SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO

ATTI E RASSEGNA TECNICA

SOMMARIO **3** **MARZO 1954**

RASSEGNA TECNICA - G. Gabrielli, *Il progresso scientifico e tecnico dell'aeronautica nel primo cinquantennio dell'aviazione.* - P. Larizza, *Le caratteristiche di qualità a seguito delle lavorazioni meccaniche nelle industrie automobilistiche.* - L. Stragiotti, *Sul fenomeno dei colpi di tensione nella miniera di Raibl.* - C. Codegone, *Su una espressione semplificata del coefficiente di adduzione termica.* - E. Pellegrini, *Piante orientate nelle abitazioni a carattere stagionale.* — NOTIZIARIO: *Mozioni del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani.* - *Elezioni del Consiglio dell'Ordine Ingegneri della Provincia di Torino.* - *Elezioni nella Sezione Piemontese del l'Istituto Nazionale di Urbanistica.* — CONCORSI. — BOLLETTINO DEI PREZZI.

NOTIZIARI DEGLI ORDINI DEGLI INGEGNERI E ARCHITETTI DEL PIEMONTE

S C H E D A R I O T E C N I C O

INGG. BERTOLAZZI e LEVI
TORINO - Corso Sommeiller, 6 - Telef. 60.015

MACCHINARIO PER COSTRUZIONI
SOC. GENERALE MACCHINE EDILI - MILANO

IMPIANTI AD ARIA COMPRESSA
ING. ENEA MATTEI - MILANO

LOCOMOTORI ELETTRICI E DIESEL
OFFICINE ELETTROMECCANICHE EMAM - MILANO

MACCHINE E ATTREZZATURE VIBRANTI
PER L'EDILIZIA E LE INDUSTRIE
VENANZETTI VIBRAZIONI - MILANO

RULLI COMPRESSORI **MARSHALL**
AUTOGRU **JONES**

DIFFUSORI
VETROCEMENTO
IPERFAN

LUCERNARI, VOLTE, CUPOLE, FINESTRONI
PARETI, DIVISORI, SHEDS, PENSILINE ECC.

FIDENZA
S.A. VETRARIA

DIREZIONE GENERALE - **MILANO**
VIA BORROMEI 1B/4 - TEL. 807.139 - 807.938
STABILIMENTI IN FIDENZA E PORTO MARGHERA

AGENZIA PER IL PIEMONTE
TORINO - CORSO IV NOVEMBRE 243
TELEFONO 390.154

SCHEDARIO TECNICO

ACCIAI

A.S.S.A.

ACCIAIERIE DI SUSA

DIREZIONE:
TORINO
Corso Re Umberto 2
Tel. 520.066 - 41.830

STABILIMENTO:
SUSA
Telefono 13

Getti in acciaio al carbonio, al manganese e inossidabile di qualsiasi tipo e peso - Getti per macchine agricole, assortimenti per carri e carrozze ferroviari, presse idrauliche di qualsiasi tipo e genere, parti di scafo e macchina per Marina Mercantile. - Catene in acciaio fuso per ormeggi di navi ottenute con un nostro procedimento brevettato. Ancore tipo «ASSA» e Ammiragliato fino a Kg. 10 mila caduna. - Eliche, lingotti, blumi, billette in acciaio comune e di resistenza.

Giuseppe Del Gobbo

ACCIAI SPECIALI **«TAURUS»**
METALLI DURI **«ADAMAS»**

CORSO MATTEOTTI 42 - **TORINO** - TELEFONO 41.835

ALLOGGI

VAGLIO BERNÈ UGO

IMPRESA COSTRUZIONI

VENDITA ALLOGGI A RATE

▼

TORINO - CORSO PALESTRO 10 . TELEFONO 44.598

Ufficio Vendita: VIA BOUCHERON 8 - TELEF. 524.267

ALLUMINIO

ALLUMINIO E SUE LEGHE IN TUTTE LE APPLICAZIONI

GUINZIO - ROSSI & C. • TORINO

CORSO VITTORIO EMANUELE, 22 - TELEF. 86.731 - 2 - 3

AMIANTO

"CAPAMIANTO" SOCIETÀ PER AZIONI

VIA SAGRA SAN MICHELE, 14 - TORINO
Indirizzo telegrafico CAPAMIANTO - TORINO

★

Tutti i prodotti di amianto puri ed in unione ad altri materiali - Tessuti, filati, corde e cartoni di amianto - Baderne in amianto e gomma - Nastri e ceppi per freni e dischi frizione per autoveicoli - Tutte le guarnizioni in genere - Materassi, cordoni, feltri d'amianto "Capisolite" per isolamento di calore

ASFALTI - BITUMI - TETTI PIANI ECC.

Ditta Giacoma Oreste
di Tullio Bajetto

TORINO - Via G. Bizzozzero 25, Via Broni 11, Telef. 69.08.20

CASA FONDATA NEL 1848
100 ANNI DI ESERCIZIO E DI LAVORO
SONO LA MIGLIORE GARANZIA

Ingegneri, Architetti, Costruttori!

È grave errore **economizzare** sulle coperture impermeabili! Non la **concorrenza** od il **prezzo,** ma bensì la **fiducia** deve esservi di guida nella scelta della copertura impermeabile

---

Coperture impermeabili di durata e a larghi margini di sicurezza

Ditta *Palmo & Giacasa*

Coperture tipo Americano brevettata "ALBITEX" alluminio - bitume amianto - tessuto di vetro

Coperture in RUBEROID originale con cementi plastici a freddo ed a caldo. Asfalti naturali di miniera

PAVIMENTAZIONI STRADALI

Via Saluzzo 40 - **TORINO** - Telefoni 62.768 - 682.158

SEAL PRUF ITALIANA s. r. l.
TORINO - Via P. Micca 21 - Tel. 524 026 - 49.771
Impermeabilizzanti - Anticorrosivi

NERVA PLAST - Cemento a freddo impermeabilizzante.
SEAL PRUF - Foglio plastico impermeabile.
NERVASTRAL J.F. - Termoplastico per giunti di dilatazione.
CRYSTAL - Idrorepellente a base di siliconi.
NERVA-TAPE - Nastri adesivi isolanti.
NERVA-KOTE - Vernici anticorrosive.

Protezioni da acqua, umidità, vapori, acidi, alcali, solventi, ecc. per ogni esigenza dell'Edilizia e dell'Industria.

Concessionaria esclusiva della:
RUBBER & PLASTICS COMPOUND CO. INC. - New York
WURDACK CHEMICAL COMPANY - St. Louis, 9 - Missouri

S C H E D A R I O T E C N I C O

CAVE - MARMI - PIETRE ARTIFICIALI

MARMI E GRANITI

A. BRANDAGLIA

di BRANDAGLIA Geom. MARIO

TORINO Via Spallanzani 5 - Telef. 693.414

MARMI PER EDILIZIA - FACCIATE DI NEGOZI
EDICOLE FUNERARIE - AMBIENTAZIONI

COLORI

Silo TORINO
Lungodora Savona 40 - Tel. 23.414-21.973-26.424

Colori in polvere per tutte le applicazioni

★ Ossidi di ferro artificiali
★ Gialli e verdi cromo e zinco
★ Colori laccati e vari
★ Terre colorate

FILATURA E TESSITURA

WILD & C.

FILATURA

TESSITURA

CANDEGGIO

★

TORINO

CORSO GALILEO FERRARIS, 60 - TELEFONO 40.056

FILATURA E TESSITURA

Manifattura di Lane in Borgosesia

Sede e Direzione Generale in Torino

CORSO GALILEO FERRARIS 26 - Telef. 45.976 - 45.977

Filatura con tintoria in Borgosesia - Tel. 3.11
Filiale in Milano - Via Marradi 1 - Tel. 800.911

IMPIANTI IDRAULICI - TERMICI - SANITARI

Dott. Ing. VENANZIO LAUDI

IMPIANTI RAZIONALI TERMICI
E IDRICO SANITARI

TORINO - VIA MADAMA CRISTINA 62
TELEF. DIREZIONE: 683.226 • TELEF. UFFICI: 682.210

UMBERTO RENZI Soc. r. l.

IMPIANTI IDRAULICI SANITARI E RISCALDAMENTO DI USO PUBBLICO

CHIOSCHI ORINATOI - LATRINE IN PIETRA ARTIFICIALE - BACINI CHIARIFICATORI E DEPURATORI IN CEMENTO ARMATO E VIBRATO

VIA PERUGIA, 4 - **TORINO** - TELEFONO 20.249

SOC. IDROTERMICA SIRIA

TORINO
VIA VASSALLI EANDI, 37
TEL. 70.349 - 760.848
Stabil.: BRUSASCO (Torino) - TEL. 91.729

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO - IDRAULICI - SANITARI
COSTRUZIONE POZZI TRIVELLATI - MATERIALI PER ACQUEDOTTI

S C H E D A R I O T E C N I C O

IMPIANTI IDRAULICI-TERMICI-SANITARI

SITIS S. R. L.
IMPIANTI TERMICI IDRAULICI SANITARI

Condizionamento e ventilazione reti per aria a bassa pressione - Carpenteria in ferro - Reti per presse e pompe ad alta pressione

TORINO
Via Mario Crimi 34 A

Telef.: *Offic.* 29.34.38
Abit. 88.34.72

IMPRESE EDILI - STRADALI ecc.

EDILCREA

Cementi Armati

Costruzioni Civili ed Industriali
Opere Stradali

Corso Re Umberto N. 15 - Telefono 520.920
TORINO

IMPRESE EDILI

Impresa Arduino Renato & Bertino geom. Franco

COSTRUZIONI CIVILI-INDUSTRIALI
CEMENTI ARMATI

TORINO - CORSO LECCE 96 - TEL. 77-35-03

MONZEGLIO ENRICO

IMPRESA COSTRUZIONI
EDILI E STRADALI

VIA VARAITA, 8 - TELEF. 693.983 - **TORINO**

IMPRESA COSTRUZIONI EDILI
C. E. B. A. D.
di Ing. BARBA e F.lli DE CORTE

Costruzioni civili e cementi armati

TORINO - Via Principi d'Acaia, 22 - Tel. 73.056

IMPRESA COSTRUZIONI STRADALI
SPECIALIZZAZIONE PORFIDO

Oreste Prina & FIGLI

TORINO
VIA BRINDISI 16 - TEL. 23.415

Geom. A. FRANCESCO MORRA

Costruzioni Edili

SEDE:
SCARNAFIGI (Cuneo) - Tel. 4

UFFICI:
TORINO - Via Cavour, 7 - Tel. 53.850
GENOVA - Viale Sacramentine 3
Telefono 360.555

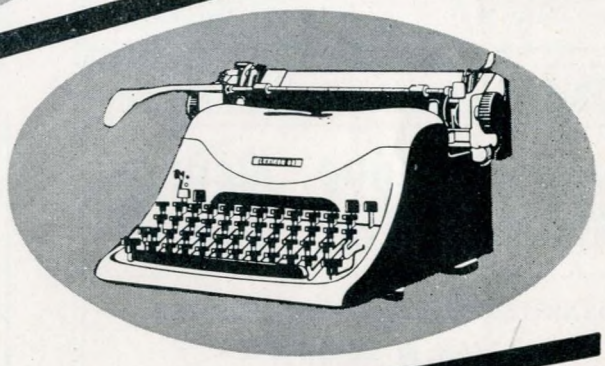
Società Piemontese Edile Stradale

COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI
IN CEMENTO ARMATO - PONTI ECC.

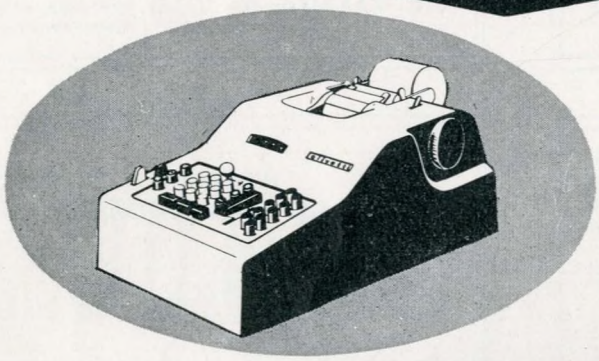
TORINO
Uffici : C. UNIONE SOVIETICA 32 - TEL. 683.024
Magaz.: VIA PARELLA, 5 - TELEFONO 21.854

olivetti

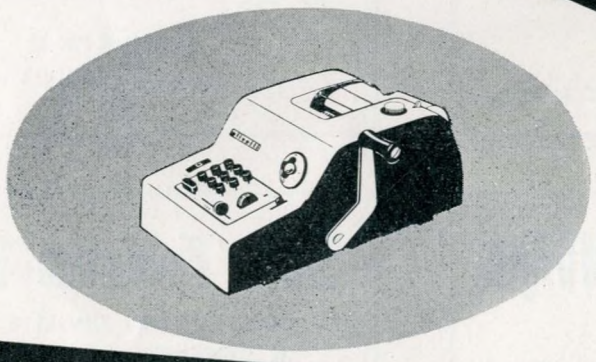
Lettera 22



Lexikon



Divisumma



Summa 15

La più grande industria europea
di macchine per ufficio
fornisce al lavoro del mondo
una serie completa di strumenti
esatti sicuri
per la scrittura e il calcolo.

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

FIAT

TORINO

SOCIETÀ PER AZIONI UNIONE CEMENTI

MARCHINO & C.

≡

CASALE MONFERRATO

NUOVA SERIE . ANNO VIII . N. 3 . MARZO 1954

SOMMARIO

RASSEGNA TECNICA

G. Gabrielli - *Il progresso scientifico e tecnico dell'aeronautica nel primo cinquantennio dell'aviazione* . . . . . pag. 89

P. Larizza - *Le caratteristiche di qualità a seguito delle lavorazioni meccaniche nelle industrie automobilistiche* . . . » 97

L. Stragiotti - *Sul fenomeno dei colpi di tensione nella miniera di Raibl* . . . . . » 105

C. Codegone - *Su una espressione semplificata del coefficiente di adduzione termica* . . . . . » 119

E. Pellegrini - *Piante orientate nelle abitazioni a carattere stagionale* . . . . . » 120

NOTIZIARIO

Mozioni del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani . . . » 123

Elezioni del Consiglio dell'Ordine Ingegneri della Provincia di Torino . . . . . » 125

Elezioni nella Sezione Piemontese dell'Istituto Nazionale di Urbanistica . . . . . » 125

CONCORSI . . . . . » 125

BOLLETTINO DEI PREZZI . . . . . » 126

COMITATO DI REDAZIONE - *Direttore*: Cavallari-Murat Augusto - *Membri*: Bono Gaudenzio; Brunetti Mario; Codegone Cesare; Cravero Roberto; Dardanelli Giorgio; Pozzo Ugo; Selmo Luigi; Zignoli Vittorio - *Amministratore*: Barbero Francesco - *V. Amministr.*: Russo-Frattasi Alberto - *Segretario di Redazione*: Carmagnola Piero.

Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 3.500. — Prezzo del presente fascicolo L. 400.

