ed Assistenza per gli Ingegneri ed Architetti può affidare ad uno dei predetti isti-

tuti autorizzati, l'assistenza malattia per gli iscritti che ne facciano domanda.

È quindi una facoltà dell'iscritto di chiedere di beneficiare dell'assistenza malattia e non un obbligo, in quanto molti di essi già ne beneficiano, per altro titolo.

Tenendo inoltre presente che la Cassa di Previdenza per gli Ingegneri ed Architetti rende obbligatoria, ai fini previdenziali, la iscrizione di tutti gli ingegneri ed architetti che possono per legge esercitare la libera professione, non sarebbe giusto che una parte degli introiti al predetto titolo venisse devoluta a favore di una attività a carattere volontario, quale l'assistenza malattia.

Quindi, nello stesso comma aggiuntivo dell'articolo 2, si precisa anche che gli oneri derivanti dall'assistenza malattia devono far carico esclusivamente agli interessati, senza che ne derivi un aggravio finanziario per la Cassa.

Si è seguito, in tal modo, lo stesso criterio adottato per l'assistenza malattia per gli iscritti alla Cassa di assistenza dei parlamentari. Anch'essa è volontaria ed anche essa non grava sugli introiti della Cassa di Previdenza per i Parlamentari.

In relazione all'aggiunta apportata all'articolo 2, per un necessario coordinamento, è indispensabile poi modificare anche gli articoli 9 e 13, onde sottoporre la convenzione da stipularsi con l'Ente assistenziale prescelto, prima, al parere del Comitato nazionale dei delegati e, successivamente, all'approvazione del Consiglio di Amministrazione della Cassa.

(Dal Notiziario A.N.I.D.A. n. 4 agosto 1963)

Dalla Cassa di Previdenza

Con deliberazione della Giunta Esecutiva della Cassa è stato costituito un Comitato di Vigilanza avente lo scopo di curare i rapporti con le Amministrazioni dello Stato, delle Regioni, delle Provincie, dei Comuni e degli Enti Pubblici, al fine di uniformare i criteri di

applicazione dei disposti di cui agli articoli 24 della legge istitutiva e 6 del Regolamento.

Per il Piemonte sono stati designati due membri e precisamente:

— l'Ing. Cesare Orsi residente in Torino, C.so Duca degli Abruzzi 30, per le Provincie di Torino, Cuneo e Aosta;

— l'Ing. Luigi Pattarelli di Alessandria, per le Provincie di Vercelli, Novara, Asti e Alessandria.

Il Presidente della Cassa confida che agli stessi venga data da tutti gli iscritti la massima collaborazione facilitando loro l'adempimento dell'importante incarico.

Premi Torino della Società Ingegneri e Architetti

La cerimonia della consegna dei « Premi Torino 1962 » ebbe luogo, in forma solenne, il giorno 14 marzo 1963 nella Sala d'onore di Palazzo Lascaris, alla presenza dell'on. Emilio Colombo, allora Ministro dell'Industria e Commercio, nonché di un folto pubblico.

Le maggiori Autorità cittadine ed eminenti personalità del mondo della cultura e dell'industria

intervenero alla cerimonia. Ricordiamo S. E. il Cardinale Arcivescovo, S. E. il Prefetto, il Comandante della Regione Militare, il Presidente della Provincia, il Sindaco di Torino, il Rettore del Politecnico, il Presidente della Camera di Commercio, i Sovrintendenti, il Direttore dei Civici Musei, i Vice-Presidenti della Fiat ed i Presidenti degli Ordini degli Ingegneri e degli Architetti.

Numerosissimi colleghi ingegneri ed architetti nonché i collaboratori dei premiati hanno completato il vivo successo della manifestazione.

I vincitori dei premi 1962 sono:

Giuseppe Gabrielli, Professore Ordinario nel Politecnico di Torino e progettista di fama internazionale nel campo delle costruzioni aeronautiche;

Pininfarina, Maestro di fama mondiale nel campo dell'Industrial Design; perfezionatore della tecnica costruttiva delle carrozzerie e creatore in Torino di uno stile italiano nell'architettura delle automobili;

Fiat, Grande industria automobilistica realizzatrice di fondamentali progressi negli strumenti di locomozione terrestre, aerea e marittima, feconda sorgente di benessere economico per il Piemonte.