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III

Redazione, Amministrazione, Abbonamenti, Pubblicità
PALAZZO CARIGNANO - TORINO - PIAZZA CARIGNANO 5 - TEL. 46.975

IMPRESE OPERE VARIE

BOGGIO GELASIO & FIGLI
Ingg. ERNESTO e FEDERICO

IMPRESA COSTRUZIONI CIVILI ED INDUSTRIALI
CEMENTI ARMATI
COSTRUZIONI IDRAULICHE
GALLERIE - PONTI

TORINO - Corso Vittorio Eman. 74 - Tel. 520.530

Ditta Dr. Ing. LUCIANO FONTANA
Sede MILANO - Via Diacono, 1 - Telef. 220.458

IMPIANTI TERMICI INDUSTRIALI
Specializzata per costruzione centrali termo-elettriche

Esecutrice degli Impianti Termici della
CENTRALE **SIP** - CHIVASSO

Filiale in TORINO - Via Sabaudia, 5
Telefoni 697.340 - 691.398

SOCIETÀ AZIONARIA ITALIANA **SAICCA**

Costruzioni cementi armati

TORINO
VIA SAN FRANC. DA PAOLA, 20
TELEFONI 528.275 - 528.276

" SIDEROCEMENTO "
Società Anonima
Impresa Generale per Costruzioni
MILANO - Via Puccini, 5 - Tel. 81.259 - 871.259
Uff. dipen.: VENEZIA S. Marco 4086 A - Tel. 22.733
» » NAPOLI - Via Stella Polare 28 - Tel. 52.997
» » BOLZANO - P.za IV Nov. 1/1 - Tel. 10.85
Studio Tecnico ed Impresa per Cementi armati e Costruz. varie - Sviluppo progetti ed esecuzioni complete di opere
Consulente Prof. Ing. A. Danusso del Politecnico di Milano
Palificazioni con pali « VIBRO » gettati in opera

INDUSTRIA ELETTRICA

Massera Vincenzo

Impianti elettrici Industriali, Civili
Manutenzioni e Costruzioni
Elettromeccaniche e Termiche

★

TORINO - Via Massena, 28 - Tel. Off. 694.702 - Uff. 48.042

SIET
SOCIETÀ INDUSTRIE ELETTRICHE TORINO

LINEE *trasporto energia* - Centrali *e cabine elettriche* - Elettrificazione *ferrovie e tramvie* - IMPIANTI *antideflagranti* - PROIETTORI

TORINO - VIA CHAMBERY 39 - TEL. 79.07.78 - 79.07.79
ROMA - VIA TIBURTINA 650 - TEL. 49.05.30

SIGMA IMPRESA COSTRUZIONI LINEE ED IMPIANTI ELETTRICI

COSTRUZIONI ELETTRICHE
COSTRUZIONI EDILIZIE

Via Cialdini, 41 - **TORINO** - Telefono 772.013

LAVORAZIONE DEL LEGNO

S. p. A.
VIA GIOTTO N. 25
TORINO
Telefono 69.07.72

COSTRUZIONE
AVVOLGIBILI
TENDE
TAPPARELLE
ACCESSORI
NUOVI
ELEMENTI
OSCURANTI

RASSEGNA TECNICA

La "Rassegna tecnica" vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contradditorio; 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

Il progresso scientifico e tecnico dell'aeronautica nel primo cinquantennio dell'aviazione

Nei vari capitoli di questo articolo, l'Autore traccia un completo quadro dell'evoluzione dell'aeronautica, sotto l'aspetto scientifico e tecnico, dai primordi ai giorni nostri. Le tappe del pensiero che dalla dinamica dei fluidi ideali, portata ad un alto grado di perfezione fin dai secoli XVIII e XIX per merito di un'eletta schiera di fisici e matematici, condussero alla formulazione delle leggi fondamentali dell'aerodinamica moderna, sono chiaramente esposte in una rapida sintesi. L'evoluzione delle forme e delle strutture dei velivoli e quella dei motopropulsori, dal primo aeroplano a motore dei fratelli Wright, a quelli di oggigiorno, con i problemi connessi al volo transonico e supersonico, formano oggetto del seguito della trattazione. Due capitoli sono dedicati in particolare a due tipi di macchine aeree, destinata la prima ad un sicuro avvenire, mentre la seconda ha probabilmente escluso il suo ciclo storico: l'elicottero e il dirigibile. La conclusione sintetizza i limiti a cui si è giunti nelle caratteristiche dei velivoli, destinati essi stessi ad un rapido superamento.

Eminenza, Eccellenze, Signore, Signori, Colleghi, Studenti,

È questo l'anno in cui in tutto il Mondo si celebra il 50° aniversario del 1° volo controllato e sostentato, effettuato dall'Uomo, e l'argomento che tratterò non potrà quindi cadere che sul tema della Aeronautica.

Ben a ragione questo glorioso Politecnico è fiero di celebrare il grande evento compiutosi cinquant'anni or sono, perchè Torino è stata la culla dei piloti militari italiani, è il centro più importante dell'Industria Aeronautica ed in questa Scuola nel 1912, cioè esattamente 41 anni or sono, veniva fondato da Modesto Panetti il Laboratorio di Aeronautica dal quale uscirono schiere di discepoli che nel campo civile e militare, in quello della tecnica ed in quello della scienza, tennero e tengono alto in Italia ed all'Estero il nome del Politecnico di Torino.

I. - *La teoria e la pratica prima del primo volo.*

Fu sul finire della prima metà del secolo diciottesimo che Daniele Bernouilli e Leonardo Eulero applicarono per primi al moto dei fluidi il calcolo infinitesimale e le leggi della meccanica dovute a Galileo Galilei ed a Isacco Newton, fondando così l'idrodinamica classica che tratta del moto in un ipotetico mezzo chiamato il fluido ideale.

Per merito di Giovanni D'Alambert, di Giuseppe Luigi Lagrange e di altri fisici e matematici, questa scienza divenne oggetto di una immensa attrattiva da parte dei più grandi matematici dell'epoca.

Scarso interesse essa però suscitò negli ingegneri perchè non era in grado di fornire risultati conformi a quelli dati dalla realtà allorchè la teoria veniva applicata al caso dei fluidi reali. Gli ingegneri ricorsero all'idraulica cioè ad una scienza che serviva, mediante opportuni coefficienti, a risolvere i problemi pratici che l'idrodinamica classica non era in grado di risolvere.

Infatti seguendo la via tracciata dai fondatori della idrodinamica classica, D'Alembert, Lagrange, Helmholtz, Lord Rayleigh, nello stesso secolo XVIII e nel secolo XIX portarono ad un alto grado di perfezione matematica lo studio della dinamica dei fluidi ideali senza però contribuire alla soluzione dei problemi pratici posti dai fluidi reali. La conclusione a cui si giunse attraverso lo studio dei fluidi ideali per quanto riguarda la resistenza, fu magnificamente espressa dallo stesso D'Alambert quando nel 1786 pubblicava il suo famoso teorema noto sotto il nome di « Paradosso di D'Alambert ». Egli scriveva allora: « Non vedo, e lo ammetto, come si possa spiegare in maniera soddisfacente la resistenza dei fluidi mediante la teoria. Mi sembra, che questa teoria trattata e studiata con profonda attenzione dia — per lo meno in molti casi — una resistenza che è assolutamente zero: paradosso stranissimo che lascio spiegare agli studiosi di geometria ».

È interessante notare che circa un secolo dopo, Lord Rayleigh sintetizzava con sottile umorismo lo stesso risultato con le seguenti parole:

« Secondo questa teoria l'elica di un battello sommerso sarebbe di nessuna utilità, ma d'altro canto i suoi servizi non occorrerebbero ». Sarebbe però sciocco ed ingrato da parte degli ingegneri concludere che lo studio dei fluidi ideali non abbia servito a nulla.

I più eminenti matematici si sono occupati

della teoria del moto dei fluidi ideali per due secoli e se essi non erano riusciti, malgrado l'ipotesi sulle superfici di discontinuità dovuta a Helmholtz ed a Kirchhoff, a spiegare la resistenza e la portanza, la teoria dei fluidi ideali ha posto le basi perchè le scoperte di Kutta e di Joukowsky, di Lanchester e di Prandtl, di Kàrmàn e di altri divenissero le fondamenta dell'aerodinamica.

Bisogna confessare che, alla fine del secolo scorso e nei primissimi anni del nostro, la teoria non dava alcun conforto ai sostenitori del volo del più pesante dell'aria ed anzi questi erano guardati con scetticismo dai matematici e dai fisico-matematici.

È vero che sin dal 1853 un professore tedesco, il Magnus, aveva messo in evidenza l'esistenza di una forza trasversale normale alla velocità in un corpo rotante moventesi nell'aria e che successivamente, nel 1877, Lord Rayleigh osservando il moto deviato delle palle da golf e da tennis « tagliate » aveva spiegato l'effetto osservato dal Magnus studiando la corrente di un fluido ideale attorno ad un cilindro circolare rotante.

Lord Rayleigh trovò infatti che la sovrapposizione di una corrente rotatoria sopra una corrente parallela uniforme, produce una forza perpendicolare alla direzione della corrente originale e cioè perpendicolare alla direzione del moto del cilindro.

Purtroppo però è anche vero che nelle discussioni tra credenti e miscredenti del volo del « più pesante », questi ultimi portavano un argomento che per l'autorità che proveniva dal nome fermava ogni discussione. Era la formula del seno quadrato data da Newton nel 1687 nei suoi famosi « Principi » per il calcolo della resistenza dell'aria su sfere, su cilindri e su coni. Newton nell'applicazione delle leggi fondamentali della dinamica all'aria aveva sostituito a questa un mezzo ipotetico costituito da un gran numero di particelle possedenti massa, ma prive di consistenza materiale. Egli aveva supposto inoltre che queste particelle non fossero capaci di esercitare fra loro alcuna azione reciproca.

Il metodo di Newton è stato più tardi esteso al problema di determinare la forza che agisce su una piastra inclinata: un caso di importanza fondamentale per la teoria del volo. Ma per esempio una piastra inclinata di 5° subisce in realtà una forza che sta a quella data dalla formula di Newton nel rapporto di 30 a 1.

È veramente ironico il fatto che proprio l'uomo a cui si deve tutto il complesso della meccanica moderna venga da taluni accusato di avere ritardato lo sviluppo dell'aeronautica!

Alla fine del XIX secolo era chiaro quindi, nella mente dei fisici e dei matematici, che allorquando la sfera od il cilindro ruotano in una corrente d'aria, si crea una forza in direzione trasversale a quella del moto.

Però nel caso di un piano inclinato, o di una piastra arcuata, o di un'ala, non essendovi una rotazione meccanica, non risultava affatto ovvio che i due fenomeni avessero qualcosa in comune. Nel 1884, con straordinario intuito, un originale costruttore di automobili, l'inglese Lanchester, associò per primo la portanza di un profilo alare con la circolazione. Ma le sue idee vennero sdegnosamente bocciate dalla Società Reale di Fisica Inglese, e solo nel 1907 Lanchester, nel suo storico libro intitolato « Aerodynamics », le rese pubbliche.

La possibilità del volo meccanico risiede nel fatto che un'ala è una forma tale che venendo propulsa attraverso l'aria genera una forte circolazione e quindi una portanza, senza causare nello stesso tempo una grande resistenza. Oggi è a noi chiaro come l'origine della circolazione nelle ali e quindi della portanza, risieda nella viscosità o attrito interno dell'aria: se l'aria fosse veramente priva di attrito, il volo a sostentazione dinamica sarebbe impossibile e resterebbe solo il volo per galleggiamento come nei palloni.

Ma mentre fervevano le discussioni nelle sfere fisico-matematiche, entusiasti e coraggiosi pionieri non esitavano ad affidare la propria vita a fragili, immensi grovigli di tela, di legno e di fili in mezzo ai quali qualcuno di loro trovò la propria fine.

Tralascio la lunga serie dei nomi per citarne solo uno, quello di Otto Lilienthal, caduto proprio nel suo groviglio di tele e tiranti nel 1896.

Egli ha ben meritato il nome di « primo pilota » perchè i suoi voli senza motore, con i rudimentali velivoli creati con l'aiuto del fratello Gustavo, non rappresentano per la Storia solo uno sfortunato tentativo empirico, ma costituiscono anche una conferma della possibilità del volo meccanico. E, forse, la morte gloriosa di Otto Lilienthal diresse i tentativi successivi verso il volo a motore.

Mentre un altro pioniere, Samuele Langley — segretario della Smithsonian Institution — l'8 dicembre 1903 concludeva infelicemente nel Fiume Potomac il duplice tentativo di lanciare in volo da una catapulta galleggiante un suo velivolo munito di un motore di 52 CV, due giovani meccanici di Dayton-Ohio, i fratelli Willbur e Orville Wright, davano gli ultimi ritocchi ad un loro velivolo con motore. Nel considerare oggi la loro tenacia e la loro fede bisogna concludere che c'è dello straordinario.

La tecnica motoristica per merito dell'automobile aveva fatto dei progressi, ma non seppe dare il motore di cui essi abbisognavano.

Essi costruirono, perciò, da sè il motore per il loro velivolo, ed il 17 dicembre del 1903 compirono in un solo giorno 4 voli. Si può quindi affermare che la scienza aerodinamica non esisteva ancora quando il primo aeroplano si sollevava nell'aria. In questa occasione, come in altre la pratica aveva preceduto la teoria.

Forse qualche giovane allievo sorriderà compiaciuto ma occorre tenere presente che il progresso è il frutto della cooperazione, o se vogliamo meglio è l'integrale degli apporti che sono costituiti — nel campo della ingegneria aeronautica in specie — dalla teoria pura, dalla scienza applicata, dalla tecnologia e non ultimo dall'ardimento dell'uomo.

II. - *La circuitazione e la portanza.*

Il coraggio e la tenacia dei due giovani meccanici di Dayton rappresentano un fatto significativo

che avvenne quando i tempi erano maturi, quasi per un fenomeno catalitico e spinse gli studiosi ed i tecnici in un nuovo campo, quello dell'aviazione, che i fratelli Wright schiusero ufficialmente al loro orizzonte.

Kutta e Joukowsky per vie indipendenti attratti dal desiderio di spiegare la portanza nel caso delle piastre curve ad incidenza zero o dei profili alari svilupparono le basi matematiche della teoria della portanza limitatamente al caso del flusso bi-dimensionale cioè per ali ad apertura infinita ed a sezione trasversale costante e pervennero, nel periodo che va dal 1902 al 1909, alla formulazione del famoso teorema detto di Kutta-Joukowsky, che sta alla base della cosidetta teoria circolatoria della portanza.

L'ipotesi su cui si fonda il teorema di Kutta-Joukowsky consiste nella condizione che la circolazione attorno al profilo alare cresce sino a quando non c'è più differenza di velocità tra le correnti provenienti dal dorso e dal ventre dell'ala.

La teoria della circolazione, come si vede, spiega la portanza senza ricorrere alla viscosità, ossia è basata sui fluidi ideali ed essa venne estesa nella sua forma matematica al caso delle ali di apertura finita, da Ludovico Prandtl con la teoria dei vortici alari permettendo così il calcolo di quella che venne chiamata la resistenza indotta connessa con la portanza.

Questa teoria costituisce uno dei capitoli più importanti della meccanica dei fluidi la cui utilità ed il cui successo sono stati fondamentali per il progresso delle scienze e della tecnica aeronautica.

III. - *La resistenza aerodinamica.*

Qual'è la ragione fisica del successo dei fratelli Wright?

È che il loro velivolo fu il primo al mondo a possedere una potenza motrice o, più precisamente, una forza propulsiva sufficiente a vincere la resistenza dell'aria sino ad una velocità tale da conferire alle ali — attraverso alla circolazione — una portanza almeno uguale al peso della macchina.

Della circolazione e della portanza abbiamo già parlato; del sistema motopropulsivo parleremo più avanti. Ora dobbiamo chiederci: come si spiega e come si calcola la resistenza aerodinamica?

La teoria non era riuscita, come abbiamo visto, a spiegare la resistenza nel caso dei fluidi ideali anche con l'ipotesi delle superfici di discontinuità la quale oltre a non dare una ragione convincente del fenomeno, non dava risultati in accordo con l'esperienza.

Occorreva quindi trovare la spiegazione ed il modo di calcolare la resistenza: la teoria e la tecnica sperimentale erano chiamate in causa!

Infatti, non era ancora trascorso un anno dal primo volo che Ludovico Prandtl, un ingegnere divenuto più tardi professore a Gottinga, presentava al 3° Congresso Internazionale di Matematica in Heidelberg la sua teoria del cosidetto strato limite. Egli mostrò che per un fluido a piccola viscosità come aria o acqua, la viscosità interessa la corrente solo nel sottile strato adiacente alla superficie. Esternamente a questo strato la viscosità si può trascurare e la corrente è predetta con un alto grado di accuratezza della meccanica dei fluidi non viscosi.

Prandtl chiamò questo sottile strato vicino alla parete interessata dalla viscosità « Grenzschicht »: « strato limite ».

Questa considerazione gli permise di semplificare le equazioni generali dei fluidi viscosi, cosicchè il problema della resistenza divenne accessibile alla analisi matematica.

La teoria della circolazione spiega, come abbiamo visto, la portanza senza ricorrere alla viscosità, ma la teoria dello strato limite ha dato la ragione fisica dell'origine della circolazione e della resistenza ed ha permesso di calcolare in molti casi la resistenza, sia quella dovuta alle azioni tangenziali (resistenza di attrito), che quella dovuta alle azioni normali (resistenza di pressione).

Mi sia permesso qui di rivolgere un pensiero deferente alla memoria di questo insigne Uomo che il 15 agosto scorso, all'età di 78 anni, si spegneva a Gottinga dove aveva speso tutta la sua vita e svolta l'opera monumentale che Lo ha reso celebre.

L'investigazione sul fenomeno della resistenza condotta contemporaneamente da teorici e da sperimentatori ha messo in evidenza l'esistenza di diverso règimi del flusso.

A prescindere dal règime che si ha alle bassissime velocità nel quale possono essere trascurate le forze d'inerzia del fluido viscoso, e che è stato studiato dallo Stokee esistono due differenti règimi.

Un primo in cui la resistenza è proporzionale al quadrato della velocità e corrisponde ad una emissione di vortici che si dispongono secondo una regolare schiera alternata, che nel caso del cilindro è stata brillantemente studiata da Kàrmàn nel 1911.

Un secondo règime, che corrisponde a velocità più elevate, nel quale il coefficiente di resistenza cade rapidamente a valori minimi nei corpi tozzi, come è stato sperimentalmente constatato nel 1912 dal Costanzi, da Eiffel e dal Prandtl stesso.

La ragione di questa caduta rapida della resistenza è connessa con l'esistenza di 2 differenti tipi di corrente nello strato limite: quella laminare e quella turbolenta.

Questi due tipi di flusso furono osservati e studiati per primo sin dal 1883 da Osborne Reynolds il quale non solo dimostrò l'esistenza dei due tipi basilari di flusso: il laminare e quello turbolento ma trovò anche il fondamentale principio unificatore che regola il passaggio da un tipo all'altro.

Egli dimostrò che il tipo di flusso dipende da un parametro che Prandtl chiamò più tardi « numero di Reynolds » che caratterizza le condizioni di similitudine nelle correnti di fluidi incompressibili e viscosi e rappresenta il rapporto tra le forze di inerzia e quelle viscose della corrente.

Prandtl rivelò per primo nel 1913 la connessione della rapida diminuzione di resistenza col tipo di corrente dello strato limite nel caso di corpi tozzi come cilindri o sfere, in quanto lo strato limite turbolento in tali corpi resiste alla separazione e

causa una corrente più aderente alla superficie di quella che si ha nel caso dello strato limite laminare.

Si noti che questo effetto della turbolenza sulla separazione e quindi su quella che chiamiamo resistenza di scia è esattamente opposto a quello che esso ha sulla resistenza di attrito. Infatti la resistenza di attrito turbolenta è più grande di quella laminare a causa dell'alto gradiente di velocità nel sottostrato laminare.

Questa è la ragione per cui in questi ultimi anni grandi sforzi sono stati fatti per ottenere il flusso a carattere laminare sulla massima estensione percentuale possibile in profondità delle ali nelle quali la resistenza di attrito predomina su quella di scia dovuta alla separazione.

Naturalmente tutto ciò vale sino a quando si possono trascurare gli effetti della compressibilità dell'aria.

La compressibilità produce infatti un aumento di resistenza il cui coefficiente raggiunge alla velocità del suono locale dell'aria un valore che può essere da 3 a 4 volte di quello che ha alle basse velocità.

L'influenza sulle caratteristiche dei profili alari della compressibilità dell'aria, che è fisicamente definita come il reciproco del suo modulo di elasticità, volumetrico, incominciò a sentirsi in aviazione verso il 1930 quando le competizioni sportive per il primato di velocità spinsero i costruttori a creare velivoli veloci a bassa quota.

I motori aumentavano di potenza e le eliche diventavano sempre più caricate: le velocità alle estremità delle pale superavano quella del suono nell'aria.

Il problema del comportamento dei profili a quell'epoca preoccupava di più i disegnatori delle eliche che quelli dei velivoli.

Si era all'epoca dei 700 km/h di velocità massima a bassa quota per i velivoli da primato mentre i caccia più veloci erano sui 500 km/h a 5.000 metri circa di quota, corrispondenti ad un valore approssimativamente uguale al 58 % della velocità del suono nell'aria.

Prandtl, Kàrmàn, Glauert, Ackeret ed altri avevano già posto le basi teoriche dell'aerodinamica supersonica ed avevano dato anche dei coefficienti di correzione per tenere conto, nel campo delle alte velocità sub-soniche, dell'effetto della compressibilità sul valore dei coefficienti aerodinamici dei profili.

La differenza fondamentale tra il moto subsonico e quello supersonico è che nel caso del moto subsonico l'effetto delle perturbazioni, sebbene decrescente con la distanza, raggiunge ogni punto dello spazio che circonda il corpo mentre nel caso di moto supersonico l'azione rimane ristretta attorno ad un cono detto cono di Mach.

La velocità della propagazione di tali perturbazioni in un fluido elastico come l'aria, è direttamente proporzionale alla radice quadrata della derivata della pressione rispetto alla densità dell'aria nel processo che è conseguente alle variazioni fisiche indotte nel fluido dalla perturbazione meccanica stessa e, secondo la teoria cinetica dei gas, è esprimibile con una legge di proporzionalità alla radice quadrata della temperatura assoluta dell'aria.

Nell'atmosfera tipo essa decresce quindi con l'altezza in modo continuo da 1.225 km/h al livello del mare a 1.062 km/h a 11.000 metri circa.

Poichè gli effetti della compressibilità sono tanto più grandi quanto più la velocità del velivolo si avvicina a quella del suono, è più espressivo rappresentare questi effetti, non tanto in funzione della velocità assoluta del velivolo, ma in funzione del rapporto tra la velocità del velivolo e quella locale del suono: parametro numerico che Ackeret in omaggio ad Ernesto Mach che ha fatto tanti studi sul moto supersonico anche se non sul volo supersonico, ha proposto di chiamare « numero di Mach ».

Esso rappresenta il parametro che assicura la similitudine dinamica nelle correnti attorno a corpi geometricamente simili quando siano in gioco prevalentemente le forze elastiche del fluido oltre a quelle d'inerzia.

Si dice velocità critica o Mach critico di un velivolo quel numero di Mach, basato sulla sua velocità di avanzamento, al quale corrisponde per primo il raggiungimento della velocità del suono locale in qualche punto della sua superficie e quindi il manifestarsi delle prime onde d'urto.

Il numero di Mach critico può essere aumentato se si ritarda l'accelerazione del moto relativo tra l'aria e la superficie del velivolo; ciò si ottiene usando ali sottilissime, fusoliere e gondole esili e ricorrendo almeno sino ad una certa velocità ad inclinare all'indietro il bordo di attacco delle ali.

La suddivisione della resistenza nelle varie sue forme, anche se non è logica dal punto di vista teorico e quindi non è ben accettata dai teorici, è però molto comoda per l'ingegnere progettista, perchè gli permette di esaminare separatamente come si suddivide la resistenza totale del velivolo, e cioè in definitiva come si ripartisca per ogni assetto normale di volo la spinta di cui egli dispone in: resistenza di attrito, resistenza di scia, resistenza indotta e resistenza d'onda.

È molto istruttivo a questo soggetto, considerare come con l'aumentare della velocità e con il progresso della tecnica, la ripartizione della resistenza totale nelle sue varie forme si sia andata modificando.

È infatti alla luce di un'analisi del genere che la tecnica, evolvendosi ed introducendo nella pratica costruttiva e di progetto determinati accorgimenti e determinati ritrovati, ha saputo adattare le forme e le grandezze delle varie parti costituenti la macchina, tracciando così nelle grandi linee quale risultante del difficilissimo compromesso che sta alla base di qualsiasi problema di ingegneria, la evoluzione architettonica della macchina aerea.

Così vediamo come, nei grossi biplani del 1920 la resistenza di forma era percentualmente preminente, mentre nei monoplani a sbalzo con carrelli retrattili, tale ripartizione percentuale ha assunto un valore del tutto diverso portando in prima linea

l'influenza della resistenza di attrito. Resistenza di attrito che oggi predomina alle alte velocità subsoniche insieme a quella d'onda dovuta alla compressibilità dell'aria.

Si deve proprio a questa analisi sulla ripartizione della resistenza se la tecnica costruttiva verso il 1930 si è posto ed ha risolto il problema di creare delle superfici liscie, specie sulle ali, realizzando il complesso sistema tecnologico delle chiodature liscie.

Ed oggi non solo si richiede ai velivoli subsonici l'abolizione di qualsiasi protuberanza, sia pure piccola, ma si esige una levigatezza che corrisponde a rugosità non superiori a qualche micron, cioè è necessario avvicinarsi alle superfici speculari e sono imposte tolleranze ristrettissime nelle ondulazioni del fasciame.

L'evoluzione della tecnica aeronautica, come qualsiasi altra non si è svolta con continuità ma essa ha proceduto a gradini.

Il progresso è maturato quale frutto delle conoscenze che mano mano si sono accumulate nel campo dei materiali, in quello delle strutture e degli sforzi a cui esse sono chiamate a resistere, in quello della Aerodinamica teorica e sperimentale, in quello dei motori, in quello della propulsione, ecc.; ma due sono le innovazioni più significative ed influenti tra le numerose introdotte: quella del monoplano a sbalzo con carrello retrattile ed ipersostentori e quella della propulsione a getto.

Queste due innovazioni rappresentano una discontinuità ben marcata nella storia della tecnica aeronautica, che noi esamineremo brevemente qui di seguito.

IV. - *L'evoluzione delle strutture.*

È stata soprattutto l'introduzione del metallo nelle costruzioni aeronautiche che ha reso possibile la realizzazione del monoplano a sbalzo.

La resistenza alla rottura delle leghe di alluminio è infatti aumentata dagli 8 kg mm^2 del 1900 ai 42 del 1930 ai 60 di oggi.

Questo fatto in connessione con la migliore conoscenza della distribuzione dei carichi sollecitanti; coll'impiego degli alti carichi alari resi possibili dall'introduzione degli ipersostentatori e dei freni, ha permesso il definitivo trionfo del monoplano che, genialmente, era stato suggerito da Hugo Junkers fin dal 1910, e che lui stesso aveva realizzato per primo nel 1915.

Hugo Junkers dimostrò infatti sperimentalmente e praticamente dopo anni di ricerche che l'ala spessa a sbalzo aveva, a parità di portanza una resistenza all'avanzamento molto minore del biplano, pur possedendo un grande spazio per installarvi corpi che darebbero resistenza all'avanzamento. Su questi concetti si basava il brevetto Junkers del 1910.

Nel 1930 il monoplano dominava indiscusso e non si sapevano più portare ragioni valide a favore del biplano; nello stesso tempo i carrelli venivano resi retrattili nelle ali con sensibile guadagno nella resistenza e nell'autonomia.

Per comprendere l'evoluzione strutturale delle ali occorre tenere presente: l'entità dei carichi che le sollecitano in relazione al loro basso spessore relativo imposto da considerazioni aerodinamiche e le severe esigenze di rigidezza che debbono essere soddisfatte per eliminare il manifestarsi delle vibrazioni di origine aeroelastica, il cui pericolo aumenta rapidamente col crescere delle velocità. Gli elementi strutturali delle ali, come in generale quelli di tutte le altre parti del velivolo, possono essere a traliccio od a parete piena. Entrambi questi tipi di costruzione si riscontrano sia nei ponti in ferro sia nelle ordinarie strutture industriali, ma nelle costruzioni aeronautiche esse si differenziano essenzialmente per due fatti:

per la necessità di sfruttare al massimo la resistenza del materiale sino ai limiti estremi della sua capacità,

per lo spessore relativamente piccolo richiesto.

La necessità di ottenere col minimo peso strutture che soddisfino alle esigenze imposte dalla robustezza e dalla rigidezza, ha condotto all'adozione delle cosidette strutture a guscio nelle quali l'organo di forma — e cioè il fasciame esterno — contribuisce a sopportare una parte degli sforzi.

Questo tipo di struttura è simile a quello della nave in cui il fasciame dello scafo assolve alla duplice funzione di forma e di resistenza. La stessa evoluzione si nota nei veicoli terrestri ove la carrozzeria ed il telaio tendono a fondersi in un unico elemento: nella cosidetta carrozzeria portante.

Nell'ala moderna al rivestimento è stata affidata un'importante funzione di forza: i longaroni alari sono stati ridotti al minimo ed i carichi vengono sopportati dal rivestimento opportunamente irrigidito.

In tal modo dal cassone bilongarone di Rohrbach ci si sta avvicinando al guscio *ideale* cioè ad un semplice fasciame. Il fasciame cioè che riceve direttamente le azioni aerodinamiche e le sopporta agendo come piastra o membrana, sopporta anche le tensioni indotte in esso dal carico complessivo che deriva sia dalle azioni aerodinamiche che da quelle d'inerzia e del peso, nonchè dalle azioni concentrate trasmesse dai carrelli o dagli scafi.