Convegno Internazionale sui Problemi Grafici nell'Ingegneria e nell'Architettura

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino ha indetto a Torino il Convegno Internazionale sui problemi grafici nell'ingegneria e nell'architettura, nei giorni 27-29 settembre 1963 in occasione del Salone della Tecnica.

Organizzazione delle sezioni:

a) Problemi grafici dell'architettura;

b) I problemi grafici nell'ingegneria;

c) Problemi grafici nell'istruzione superiore;

d) I problemi grafici dell'« industrial design »;

e) L'arte grafica nelle sue applicazioni.

Presidente: Ing. Mario Catella.

Comitato esecutivo: Ing. Guido Bonicelli; Ing. Prof. Augusto Cavallari-Murat; Ing. Edoardo Goffi; Arch. Prof. Enrico Pellegrini; Arch. Nino Rosani.

Membri corrispondenti: Prof. Arch. Lando Bartoli, Firenze; Prof. Arch. Marcello Checchi, Padova; Prof. Arch. Gaspare De

Fiore, Roma; Prof. Arch. Carlo Maggiora, Firenze; Prof. Arch. Luigi Vagnetti, Palermo.

Segretari: Arch. Giorgio Ceretti; Arch. Emilio Giay.

Avviso

Si ricorda che è in preparazione il volume sul ciclo di conferenze recentemente organizzate dalla Sezione Piemonte dell'IN/ARCH riguardanti:

La nuova legge sull'imposta delle aree fabbricabili;

Le aree fabbricabili in Torino e la legge n. 167;

La proposta nuova legge urbanistica, progetto Sullo.

Dato il limitato numero di esemplari che sarà posto in circolazione, chi desiderasse acquistare la pubblicazione (il cui prezzo sarà fissato in L. 1500), è pregato di richiedere la prenotazione senza invio di denaro) alla Segreteria dell'IN/ARCH, presso avv. Angeletti, via Barbaroux n. 6, Torino.

Deliberazioni del Consiglio dell'Ordine

L'Ing. Carlo Rubini è stato designato a far parte della Commissione Igienico-Edilizia della Città di Settimo Torinese.

L'Ing. Carlo Ollivero ha partecipato, in rappresentanza dell'Ordine, al 3° Congresso Internazionale per l'organizzazione dei cantieri (Torino, 20-21 settembre).

Al Congresso di Foggia, oltre ai due delegati designati dall'Assemblea, Ingg. L. Sandrucci e G. Tomaselli, hanno partecipato i colleghi Salvestrini e Torretta, designati dal Consiglio.

Il Presidente ha poi delegato quale suo rappresentante l'Ingegnere Cenere.

Avevano diritto di voto, ciascuno per un singolo tema, i colleghi Cenere e Torretta.

BANDI DI CONCORSO

che si possono consultare presso la Segreteria dell'Ordine

Comune di Savona: Concorso Nazionale progetto sistemazione area attuale sede Ospedale San Paolo a zona mista residenziale e commerciale. Scadenza: 2 gennaio 1964. 1° premio L. 1.500.000; 2° premio L. 750.000; 3° pr. L. 500.000.

Premio «Eduardo Caracciolo», Gubbio: Premio annuale destinato a segnalare un'opera od uno studio avente rilevante valore nel campo del risanamento conservativo di un centro storico-artistico. Scadenza: 30 novembre 1963. Premio unico L. 1.000.000.

Comune di Sassari: Appalto concorso per la costruzione del civico macello e della fiera mercato bestiame. Scadenza: 16 gennaio 1964.

Comune di Parma: Bando di Concorso Nazionale per il progetto di massima del complesso monumentale della «Citadella» a parco pubblico e di pubblici divertimenti. Scadenza: ore 12 del 31 dicembre 1963. 1° premio L. 1.500.000; 2° premio L. 750.000.