Non possiamo passare sotto silenzio un coraggioso tentativo che da parte di alcuni costruttori inglesi e, nel campo sperimentale, anche negli Stati Uniti ed in Svezia, si è concretato con la cosidetta ala a delta la quale vorrebbe ad un tempo risolvere, in un conveniente compromesso, questo complesso di problemi aerodinamici, statici, tecnologici, di abitabilità, di costo e di peso per i velivoli transonici.

Va notato in modo particolare come con le ali a delta si ottenga anche il vantaggio di avere una freccia pronunciata per allontanare, spostandolo verso velocità più elevate, il manifestarsi delle onde d'urto locali, e di ridurre la resistenza aerodinamica rendendo le ali percentualmente molto sottili in conseguenza della loro profondità, pur conservando una grande e comoda abitabilità.

Non è possibile oggi dire se la forma in pianta triangolare delle ali a delta sia la più appropriata

per risolvere i problemi che si presentano alle velocità transoniche: ciò è tanto vero che per risolvere lo stesso tema e raggiungere gli stessi scopi, altri costruttori Statunitensi ed Inglesi hanno contemporaneamente seguito vie del tutto diverse: alcuni sostengono l'ala a freccia con grande allungamento, altri hanno presentato la cosidetta ala falcata od a mezzaluna. Queste tre tendenze comportano di riflesso differenti soluzioni nelle installazioni delle potenti unità motrici a getto, accentuando così ancor più la differenza dell'architettura dei velivoli e portando con ciò nelle discussioni ulteriori elementi a favore ed a sfavore che sollevano l'attenzione dei tecnici più qualificati.

Questa competizione di grande interesse dimostra quanto arduo sia il poter fare delle previsioni, e quanto difficile sia il problema in giuoco.

L'attenzione dei tecnici è rivolta anche al problema del volo supersonico a velocità superiore al numero di Mach 1,5.

Al disopra di tale velocità sembra parere concorde negli aerodinamici che l'ala ritornerà ad essere diritta ma dovrà avere uno spessore relativo terribilmente piccolo: 3 o 4 %.

V. - *L'evoluzione dei motopropulsori.*

Un altro grande progresso, che ha creato una marcata discontinuità nella tecnica aeronautica, è stato il passaggio dalla propulsione ad elica alla propulsione cosidetta « a reazione ».

In realtà sia l'elica che il getto, dal punto di vista dei principi generali della meccanica, funzionano agli effetti della propulsione basandosi sullo stesso principio della reazione. Ai primordi della invenzione dell'elica traente e portante il concetto fondamentale era quello di considerarla come una parte di una superficie elicoidale che penetra nel fluido come una vite penetra in una madrevite.

Questa visione non è niente affatto corretta quando si tratta di eliche poichè queste agiscono in un fluido che cede ed un parallelo con la vite e la madrevite non ha alcun ragionevole punto di contatto; infatti, la vite avanza in ogni giro di una quantità uguale al suo passo ed il lavoro da applicarvi ove fossero nulli gli attriti, sarebbe esattamente uguale al peso sollevato moltiplicato per il passo producendo un rendimento che sarebbe del 100 %.

Se le eliche motrici potessero avanzare di una quantità identica al loro passo, sempre in assenza di attriti, esse darebbero una spinta esattamente uguale a zero e non si potrebbe parlare nè di lavoro utile nè di lavoro motore e quindi neanche di rendimento.

Chi ha incominciato per primo a vedere chiaro nel funzionamento dell'elica è stato il Rankine verso la metà dello scorso secolo; egli ha messo in evidenza che l'essenziale funzionamento dell'elica è basato sull'accelerazione che essa conferisce alla massa d'aria attraversante la superficie circolare, detta disco dell'elica, che viene descritta dalle pale nella loro rotazione.

Un altro ingegnere inglese, al quale si devono importanti studi nel campo della tecnica navale, il Froude, basò lo studio dell'elica sul concetto di considerare le azioni elementari che si trasmettono tra l'aria e la superficie delle pale rotanti. Questa teoria è stata chiamata « teoria analitica » ed è basata sulla conoscenza delle azioni locali che esistono tra fluido e superficie della pala in conseguenza del movimento relativo, mentre la teoria impulsiva è basata sulla applicazione delle leggi fondamentali della meccanica al sistema composto dalla corrente fluida e dall'elica rotante.

Questi due metodi sono spesso applicati in parallelo nello studio della aerodinamica e la loro applicazione contemporanea ha condotto nell'ultimo trentennio a creare una teoria corretta delle eliche.

È veramente confortante riguardare il cammino fatto dal pensiero umano nello studio del funzionamento di questo semplice apparato che è un'elica in quasi un secolo di evoluzione. Esso ha portato le nostre conoscenze da quelle di una rudimentale e falsa analogia tra l'elica e la coppia vite-madrevite, alle moderne teorie che si valgono dei più alti mezzi matematici della meccanica dei fluidi.

In luogo analogo ha proceduto il progresso dal lato costruttivo, concretandosi nella produzione delle eliche a passo variabile ed a giri costanti nonchè nell'introduzione delle eliche a passo reversibile per sfruttarne l'effetto frenante nell'atterramento.

Ma l'applicazione dell'elica ha trovato due limitazioni: nella potenza massima che essa è praticamente capace di assorbire e trasformare in lavoro propulsivo e nella velocità massima alla quale essa può operare entro i limiti di un ragionevole rendimento.

Infatti alle velocità dell'ordine di 700 km/h, che erano già state raggiunte prima della guerra, la difficoltà più grande era quella di ridurre la resistenza aerodinamica all'estremità delle pale che operavano a velocità supersoniche.

Già qualche anno prima dell'ultima guerra, l'attenzione dei tecnici era concentrata sullo studio di un nuovo sistema di propulsione basato essenzialmente sul fatto di ottenere la spinta utilizzando direttamente la reazione che si ha creando un getto per mezzo della trasformazione della energia calorifica in energia cinetica di una massa gassosa.

Si trattava cioè di fondere l'elica con il motore affidando ad un unico strumento il compito di trasformare l'energia termica in lavoro di propulsione.

Nel caso della propulsione aerea ciò si può fare sia utilizzando l'aria atmosferica come reagente in combinazione con il carburante (reattore aerotermodinamico o aeroreattore), sia usando un propellente che risulta dalla combinazione del carburante e del comburente (endoreattore) o finalmente usando la reazione nucleare come fonte di energia.

Nel campo degli aeroreattori i progressi realizzati nei materiali fecero pensare alla applicazione della turbina a gas.

Il 27 agosto del 1939 volò il primo aeroplano con propulsione a getto e turbina a gas: L'Heinkel 178.

In Italia, nel 1940, un aeroplano ideato dall'Ing. Campini, volò con De Bernardi utilizzando la reazione di un getto creato bruciando della benzina nell'aria che veniva compressa in un apposito condotto per mezzo di un compressore azionato da un motore a pistoni.

La guerra diede un grande impulso a queste ricerche che furono coperte dal più assoluto segreto.

Oggi il turbogetto, che al suo inizio aveva una spinta massima di 500 kg, è passato ad unità che danno spinte dell'ordine di 5.000 kg e possono essere per breve periodo incrementate di circa il 50 % con l'adozione del cosidetto postbruciatore. Il disegno dei compressori, delle turbine e dei condotti pone grandi quesiti alla moderna aerodinamica e gasdinamica e crea quel complesso che si può chiamare aerodinamica interna del velivolo che si aggiunge ai problemi della cosidetta aerodinamica esterna, cioè quella delle ali, delle fusoliere, degli impennaggi, ecc.

Con questo cambiamento radicale del sistema di propulsione aerea, il problema della forma che si limitava all'esterno, ha invaso un altro e complesso campo: quello del disegno e del progetto dei condotti che, ad altissime velocità relative, debbono essere imboccati, nella regione di prora del velivolo, dall'aria che va ad alimentare il motore a turbina in ragione di diverse tonnellate al minuto.

Alle velocità supersoniche, la pressione dinamica alle bocche d'ingresso diventa così alta da rendere superfluo il compressore nel turbogetto ed in conseguenza si rende inutile anche la turbina la cui unica funzione è quella di azionare il compressore; ciò conduce ad un semplice tubo propulsivo opportunamente profilato, detto « stato reattore » il quale non ha più nessuna parte mobile.

L'aria viene incontrata a velocità supersonica e viene ridotta a velocità subsonica attraverso una onda d'urto all'ingresso prima di raggiungere la camera di combustione.

Questo sistema propulsivo è già stato applicato come mezzo ausiliario di propulsione in qualche velivolo a carattere sperimentale e può raggiungere potenze specifiche, alla velocità di 1500 km/h, di 330 HP per dm^2 di superficie frontale.

Esso succede, nella gamma delle velocità di impiego, al turboreattore ma necessita di una velocità iniziale già acquisita perchè il suo funzionamento sia possibile.

Un altro dispositivo motopropulsivo è costituito dal razzo che, a differenza degli altri motopropulsori descritti, porta con sè l'ossigeno che gli occorre per la combustione mescolato insieme al combustibile.

Il razzo è la più semplice macchina termica che si conosca ed è effettivamente indipendente dalla velocità e dal mezzo ambiente ed è quindi idoneo a funzionare anche nel vuoto.

I razzi moderni realizzano spinte specifiche tali che, riferite a velocità di 1500 km/h, corrispondono a qualche migliaio di CV per dm^2. Dato però il suo alto consumo specifico che è di circa 15 volte quello dei comuni turbo-reattori, cioè circa 18 kg per kg di spinta all'ora, il razzo è adatto quale propulsore ausiliario, sia per fornire una spinta supplementare al decollo, sia per aumentare le prestazioni dei caccia durante la salita ed in combattimento nonchè per accelerare il velivolo dalla zona subsonica a quella supersonica.

Infine è da citare la propulsione a reattori nucleari per i quali sono in progetto diversi tipi di velivoli negli S. U. del peso totale di circa 250.000 kg.

VI. - *La stabilità e la manovrabilità.*

Le basi teoriche per lo studio della stabilità dei velivoli erano già formulate prima ancora che gli aeroplani volassero, in quanto la teoria della stabilità è generale ed era già sviluppata alla fine del secolo scorso.

La sua applicazione alla stabilità dei dirigibili e dei velivoli avvenne per merito rispettivamente di Crocco e di Bryan verso il 1904. Ma i problemi connessi con la stabilità statica e dinamica nonchè con la manovra, sono diventati più difficili con il crescere della dimensione e della velocità dei velivoli.

Nel 1930 si è sentita la necessità di adottare sui velivoli dei servocomandi a carattere aerodinamico chiamati compensatori, per mezzo dei quali i momenti di cerniera delle superfici mobili venivano ridotti a valori dominabili da parte del pilota.

Contemporaneamente furono introdotti i cosidetti correttori per mezzo dei quali il momento di cerniera, e quindi lo sforzo del pilota, può essere annullato in una qualsiasi condizione di volo con il vantaggio di poter correggere gli squilibri che si verificano anche in caso di emergenza.

L'applicazione dei correttori e dei compensatori si è estesa a tutti i velivoli moderni ma essa ha complicato il problema della loro stabilità in quanto questi apparati introducono delle nuove variabili e debbono essere usati dal pilota con precauzione perchè egli non abbia inavvertitamente a conferire al velivolo sforzi di manovra eccessivi.

Nei più progrediti velivoli transonici a causa del grande scarto di velocità tra la minima e la massima e sopratutto a causa della grande variazione nel valore dei momenti che si verificano in corrispondenza delle velocità transoniche, si è dovuto ricorrere, per dominare e governare l'assetto longitudinale del velivolo, alla regolabilità della incidenza dello stabilizzatore.

In qualche caso è stato addirittura abolito l'equilibratore mentre le trasmissioni dei comandi sono state munite di apparati servomotori e le trasmissioni meccaniche sono state sostituite con trasmissioni oleodinamiche irreversibili.

Con questi dispositivi si cerca di eliminare l'influenza che la deformazione delle strutture, dovuta alle azioni aerodinamiche, ha sulle qualità di volo. Si cerca cioè di superare quella correlazione esistente tra le azioni aerodinamiche e le conseguenti deformazioni elastiche delle strutture, che sta alla base del fenomeno aeroelastico il quale ha la sua più pericolosa espressione nel manifestarsi di quelle vibrazioni chiamate « flutter ».

Nei velivoli veloci, una grande difficoltà che

deve essere affrontata dall'ingegnere aeronautico è appunto quella di eliminare gli effetti distruttivi della combinazione di questi tre fattori: aerodinamici, elastici, dinamici, cioè inerziali.

Come oggi, con l'avvento dei propulsori a getto, non è più possibile una netta distinzione del velivolo propriamente detto dal gruppo motopropulsore in quanto motore e velivolo si influenzano intimamente, così non è più possibile proporzionare le strutture senza tenere conto della loro deformabilità elastica, delle loro caratteristiche vibratorie e dei requisiti di equilibramento statico e dinamico delle superfici mobili, imposti per evitare il manifestarsi del « flutter ».

Questi cenni fanno vedere quanto difficile e complessa sia la preparazione che si richiede agli ingegneri aeronautici.

VII. - *Gli aerogiri.*

Mentre la propulsione a razzo ha permesso all'uomo di superare con i velivoli la barriera del suono che oggi è al limite superiore nella gamma delle sue velocità orizzontali, l'elicottero ha permesso di eliminare la barriera inferiore costituita dalla velocità minima di sostentamento del « più pesante » rendendo possibile di restare immobile nell'aria o di innalzarsi verticalmente.

Sebbene sin dal 1487 Leonardo da Vinci avesse ideato l'elica portante e cioè in definitiva quella aerodina che oggi noi chiamiamo elicottero, descrivendola come: « Uno strumento fatto a vite... » che « voltato con prestezza si fa la femmina nell'aria e monterà in alto », gli elicotteri ed in generale le aerodine a velatura rotante dette aerogiri, raggiunsero lo stadio della praticità molto più tardi delle aerodine ad ali fisse e cioè dei velivoli.

Il primo elicottero pilotato dall'uomo volò infatti solo nel 1907 ed il primo autogiro nel 1923.

Ma solo dopo la recente guerra gli aerogiri hanno fatto grandi progressi ed hanno dimostrato praticamente il loro campo di utilizzazione.

Dall'autogiro di La Cierva all'elicottero convenzionale azionato con il motore a stantuffo, si è passati a quello in cui le pale sono azionate da piccoli statoreattori posti alle loro estremità.

In altri, i rotori sono azionati dall'aria compressa fornita da un compressore azionato con turbina a gas.

Per quanto riguarda la velocità massima, le possibilità dell'elicottero sono limitate sui 300 km/h. È possibile ottenere velocità maggiori da un apparecchio che possa trasformarsi in volo parzialmente o totalmente in un aeroplano, ma apparecchi di questo genere — detti convertibili — che sono allo studio, avranno sempre un rendimento inferiore a quello dell'aeroplano o dell'elicottero a parità di potenza.

Grandi divergenze di opinioni esistono sul numero dei rotori e cioè se sia più conveniente un solo rotore o due rotori in tandem o anche 3 rotori.

Igor Sikorsky, uno dei più autorevoli specialisti in materia, crede che il più vantaggioso sia il rotore unico e ciò per le stesse ragioni che hanno portato al trionfo del monoplano rispetto ai biplani, sesquiplani, triplani ecc. nel caso dei velivoli, e cioè in definitiva perchè il rendimento aerodinamico di un solo rotore è più grande di quello di due o più rotori tenuto conto delle interferenze reciproche.