Consorzio del canale Milano-Cremona-Po: Bando di Concorso per la progettazione di ponti stradali tipo sovrappassanti il canale navigabile. Scadenza: ore 12 del 30 novembre 1963.

Città di Torino: Concorso Nazionale per il progetto «Sacriario» per i caduti della resistenza da erigersi sull'area del Campo della Gloria al Cimitero Generale. Scadenza: ore 12 del 13 novembre 1963.

Provincia di Novara: Bando di Concorso per la redazione del progetto di massima per la costruzione della nuova Sede dell'Istituto Tecnico Industriale per Maglieri e Tessili di Novara. Scadenza: le ore 12 del 150° giorno successivo a quello della data del Bando (Data del Bando: 20 agosto 1963). Primo premio L. 1.200.000; Secondo premio L. 750.000; Terzo premio L. 500.000.

Provincia di Benevento: Bando di Concorso Nazionale di un progetto di massima per la sistemazione della zona presso Piazza Risorgimento in Benevento con la costruzione articolata di edifici di interesse Provinciale: Provveditorato agli Studi; Uffici e Laboratori Sanitari; Liceo Scientifico. Scadenza: 15 dicembre 1963. Primo premio L. 4.000.000; Secondo premio L. 1.500.000; Terzo pr. L. 850.000.

Comune di Novara: Concorso Pubblico per il progetto di massima della 3ª Scuola Media. Scadenza: ore 12 del 31 dicembre 1963. 1° premio L. 2.000.000;

2° premio L. 1.400.000; 3° premio Lire 600.000.

Ospedale Consorziale - Bari: Bando di Concorso per il progetto di massima del nuovo Ospedale Consorziale di Bari. Scadenza: ore 14 del 14 dicembre 1963. Un premio di L. 4.000.000.

Opera Internazionale Campana dei Caduti - Rovereto: Concorso per la progettazione di un Monumento per la Campana dei Caduti. Scadenza: 15 dicembre 1963. 1° premio L. 1.000.000; 2° premio L. 500.000. Rimborso spese di L. 200.000 al 4° e 5° classificato.

Istituto Nazionale di Urbanistica - Sezione Emilia-Romagna-Marche: Bando e regolamento del Concorso Nazionale per il Premio «Alberto Legnani». Scadenza: 31 dicembre 1963. Un premio di Lire 500.000.

PROROGA SCADENZE

Comune di Varese: Il Concorso per la raccolta di idee per la sistemazione Urbanistica della Piazza Trieste, della Piazza Trento e del Piazzale Maspero nella Città di Varese è stato prorogato alle ore 18 del 31 ottobre 1963.

All'Università di Pisa

La Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa invita i propri Laureati alla Celebrazione del Cinquantenario della fondazione che avrà luogo a Pisa il 19 ottobre p. v. con il seguente programma:

ore 10: Cerimonia presso l'Aula Magna dell'Università;

ore 16: Convegno sull'Ordinamento degli studi di Ingegneria.

Per l'occasione sarà pubblicato un opuscolo sulle origini o lo sviluppo della Facoltà con i nomi dei Docenti e dei Laureati, ed un cenno sui fatti più salienti del cinquantennio, che sarà distribuito agli intervenuti.

Segreteria del Comitato Organizzatore del Cinquantenario, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pisa, Via Diotallevi, 2 - Pisa.

(Dalla rivista A.T.A. n. 8, agosto 1963)

Cassa di Previdenza

Comunicato

La Giunta Esecutiva, nelle riunioni del 14 febbraio, 9 maggio e 19 giugno 1963, ha provveduto alla liquidazione di ulteriori gruppi di pensioni dirette, di reversibilità e a superstiti, e di invalidità.

Pertanto, alla data odierna, risultano complessivamente liquidate:

- | | |
|---|----------|
| 1) pensioni dirette . . . | n. 2.474 |
| 2) pensioni di reversibilità e a superstiti | n. 186 |
| 3) pensioni di invalidità | n. 14 |

Totale n. 2.674

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

Via Giolitti, 1 Telefono 46.975

Direttore responsabile: Luigi Piglia

Stamperia Artistica Nazionale - Torino

STAMPE