Per ciò che riguarda le dimensioni, gli specialisti dichiarano che allo stato attuale del progresso e della tecnica non esiste nessuna difficoltà a costruire elicotteri del peso di 50 tonnellate.

Nel campo agricolo, in quello dei salvataggi, nei servizi postali e forse presto nei servizi di vigilanza e nei porti, è riconosciuta l'utilità e la convenienza di questa nuova macchina che ha davanti a sè un grande e sicuro avvenire.

VIII. - *I dirigibili.*

In questa rapida rassegna attraverso i primi cinquant'anni di aviazione, non posso non ricordare il dirigibile che proprio nello stesso periodo ha svolto la sua evoluzione e forse ha definitivamente chiuso il suo ciclo storico.

Il dirigibile invade un campo di velocità che è comune a quello degli aerogiri ed in particolare agli elicotteri, ma a differenza di questi il dirigibile è un mezzo di trasporto a grande autonomia che richiede speciali installazioni a terra per le manovre di partenza e di atterramento.

La sua « forza trattiva specifica » in corrispondenza della velocità massima è molto inferiore a quella dell'elicottero — circa un quinto — ed è dello stesso ordine di grandezza di quella degli autocarri e delle autovetture da turismo normale.

Ma la « forza trattiva specifica » in funzione della velocità massima, dedotta dai dati statistici basati sui principali dirigibili costruiti dalle origini ad oggi, ha un andamento costante con la velocità massima.

Ciò significa che sarebbe possibile costruire dirigibili aventi velocità massima considerevolmente più alta (ad esempio 200 km/h), senza aumento nel lavoro necessario per il trasporto della tonnellata-chilometro.

Ma per fare ciò le dimensioni del dirigibile dovrebbero essere considerevolmente aumentate e questo richiederebbe la soluzione di nuovi problemi strutturali.

Allo stato attuale, le difficoltà di manovra di un dirigibile avente grandi dimensioni e la necessità di un cospicuo investimento di capitali, sembrano costituire i principali ostacoli alla ripresa del suo sviluppo.

Il più grande dirigibile costruito nel mondo è stato lo Zeppelin LZ 129 « Hindenburg » nel 1926.

Lungo 248 metri, pesava 200.000 kg con una capacità di carico utile di 30.000 kg ed aveva un volume di gas di 190.000 m^3. La sua velocità massima era di 135 km/h. La sua autonomia di 14.000 km alla velocità di crociera. La potenza totale era di 4.440 CV.

Dopo 17 traversate atlantiche l'« Hindenburg » (gonfiato ad idrogeno) cadde in fiamme a Lakehurst N. J. il 6 maggio 1937 e dopo ciò non si è più praticamente parlato di dirigibili commerciali nè militari.

Bisogna concludere che la « costosa » sostentazione dinamica ha vinto sulla « gratuita » sostentazione statica!

Conclusione.

Conquistate le vie del cielo in quel freddo mattino di dicembre del 1903 nella solitudine della Carolina del Nord con un velivolo dal peso totale di 340 kg ed un motore di appena 12 CV a 1.020 giri, l'Uomo — assetato di velocità e di quota — indici di dominio e di potenza, espressioni di una sua innata aspirazione, ha scritto pagine eroiche nella storia del progresso.

Dal record di velocità di 41 km/h stabilito da Santòs Dumont nel 1906 ai 709 km/h di Agello nel 1934 con l'idrovolante Macchi Castoldi e motore Fiat di 3.000 CV e due eliche controrotanti, si è oggi giunti ai 1.214 km/h del Super-Sabre della North American.

Dall'aeroplano di Heinkel che per pochi minuti volò nel 1939 con propulsione a getto e turbina a gas, a quello di Bell che nel 1947 ha superato per primo la velocità del suono alla quota di 18.300 metri, raggiungendo la velocità di 1.554 km/h, cioè Mach 1,45, si è oggi ai 2.000 km/h a 22.000 metri di quota, cioè Mach 2, dello Skyrocket della Douglas.

Dalla traversata solitaria di 5.800 km di Carlo Lindberg che nel 1927 collegò New York a Parigi in 33 ore e mezzo, si è giunti al servizio civile regolare sull'Atlantico e su tutti gli oceani e su tutti i continenti trasportando in un anno ben 39 milioni di passeggeri.

Dai 27 kg/CV di Wright si è scesi oggi ai 0,5 kg/CV nei caccia più veloci ed ai 0,25 kg/CV nei velivoli supersonici.

Dai 12 CV installati allora si è ora ai 130.000 CV del più grosso bombardiere esistente.

Tutte queste realizzazioni sono state precedute da tentativi che talvolta si sono conclusi tragicamente.

Agli artefici vittoriosi, a quelli sfortunati, ai collaboratori illustri ed a quelli modesti di questo grande lavoro, vada il pensiero grato e l'espressione della nostra ammirazione.

Nella nobile gara per il progresso nuove macchine e nuovi uomini si preparano, nei laboratori, nelle aule, nelle officine e sulle piste di volo per affrontare quote e velocità sempre più elevate.

Questa sete di conoscenze e di ardimento che è indice di vitalità ed espressione di amore per le cose belle non è spenta, anzi è più che mai viva nella gioventù di oggi.

Ed io auguro a voi o studenti che siete ansiosi di cimentarvi in questo difficile campo col fresco e sano entusiasmo della giovinezza, di essere degni di quelli che ci hanno preceduto.

Giuseppe Gabrielli

Le caratteristiche di qualità a seguito delle lavorazioni meccaniche nelle industrie automobilistiche

Lo scopo di questa memoria è di mettere in evidenza l'importanza che il Controllo della Qualità ha preso nelle attività industriali moderne. Senza parlare dei mezzi statistici di controllo per campionatura, che ormai sono entrati nella pratica corrente per controllare il livello di qualità esistente in un lotto di pezzi finiti, di materiali, ecc., l'autore mette in rilievo l'attività del Controllo della Qualità come mezzo per evitare gli scarti. Non basta controllare la qualità di un prodotto, ma è necessario produrre con qualità. Vengono posti in evidenza i punti fondamentali e soprattutto l'influenza delle relazioni umane e delle condizioni ambientali. Si riporta, inoltre, un esempio di applicazione dei principi del « Controllo statistico della Qualità », completo di tutti i dati necessari per l'introduzione nella lavorazione.

Già nelle *pubblicazioni dei periodi più remoti dell'antichità* vediamo qualche accenno alla qualità intesa come bontà di un oggetto.

Oggi, nella maggior parte della pubblicità di un prodotto si fa appello alla qualità. Si parla di qualità anche se non si è mai dato un significato esplicito di essa; implicitamente però si assume che esiste una misura di essa che può essere applicata a vari tipi di beni fabbricati, attività svolte, ecc. dalla valvola termoionica all'automobile, da un corso di insegnamento a un programma pubblicitario.

Il termine « qualità » viene dal latino « qualis » e definisce « *come è fatta una qualcosa* ».

Cioè, in generale, la qualità di un oggetto è un qualcosa di inerente ad esso, o meglio di insito in esso e che non possiamo variare senza cambiare le caratteristiche dell'oggetto. Nel campo delle lavorazioni industriali, riportiamo la definizione di qualità data dal Radford nella sua pubblicazione « The Control of Quality in Manufacturing ».

« Il termine *qualità* relativo ai prodotti di una industria, riguarda le caratteristiche, o gruppi o combinazioni di esse che distinguono un articolo da un'altro, i prodotti di una ditta da quelli di una ditta concorrente, o un grado di prodotto di una determinata officina da un altro grado prodotto dalla stessa officina ».

Il concetto di qualità così definito, può essere applicato al prodotto sia nella sua fase di progettazione sia nella sua fase di realizzazione.

Resta così definita una *qualità di progetto* ed una *qualità di realizzazione*. Considerandole anche solo dal punto di vista economico, possiamo fare delle importanti considerazioni.

Esiste un ottimo nella qualità di progetto che naturalmente non conviene superare. L'esame dei

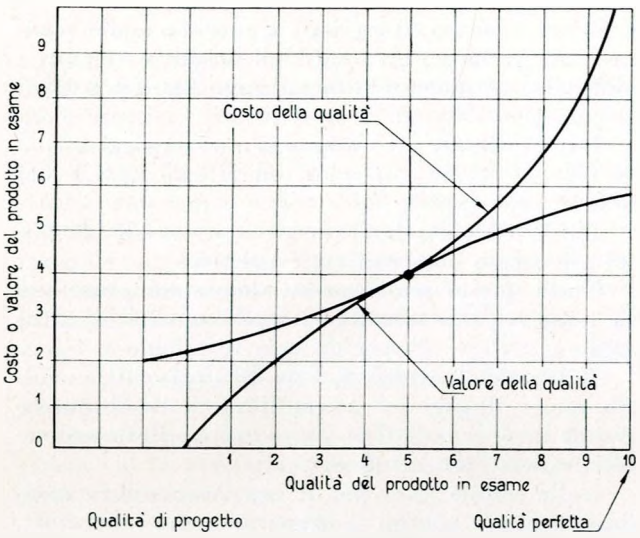


Fig. 1 - Costo della qualità di progetto confrontato col valore della qualità.

diagrammi riportati in fig. 1 mette in evidenza questa asserzione fondamentale.

Infatti per valori della qualità inferiori a 5 l'aumento di costo nel miglioramento della qualità è inferiore all'aumento del valore del prodotto.

Il contrario avviene per valori della qualità superiori a 5.

Una situazione del tutto analoga si verifica nel caso della qualità di realizzazione (fig. 2).

Nel seguito ci riferiamo solo alla qualità di realizzazione in quanto è compito dell'Ufficio Tecnico Progetti considerare l'altro aspetto della qualità.

Alla luce di questi concetti sorge ora spontaneamente la domanda: « Come organizzare il controllo della produzione per avere in essa quel determinato standard di qualità nel modo più economico possibile?

Problema alla cui soluzione molto spesso si arriva mediante delle prove lunghe e costose; in alcuni casi invece ci si limita a sole soluzioni di compromesso perchè non si riesce a mettere in luce le ragioni degli inconvenienti che si notano.

In modo particolare, durante la fase di introduzione di tipi nuovi o di lavorazioni nuove, il tecnico responsabile della qualità si trova spesso di fronte a problemi imbarazzanti a cui spesso risponde solo in base alla sua esperienza di casi in certo qual modo simili e quindi con competenza limitata ed esattezza piuttosto scarsa.

Alla maggior parte dei problemi che ci si presentano nei due casi citati nel periodo precedente, possiamo rispondere con sufficiente precisione solo se possiamo eseguire delle analisi statistiche sulla lavorazione.

Fino a ieri il livello di qualità richiesto nella produzione veniva assicurato mediante la selezione di essa. Ma in questo momento in cui la produttività delle singole industrie può compromettere il benessere nazionale, *non possiamo limitarci a controllare la qualità del prodotto costruito, ma è necessario costruire con qualità.*

Questa necessità di trasformare i sistemi di controllo con un indirizzo economicamente più efficiente, è stata sentita principalmente negli Stati Uniti durante la II Guerra Mondiale; a causa della penuria di alcuni tipi di materiale il controllo sulla qualità della produzione a poco a poco ha trasformato i suoi sistemi di applicazione in modo da assicurare la massima percentuale di produzione buona.

Conseguentemente i collaudatori man mano si sono trasformati in addetti al controllo della qualità, le attività di questo controllo si sono inserite nella lavorazione e i risultati sul bilancio economico delle aziende sono divenuti sempre più sensibili.

Oggi contemporaneamente ai problemi della produzione ci poniamo anche i problemi del controllo della qualità.

Durante l'impostazione di una lavorazione nuova assieme ai moltissimi quesiti di carattere tecnologico ci chiediamo:

1. - Riuscirò, con i mezzi che ho a disposizione (macchina, attrezzatura, utensile), a realizzare le tolleranze richieste dal disegno?

2. - E in caso negativo:

a) Quale sarà la percentuale massima dei pezzi di scarto?

b) Quali sono le cause che producono questi pezzi di scarto e come dovrò impostare il lavoro per individuarle?

c) Sarà più conveniente impostare lo studio per un livello di qualità superiore e cioè ridurre la percentuale dei pezzi di scarto o non introdurre alcun cambiamento e limitarsi a fare la selezione della produzione?

Sono tutti problemi a cui fino a ieri abbiamo risposto e a cui ancora oggi risponderemmo in modo piuttosto approssimato se le esigenze della lavorazione di serie non avessero posto delle severe limitazioni sulla impostazione di una lavorazione nuova.

Limitazioni che non possiamo trascurare o soddisfare in parte, perchè sono necessarie per affrontare con criteri razionali il problema dei costi.

Oggi la produzione deve soddisfare principalmente a due condizioni fondamentali:

1. - Rispondere alle esigenze del consumatore.

2. - Non richiedere dei costi superiori a quelli che sono compensati dal valore della qualità del prodotto.

Senza il verificarsi di queste due condizioni non esiste il concetto di economia nella lavorazione in quanto non sarebbe possibile la vendita dei beni fabbricati, con la realizzazione di un utile.

Queste due condizioni vengono raggiunte solo mediante un continuo lavoro di approssimazione a delle mete ideali (sistema del metodo ottimo) da parte sia del tecnico progettista sia del tecnico realizzatore.

Oggi quindi trovandoci nella necessità di rispondere in modo ben preciso ai quesiti precedentemente enunciati, dovremo impostare il lavoro che ci porta alla soluzione, in modo razionale e sopratutto in modo tale che non ci porti a risultati di dubbia interpretazione.

Il « Controllo della Qualità » con tutte le sue attività collaterali basate su sistemi di ricerca o di elaborazione con leggi statistiche o no si presta allo scopo come strumento di lavoro di primo piano.

La programmazione ed organizzazione delle prove (*design of experiments*) impostata con criteri ben chiari e precisi e l'elaborazione dei risultati fatta con leggi statistiche per potere eliminare il concetto di caso e potere esaminare con sicurezza l'insieme della produzione, ci permettono di raggiungere nel tempo minore possibile, il livello di qualità desiderato; resta poi ai vari tecnici interessati il compito di mantenerlo mediante un controllo continuo della produzione.

Da quanto abbiamo precedentemente comunicato è chiaro che il primo passo è il più importante, per stabilire il livello di qualità voluto è lo studio dell'operazione (*operations analysis* o *operations research*).

Mediante lo studio delle operazioni noi percorriamo le singole tappe che ci portano al risultato finale, cioè alla determinazione del sistema di controllo sulla intera lavorazione dell'elemento, del gruppo o del complesso.

Ripetiamo la definizione che ha dato lo Shainin: « *lo studio dell'operazione è una filosofia sull'uso del metodo scientifico per risolvere problemi funzionali fuori dei normali campi della scienza e fornisce delle basi quantitative per prendere delle decisioni* ».

Questa tecnica fa parte delle attività del Controllo della Qualità e si è sviluppata in modo sensibile solo in questi ultimi tempi, principalmente in America durante la seconda guerra mondiale, per cui in alcuni settori ha assunto una importanza veramente fondamentale.

Essa rispetto ai vecchi metodi ha il vantaggio di inserirsi nello schema della operazione e non di limitarsi alla ricerca scientifica condotta fuori del campo di lavoro che molto spesso portava a risultati che erano fini a se stessi in quanto non applicabili in pratica perchè dedotti in base ad uno schema di funzionamento che pur essendo simile al vero nella impostazione, molto spesso si scostava da esso durante lo studio, per semplicità della trattazione teorica del problema.

Lo scopo dello studio dell'operazione è quello di dedurre i punti fondamentali responsabili dell'andamento dell'operazione stessa e dare l'indirizzo per potere agire su questi punti per migliorarla. I punti più importanti da osservare durante l'impostazione e l'esecuzione dello studio dell'operazione sono schematicamente i seguenti.

1. - Osservare personalmente lo svolgersi dell'operazione. Registrare tutti i dati disponibili e che inquadrano il fenomeno, per lo meno in linea generale.

2. - Tracciare lo schema del modello teorico del fenomeno e completarlo con tutti quei dati necessari ad integrare quelli già rilevati.

Cioè una volta tracciato il modello teorico della operazione, corredarlo di tutti quei dati che sono sufficienti a definire il vero aspetto intimo del problema.

3. - Rilevare le caratteristiche di funzionamento e l'influenza reciproca relativa dei diversi fattori interessati nell'operazione: dispersione per

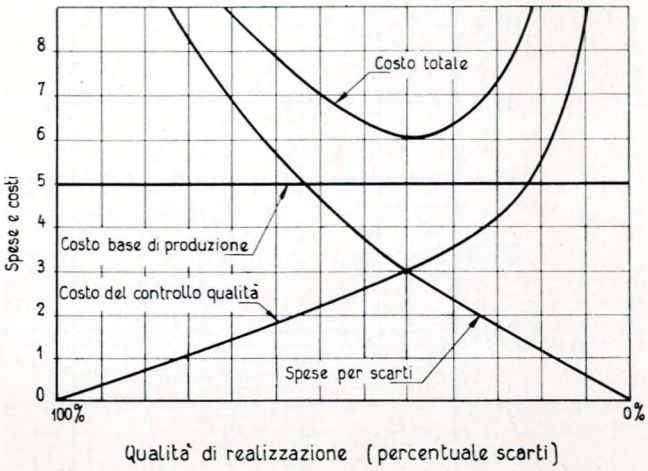


Fig. 2 - Costo della qualità di esecuzione confrontato col valore della qualità.

la macchina, l'attrezzatura, l'utensile o per il materiale.

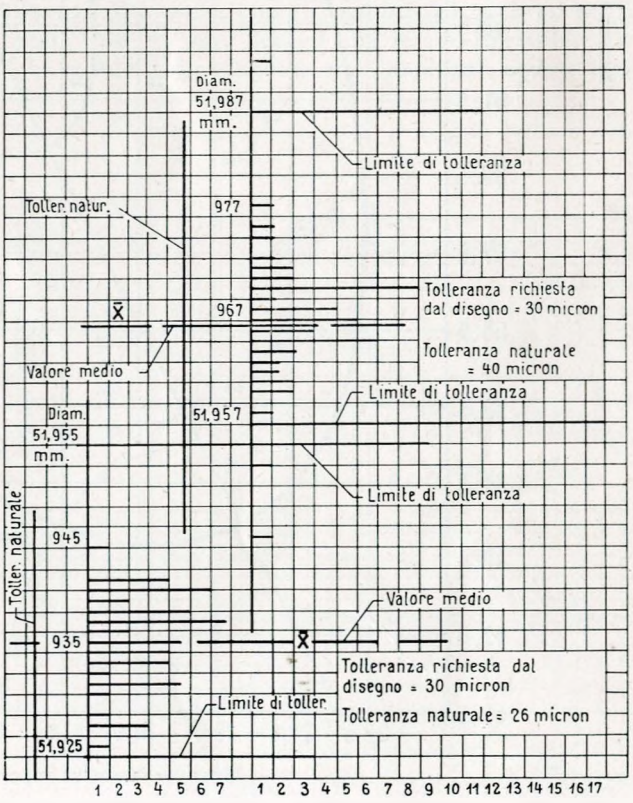
Nei casi di una certa complessità in cui entrano in gioco diverse variabili è di grandissimo aiuto lo studio delle correlazioni (vedremo più avanti i dettagli nella applicazione ad un caso pratico).

4. - Eseguire nuove prove di funzionamento in condizioni controllate: *È sempre necessario mettersi in condizioni tali da potere giudicare il significato dei risultati.*

Dall'analisi delle prove così impostate si possono dedurre le condizioni ottime per l'operazione.

Ed ora prima di passare alla descrizione di una applicazione del controllo di qualità alla lavorazione di un elemento, vorremmo accennare ad un

Fig. 3 - Lavorazione del pistone motore: operazione di rettifica del mantello.



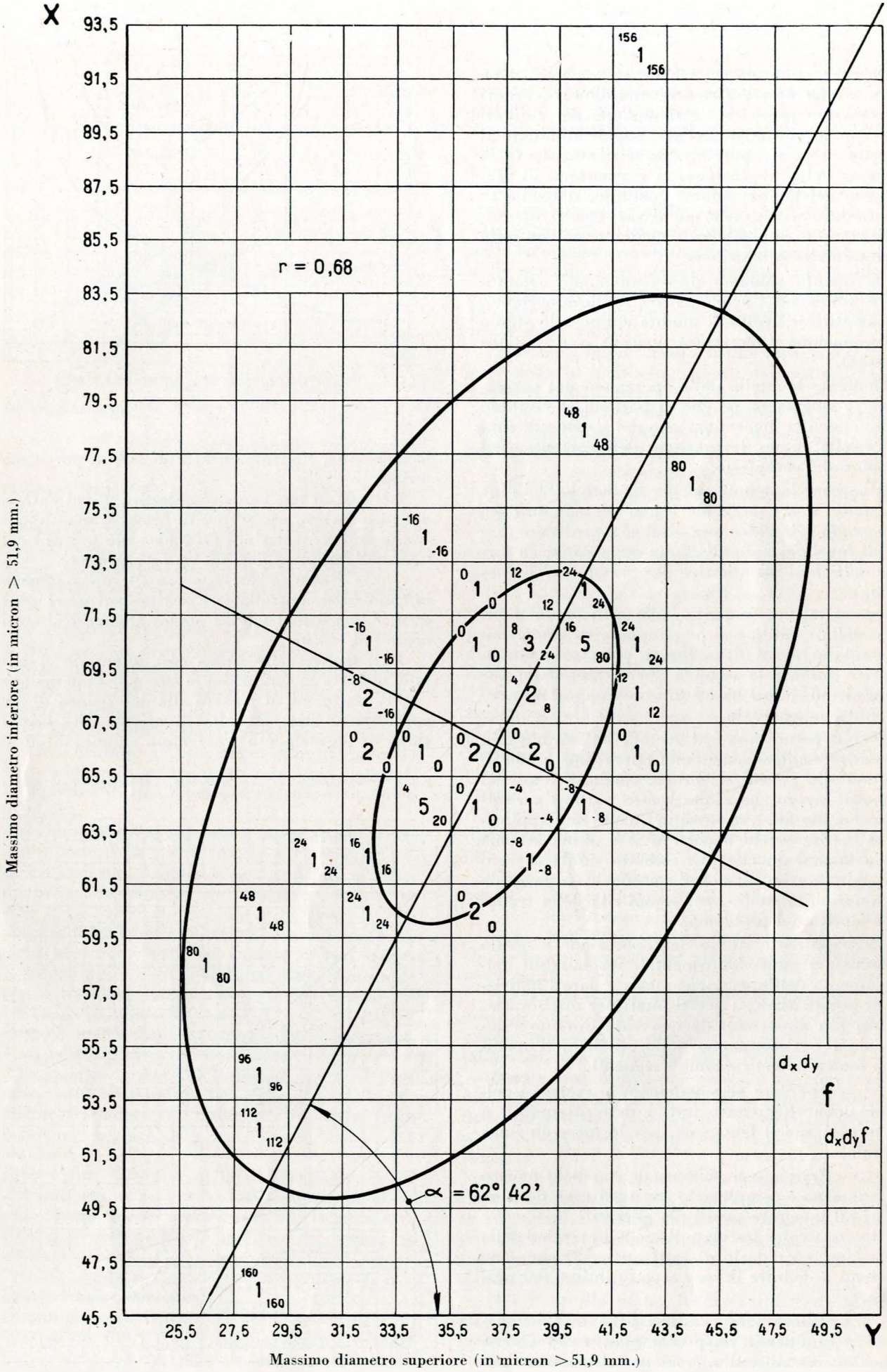


Fig. 4 - Rettifica del mantello pistone, con l'ellisse del 50% al 99% dei pezzi.

X, Y = Valore della variazione (in micron) alle estremità superiore e inferiore del diametro del mantello.
d = Scostamento dal valore medio. — f = Frequenza.

altro fattore che, pur non avendo carattere puramente tecnico, ha una influenza fondamentale per la buona riuscita di una qualunque attività diretta a realizzare un certo livello di qualità in lavorazione.

Sino ad ora ci siamo interessati della impostazione del programma di analisi della operazione, quale mezzo di studio e perfezionamento di essa. Ci siamo anche interessati che gli strumenti e gli schemi di controllo fossero privi di deficienze che potessero alterare o rendere poco attendibili le nostre indagini.

Tutto quanto abbiamo esaminato sarebbe sufficiente per i nostri scopi se la qualità di realizzazione di un prodotto fosse solo il risultato di procedimenti, macchine, attrezzature e mezzi di controllo.

D'altra parte non dobbiamo dimenticare che tra tutti questi mezzi esiste l'elemento umano quale mezzo coordinatore e la sua influenza in tutti i nostri studi è risultata di gran lunga superiore a quella degli altri fattori, per quanto oggi cerchiamo di rendere indipendente dall'elemento umano sia il funzionamento della macchina sia quello dell'attrezzatura, sia lo schema dell'operazione che il sistema di controllo di essa.

Noi tutti durante la fase iniziale di inserimento del controllo della qualità nella lavorazione, studiando determinati ambienti delle diverse officine, abbiamo notato la presenza o la mancanza di quella certa *tendenza naturale alla qualità*.

Il vero successo di un programma di applicazione del controllo della qualità è legato direttamente al grado di « predisposizione per la qualità » che esiste o si è sviluppato in officina.

Questa « predisposizione » non si sviluppa automaticamente — nè resta latente se esiste già — solo in seguito alla applicazione del Controllo Qualità.

Ad essa si deve arrivare tramite l'azione della Direzione di Officina e degli elementi che fanno parte del Controllo Qualità; oltre a fornire i mezzi tecnici necessari bisogna creare l'ambiente in cui l'elemento umano opera: nasce quindi un altro problema che si scosta notevolmente da quelli fino ad ora considerati e va a cadere nel campo delle *relazioni umane*.

L'ambiente in cui l'individuo vive ha grande influenza sul suo modo di sentire, di pensare e quindi di agire.

In questi due ultimi decenni i metodi di lavoro e di cotrollo si sono rapidamente cambiati.

Non possiamo ignorarlo; dobbiamo studiare attentamente i loro effetti specialmente sul personale.

Continuiamo a migliorare le macchine e i sistemi di lavorazione, perfezionare gli strumenti e i sistemi di controllo, attendere alla educazione dell'operatore, fare dello campagne sulla necessità di un certo livello di qualità, ma sono tutti fattori necessari, non sufficienti.

La buona utilizzazione delle macchine, delle attrezzature, dei sistemi di controllo ecc. si basa sopratutto su un miglioramento delle relazioni umane.

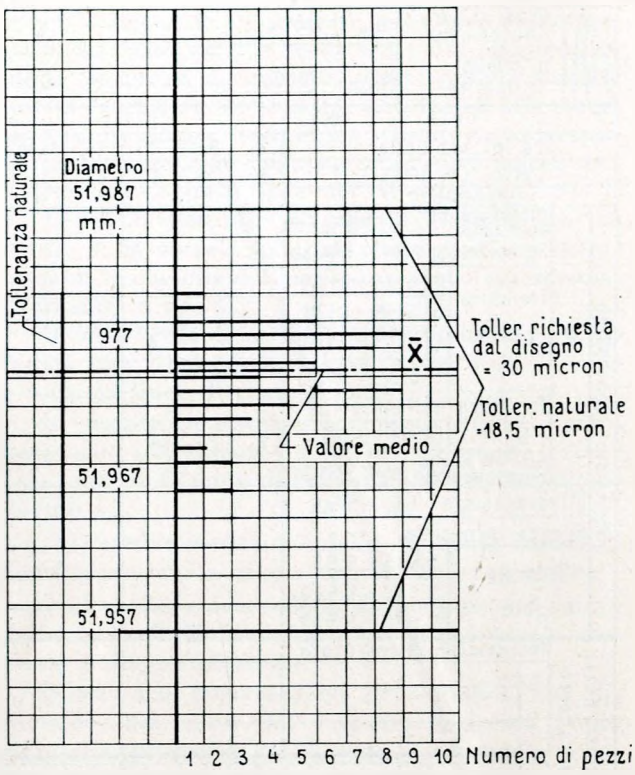


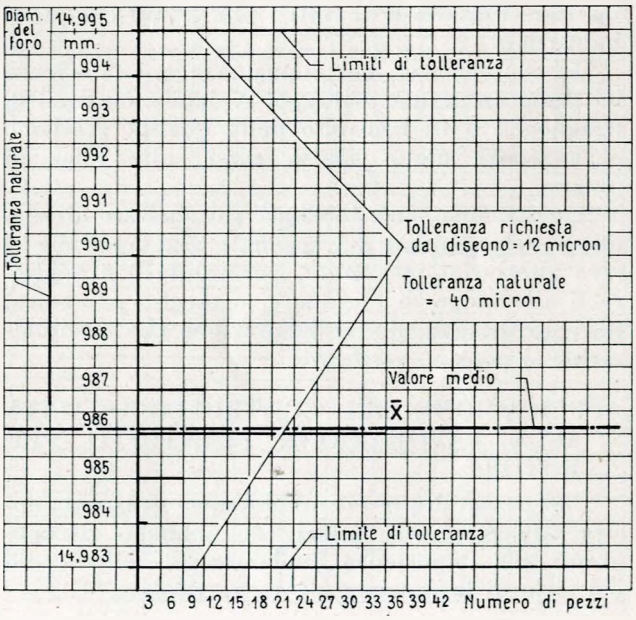
Fig. 5 - Caratteristiche dell'operazione di rettifica del mantello (diametro inferiore) dopo aver variato le condizioni di tale lavoro.

La sociologia del lavoro intesa come studio delle interrelazioni tra lavoratori e mezzi di lavoro è diventato uno strumento indispensabile per il buon andamento di ogni azienda.

Non sono studi nuovi, ma solo *impostazioni nuove a vecchi studi*.

È stato per esigenze belliche, durante la seconda Guerra Mondiale, che gli uomini del governo negli Stati Uniti si sono accorti che le caratteristiche richieste della produzione non potevano essere rag-

Fig. 6 - Caratteristiche dell'operazione di alesatura del foro dello spinotto.



Mod. N. _____

FIAT STABILIMENTO AUTOMOBILI Analisi Qualità	Tipo 500C	Particolare stantuffo motore	Macchine controllate	TUM 18682	Prelievo	N. ordine
	Matr. 3005			2 teste 25599		5
				N. Brit. 24349		
				Herbert 18589	Spezzi ogni 80	

DATA 1952			22/11										24/11							
Ora di controllo			8	9,30	11	13	14,30	16	17	18,30	20	22	8	9	10	13	15	16,30	18	20
Lotto (N. pezzi)			80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Posizione			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Dimensioni controllate	Alesatura per centraggio	48,532÷48,505																		
	Sgross. foro spin.	14,28 ÷ 14,38																		
	ϕ Tornitura testa	a 51,62 ÷ 51,67							x											
		b 51,74 ÷ 51,79																		
		c 51,29 ÷ 51,34			x											x				
		51,2 ÷ 50,7																		
	Tornitura gole	h 47,105 ÷ 47,3																		
		l 45 ÷ 45,2	x		x						x								x	
	Gole per anello ritegno spinotto	16,10 ÷ 16,30																		
	Altezza totale	55,4 ÷ 55,6																		
	Altezza foro cielo																			
	Altezza gole	2,535 ÷ 2,55																		
		2,515 ÷ 2,530																		
		3,515 ÷ 3,530																		
Numero pezzi di scarto	Posizione lotto ripresentato												3							
	3																			
	2				x															
	1		x						x		x					x			x	
	0			x		x	x	x		x		x	x	x	x		x	x		x
Collaudatore N.			714							715			714						715	
Sigla del C. Sq.					[illegible]															

Fig. 7 - Controllo della tornitura, sfacciatura, alesatura di sgrossatura, e finitura.

giunte senza interessarsi delle relazioni umane dentro le industrie.

Nacque così il Training Within Industry Service (T.W.I.) della War Manpower Commission che facilitò l'avvicinamento di personalità della scuola e dell'industria, col fine di migliorare le relazioni umane nell'industria.

Gli studi fatti e le conseguenti applicazioni realizzate, sopratutto perché privi di confini dettati da ipotesi teoriche e liberi dal vecchio positivismo accademico, hanno portato a dei risultati tali da suscitare l'interesse di tutti i più grandi complessi industriali.

In conseguenza, nel dopoguerra questa scienza ha avuto un grande sviluppo. A fianco dei corsi di tecnologia, o di controllo della qualità possiamo oggi vedere molto spesso corsi sulle relazioni umane.

Questi corsi sono necessari per studiare gli elementi determinanti del cosidetto ambiente che si crea attorno al lavoratore, per valutarli e migliorarli allo scopo di eliminare, o meglio prevenire, tutti gli ostacoli alla collaborazione che eventualmente si possono verificare.

APPLICAZIONE DEL CONTROLLO QUALITÀ ALLA LAVORAZIONE STANTUFFO PER MOTORE

Nei paragrafi precedenti abbiamo fermato la nostra attenzione sui fattori che abbiamo ritenuto aventi una importanza fondamentale nello studio del ciclo di lavorazione di un particolare.

Abbiamo accennato sia al fattore tecnico (analisi dell'operazione) che può essere riassunto nelle linee seguenti:

Analisi della operazione:
- Determinazione della tolleranza naturale della macchina (dispersione).
- Confronto di essa con quella prescritta dal disegno.
- Determinazione della correlazione tra le variabili coinvolte nel fenomeno in studio.
- Analisi del coefficiente di correlazione trovato.
- Determinazione delle condizioni ottime per l'operazione.
- Definizione del sistema di controllo della lavorazione.

sia al fattore psicologico per creare l'ambiente necessario alla predisposizione alla qualità.

Nel seguito esponiamo ora solo per sommi capi il sistema d'applicazione dei principi sopra esposti, soffermandoci su qualche punto fondamentale, solo con lo scopo di mettere in evidenza il vantaggio dell'uso di questi mezzi per il miglioramento della qualità della lavorazione.

Abbiamo scelto la lavorazione dello stantuffo come esempio pratico, in quanto si presta molto bene ad illustrare molti aspetti del compito che ci siamo proposto.

Nel campo delle costruzioni automobilistiche,

questa è una delle lavorazioni più delicate e come tale esige una impostazione rigorosa delle diverse fasi e la massima diligenza del personale addetto.

Quando ci siamo posto il compito di analizzare le operazioni costituenti il ciclo di lavorazione di questi particolari, abbiamo cominciato con le operazioni di sgrossatura (mantello e foro per perno), di tornitura della testa, sfacciatura del cielo e forature varie.

Al primo esame non sono venuti fuori degli inconvenienti degni di un certo rilievo.

È stato messo in evidenza che le macchine usate determinavano una tolleranza naturale (dispersione) il più delle volte notevolmente inferiore alla tolleranza prescritta sul cartellino di operazione.

E di ciò ci siamo serviti per ridurre le tolleranze di lavorazione di alcune operazioni intermedie con notevole vantaggio nella esecuzione delle altre (valore del sopramettallo più uniforme e quindi possibilità di lasciarne una quantità inferiore, superfici di riferimento più precise e quindi dispersione minore nelle operazioni successive).

Il livello di qualità trovato era migliore di quello richiesto. Le varie operazioni sono state messe sotto controllo mediante un piano di campionatura (controllo per attributi - Vedi fig. 7).

Uno studio più elaborato è stato necessario per l'operazione di rettifica del mantello che è sagomato a forma di cono a sezione ellittica.

Per questo mantello sono prescritte tolleranze sui due diametri e sul valore della conicità. Qui sorge la necessità di studiare e portare sotto controllo la relazione che esiste tra i due diametri in modo da avere il controllo della conicità tramite quello di un diametro e poter stabilire se alla escursione del valore di esso entro i limiti di tolleranza naturale corrisponde una variazione del valore dell'altro entro i limiti della sua tolleranza (fig. 3).

Il primo controllo di questa relazione cioè lo studio della correlazione tra i due diametri determinanti la conicità del mantello è riportato schematicamente in fig. 4.

Il coefficiente di correlazione calcolato ($r = 0.68$) indica una dispersione eccessiva dei valori sopra e sotto la linea di regressione.

In seguito ai risultati di questo studio è stato necessario individuare la ragione di questo valore basso del coefficiente di correlazione che è risultato dovuto a:

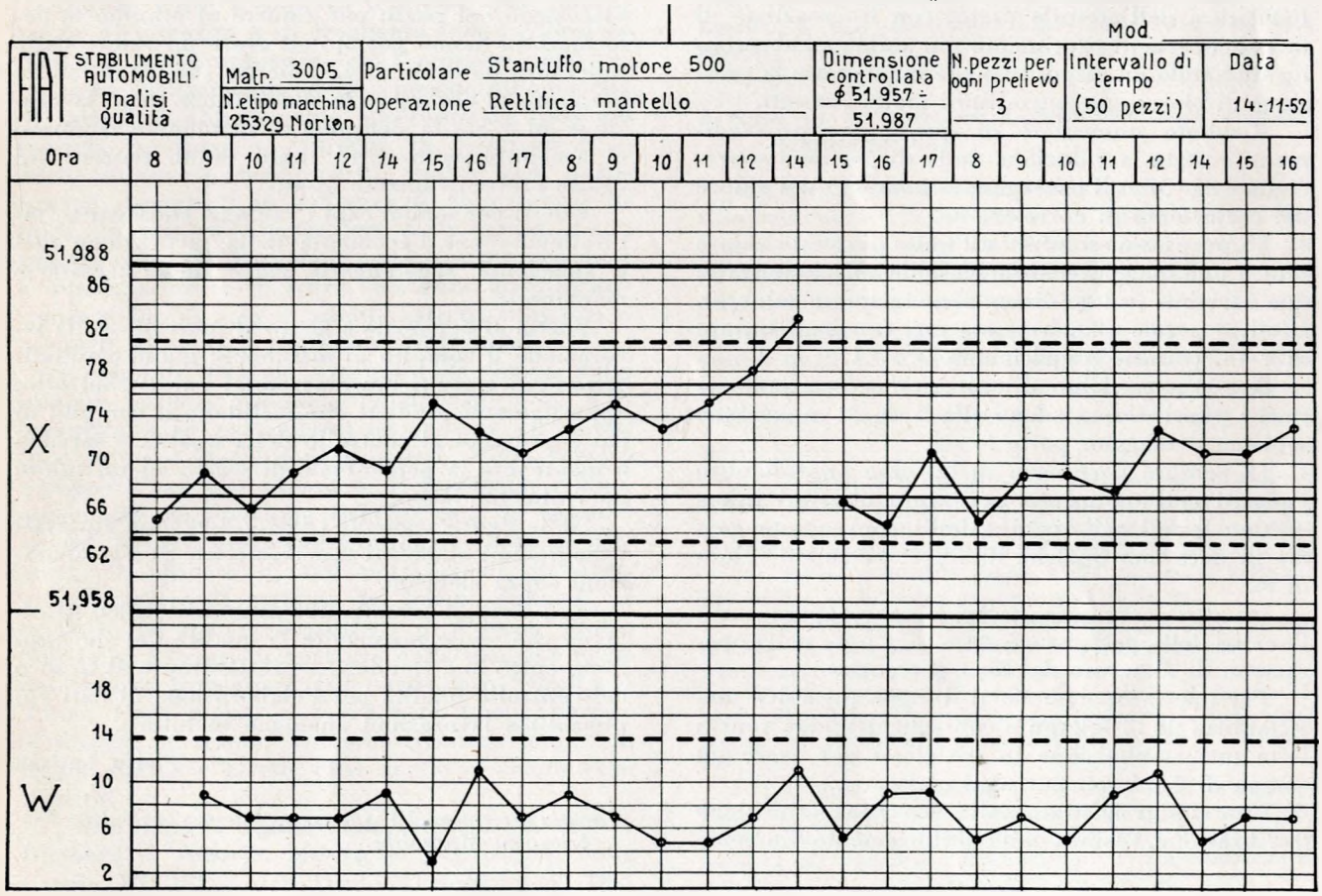
1) cattiva esecuzione della superficie conica di riferimento creata in una operazione precedente;

2) valore elevato della dispersione del valore della forza F di bloccaggio del pezzo tra le due punte nella rettificatrice.

Questi due inconvenienti determinano una dispersione del valore del diametro maggiore, superiore alla tolleranza del disegno, e conseguente valore basso del coefficiente di correlazione.

Quindi primo passo da fare per portare la conicità sotto controllo è quello di ridurre quest'ultima dispersione e cioè ridurre entro limiti accettabili le due cause determinanti.

Fig. 8 - Controllo della rettifica del mantello.



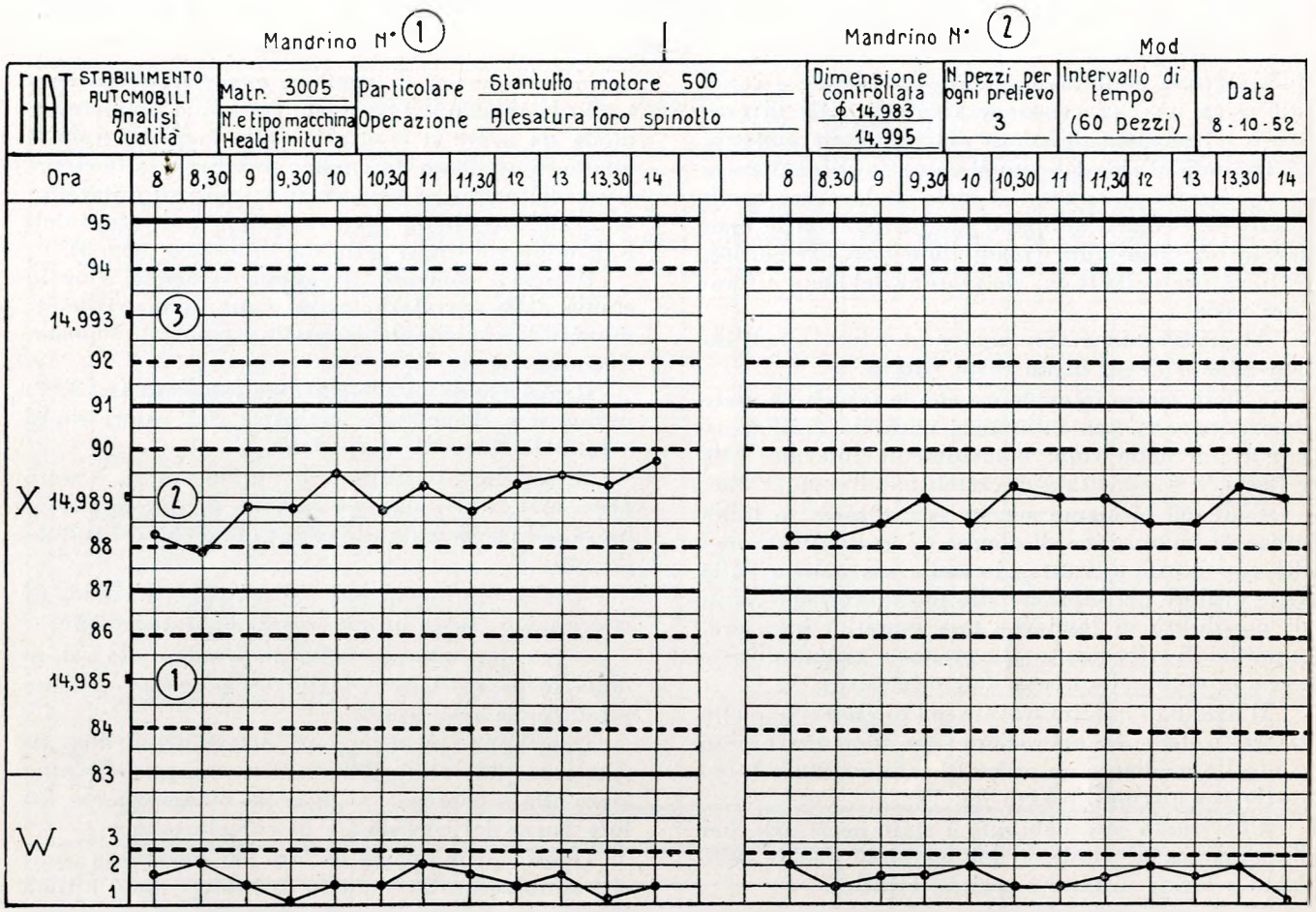


Fig. 9 - Controllo dell'alesatura di finitura del foro dello spinotto.

Si è ovviato al primo inconveniente migliorando l'affilatura dell'utensile usato, con la creazione di una superficie di riferimento più ampia ed al secondo studiando un dispositivo che mantenesse la pressione di bloccaggio entro limiti molto ristretti.

Risultato immediato di questi due provvedimenti è stata la riduzione della dispersione sopracitata (fig. 5) e di conseguenza aumento del valore del coefficiente di correlazione.

L'approssimarsi infatti all'unità di questo valore indica una maggiore linearità nella relazione tra le due variabili scelte (diametro maggiore e minore). In altre parole affinchè y sia una funzione lineare di x è necessario e sufficiente che $r = 1$.

Se r è molto vicino all'unità non necessariamente tutti i punti stanno vicino alla linea di regressione sebbene la maggior parte lo sia.

(È sempre necessario in tal caso approfondire l'analisi dell'operazione per avere ulteriori informazioni e dati nella natura dell'inconveniente, prima di dare una qualche interpretazione sul valore di r).

Un altro vantaggio notevole, conseguenza dell'analisi dell'operazione è stato raggiunto nella operazione di alesatura del foro per perno.

Per questa operazione il disegno prescrive una tolleranza di 12 micron e conseguentemente veniva fatta una suddivisione in tre classi per avere un campo di 4 micron per ogni classe.

Uno studio accurato della macchina (riduzione di vibrazione, verifica dell'equilibramento dinamico di mandrino) dell'utensile e dell'attrezzatura di bloccaggio del pezzo per ridurre al minimo le deformazioni hanno portato ad avere un valore della tolleranza naturale di 4,5 micron (fig. 6) il che ha permesso di eliminare la suddivisione dopo lavorazione ed avere la sicurezza di mantenere il giuoco di accoppiamento entro limiti molto ristretti sul valore preventivamente fissato.

Questi per sommi capi i vantaggi conseguiti. Naturalmente per l'economia della lavorazione non è sufficiente raggiungerli, ma è anche necessario mantenerli.

Spetta al personale addetto al controllo della lavorazione il compito di mantenere questi risultati. Sono stati istituiti dei diagrammi per il controllo, appositamente studiati che facilitano il compito di chi è preposto al controllo della qualità e servono a mantenere la percentuale di scarto ad un valore notevolmente basso.

Nelle figure seguenti (figg. 7-8-9) sono riportati i diagrammi elaborati specificamente per le operazioni sopra elencate.

Essi sono di grandissimo aiuto al tecnico di officina che vuole mantenere la qualità dal suo prodotto entro lo « standard » prestabilito o al tecnico del controllo qualità per l'elaborazione di dati applicabili a lavorazioni analoghe in futuro.

Pietro Larizza

Memoria presentata al V Congresso Internazionale delle Fabbricazioni Meccaniche.

SUL FENOMENO DEI COLPI DI TENSIONE NELLA MINIERA DI RAIBL

Definiti i caratteri generali delle manifestazioni dei colpi di tensione, vengono discusse — con particolare riguardo alla miniera di Raibl (Udine) — le cause determinanti il fenomeno, anche allo scopo di accennare ai provvedimenti di possibile prevenzione.

Premessa.

La principale causa diretta di danni ed infortuni nel corso dei lavori minerari deriva dagli scoscendimenti di roccia, manifestazioni in genere occasionali e relativamente rapide di dislocazioni dei terreni, originate da concentrazioni anomale di pressioni o da fenomeni di distensione presso gli scavi: il loro verificarsi è di norma imputabile ad un deficiente controllo dei movimenti dei terreni, in particolare dei loro segni premonitori, da parte del minatore, e la relativa fenomenologia consente prevalentemente lo sviluppo di soli studi statistici.

Tuttavia meno comuni manifestazioni di stati di tensione dei terreni connessi con scoscendimenti, non imputabili alla trascuratezza del minatore, involgono anche motivi di studio di interesse notevole e generale. Tra queste sono da comprendersi i « colpi di tensione », ossia i cedimenti improvvisi di roccia; i quali però, se per taluni effetti sono ascrivibili al quadro delle più comuni dislocazioni dei terreni, se ne differenziano per varî loro aspetti peculiari, in particolare per il carattere essenzialmente dinamico e la marcata e generale imprevedibilità del loro insorgere.

D'altra parte i colpi di tensione, pur aumentando di intensità e di frequenza con l'approfondirsi dei lavori minerari, con l'aumento delle velocità di avanzamento ed in relazione all'adozione di mezzi di abbattimento meccanizzati, possono tuttavia prodursi — oltrechè in sotterraneo — anche in cave a cielo aperto; inoltre essi, quantunque riscontrati in coltivazioni di materiali litoidi, di minerali metalliferi e di carboni, non costituiscono un fenomeno generalmente connesso a qualsiasi lavoro di scavo, ma bensì caratteristicamente legato solo a taluni distretti minerari e — negli stessi — a particolari formazioni.

I colpi di tensione sono noti da tempo nelle miniere aurifere profonde sud-africane (del Witwaters-rand in particolare) ed indiane ed in talune miniere metallifere canadesi. Nelle regioni europee a noi più prossime, il fenomeno è stato riscontrato in località diversissime; si possono citare: le cave belghe di porfido di Quenast-Vermont, le miniere di sali potassici di Stassfurt, molte miniere di carbone del bacino slesiano, le miniere del bacino lignitifero di Fuveau presso Marsiglia, i lavori di apertura della maggior parte dei tunnels transalpini (in particolare Sempione, Tauri, Caravanche, e soprattutto Loetschberg e Wochein), le miniere piombo-zincifere della Carinzia, Carnia e Tirolo, oltre anche ad alcune cave Apuane.

Nelle miniere alpine della Carinzia (Kreuth e Bleiberg in Austria, Mezica in Jugoslavia), della Carnia (Raibl) e del Tirolo (Eisenkappel, Dirstentritt) il fenomeno è in genere controllato e registrato da decenni ([1]); esso è anche già stato studiato, specie sotto il punto di vista statistico, con particolare attenzione alle miniere della Carinzia, Kreuth soprattutto ([2]), ma una definitiva conclusione sulle cause determinanti o sui provvedimenti precisi atti a prevenirne la manifestazione manca tuttora. Nella presente nota si vuol quindi, in via preliminare, discutere sulle cause determinanti i colpi di tensione, accennando anche ai provvedimenti di possibile prevenzione, con riferimento essenziale alla miniera di Raibl (Udine), della S. A. Cave del Predil.

Tale riferimento è giustificato dal fatto che la miniera di Raibl è l'unica in Italia in cui fenomeni di colpi di tensione si manifestino correntemente, mentre ivi presumibilmente gli stessi tenderanno in futuro ad assumere ancora maggior importanza, in relazione all'ulteriore sviluppo in profondità dei lavori di ricerca e tracciamento atti a garantire l'attività produttiva della miniera nei prossimi anni. D'altra parte, appunto della miniera di Raibl in particolare disponiamo — grazie alla cortesia della Direzione della stessa ([3]) — di dati numerosi oltre che di osservazioni personali, che consentono di esprimere un'opinione in merito a tali manifestazioni delle tensioni dei terreni.

I colpi di tensione ed i caratteri delle relative manifestazioni.

Un « colpo di tensione » origina da un improvviso cedimento della roccia in qualche suo elemento, contemporaneamente accompagnato da un rilassamento delle tensioni che d'un subito si propaga in una più vasta porzione dei terreni; esso si manifesta con uno scoppio violento, in tutto simile negli effetti ad uno scoppio di esplosivo, il quale giustifica il nome dato alla manifestazione: *rock-burst* dagli inglesi, *bergschläge* dai tede-

([1]) I primi dati risalgono al 1905 per la miniera di Kreuth, al 1911 per quella di Raibl, al 1925 per Bleiberg. I rilievi più accurati sono però limitati agli anni successivi al 1930, con esclusione inoltre del periodo 1943-1947, in cui — per motivi particolari connessi alla situazione bellica e post-bellica — le notazioni sono state deficienti.

([2]) TSCHERNIG E., *Neuere Beobachtungen über Gebirgsdruckerscheinungen im alpinen Blei-Zinkerzbergbau* - Internationale Gebirgsdrucktagung, Leoben 1950 - Urban ed., pp. 103-113; TSCHERNIG E., *Über Gebirgsschläge in den alpinen Blei-Zinkerzlagerstätten unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Kreuth bei Bleiberg* - Klagenfurt. 1951 - lit.

([3]) A tutti i Componenti la Direzione della Miniera di Raibl, ed in particolare all'egregio Dott. Ing. Giovanni NOGARA, Direttore Generale della S. A. Cave del Predil, si desidera qui esprimere pubblicamente vivi ringraziamenti al riguardo.

schi ([4]). Gli effetti dinamici esterni quali lancio di schegge rocciose, abbattimento o spostamento di armature, spostamento di aria, onda di pressione (prevalentemente con carattere sussultorio) nel terreno, possono essere accompagnati da successivi e conseguenti crolli di altri elementi rocciosi del cantiere o da liberazione di gas, consentendo in tal modo la caratterizzazione particolare del fenomeno.

Condizione necessaria per il manifestarsi di un colpo di tensione è che nella roccia esista almeno una superficie di discontinuità libera, affinchè così si abbiano delle connesse disuniformi distribuzioni delle tensioni, con gradiente alto nel passaggio dalla superficie libera all'interno: se le condizioni di sollecitazione della roccia sono maggiori di quelle compatibili con le caratteristiche di resistenza della stessa — entro certi limiti tollerate sotto una specie di equilibrio metastabile — può così prodursi un rapido rilassamento delle tensioni. Affinchè però questo rilassamento possa eventualmente coincidere con un « colpo di tensione » è ancora indispensabile che i terreni siano sensibilmente omogenei ed isotropi, dotati di alta resistenza alla compressione e di una certa resistenza alla trazione ed al taglio (in grado quindi di immagazzinare, in stato di coazione elastica, una notevole quantità di energia per unità di volume), abbiano comportamento marcatamente elastico con un valore relativametne alto del modulo di elasticità, e siano peraltro fragilissimi, non ammettendo praticamente campo di deformazioni plastiche. Inoltre, affinchè il cedimento si possa manifestare in modo improvviso, è necessaria come causa determinante immediata una sollecitazione di carattere dinamico, atta a provocare un marcato aumento delle tensioni al di là dei limiti dell'equilibrio.

In qualche caso, il fenomeno dei colpi di tensione può manifestarsi anche in assenza di lavori di scavo, per effetto di perturbazioni al naturale regime delle tensioni indotte da cause esterne (tettoniche ad esempio) in connessione con caratteristiche geometriche particolari delle formazioni.

([4]) Veramente il fenomeno dei colpi di tensione è spesso indicato nella letteratura tecnica con denominazioni svariatissime, in relazione ai particolari aspetti del suo manifestarsi in miniere diverse ed alle caratteristiche geometriche dei cantieri, per cui sorge talora qualche confusione: ad esempio, *i colpi di tetto*, caratteristici dei giacimenti stratificati ed in ispecie di quelli di carbone, vengono di norma sempre considerati come manifestazioni di colpi di tensione, la denominazione di quelli essendo addirittura correntemente usata per indicare questi. È perciò necessario porre molta attenzione al riguardo, tanto più che (come giustamente è stato rilevato da P. Stassen nel suo *Rapport général* sulla Sezione « G » della « Conférence Internationale sur les pressions de terrains », Liegi 1951) molto spesso vengono indicati come « colpi di tetto » manifestazioni sostanzialmente differenti dai colpi di tensione e raggruppabili tra i più comuni scoscendimenti, di carattere prevalentemente statico. Un chiarimento sull'essenza dei colpi di tensione è contenuto nel verbale del *Symposium on Rock-burst* tenutosi a New York nel febbraio 1941, sotto la presidenza del Prof. P. Bucky (pubblicato nelle Trans. A.I.M.E., vol. 163, 1945, pp. 568-623): alla ampia discussione sulla fenomenologia dei colpi di tensione hanno contribuito diversi studiosi, tra cui in particolare J. Spalding, L. Graton, A. Yates, P. Shenon, A. Robertson, P. Bird, O. Weiss.

Così, nel campo dei lavori minerari, pur manifestandosi sempre in conseguenza dell'apertura di cavi e della connessa perturbazione dell'equilibrio naturale, esso può imputarsi o prevalentemente alle modalità di esecuzione degli scavi o prevalentemente a condizioni particolari del luogo, della formazione, della naturale distribuzione delle tensioni; nel primo caso, il colpo di tensione è normalmente chiamato « *indotto* » (*induced* o *pressure-burst*) e può entro certi limiti essere controllato od evitato, nel secondo caso è invece chiamato « *intrinseco* » (*inherent* o *strain-burst*) ed è in genere affatto imprevedibile.

Rientrano nel primo gruppo ([5]) molte manifestazioni connesse con lavori di coltivazione comportanti apertura di vuoti estesi, numerosi o a grande profondità (in coltivazioni per frana ad orizzonte continuo, per camere e pilastri, per vuoti con pilastri abbandonati isolati, ecc.): esse possono rivestire notevole entità, provocando la distruzione estesa di grandi cantieri, ma avvengono in modo non molto violento. Invece sono in genere da comprendere tra i colpi di tensione « intrinseci » quelli che si manifestano durante lo scavo di isolate gallerie di tracciamento, oppure che sono imputabili essenzialmente all'esistenza nella roccia di superficie o di zone di minor resistenza non note: oltre che assolutamente improvvisi, essi sono in genere i più violenti, quantunque di modesta entità.

Situazione generale e struttura della zona di Raibl.

La regione in cui trovasi la miniera di Raibl appartiene alla falda Nord di una sinclinale il cui asse ha direzione EO, in corrispondenza della Valle Raccolana, e che si estende dalla Valle di Resia alla Val Canale. La Valle di Raibl (Rio del Lago - Slizza) taglia trasversalmente da Nord verso Sud questa falda, fino a raggiungere quasi il suo asse.

Paralleli alla Valle di Rio del Lago ed interessanti i terreni più propriamente collegati con il giacimento (calcari dolomitici non stratificati — « dolomia metallifera » — del ladinico superiore e calcari marnoso-scistoso ittiolitici del raibliano inferiore) si sviluppano numerosi sistemi di faglie (vedasi lo schizzo topografico di fig. 1, dove con tratteggio è indicato il raibliano e senza tratteggio la dolomia), che, con altri sistemi diretti N-E—S-O, sono ben noti nella vasta letteratura geologica relativa ([6]).

([5]) Vedasi anche al riguardo: Morrison R., *A general Theory of Rock Bursts* - Engineering and Mining Journal, 148-12 e 149-1, dic. 1947 e genn. 1948; Morrison R., *Theory and Practical Problem of Rock Bursts* - Engineering and Mining Journal, 149-3, marzo 1948.

([6]) Krauss M., *Das staatliche Blei-Zinkerzbergbauterrain bei Raibl in Kärnten* - Vienna 1913, Manzsche Verlagsbuchandlung; Tornquist A., *Die Vererzung der Zink-Bleierz-Lagerstätten von Raibl* (*Cave del Predil*) - Sonderabdruck aus dem Jahrbuch der geol. Bundesanstalt, Vol. 81, 1931, Vienna - fasc. 1 e 2; Di Colbertaldo D., *Il giacimento piombo-zincifero di Raibl* - 18ª sessione del Congresso Internaz. di Geologia, Londra 1948, ed. S. A. Cave del Predil, Roma (questa memoria contiene una amplissima bibliografia di tutti i precedenti studi geologici sulla zona).

Le faglie principali N-S (Abendblatt-Morghenblatt, Struggl, Aloisi, Fallbach) sono state generate da spinte dirette verso Sud che hanno determinato una serie di fratturazioni e di dislocazioni a gradino, con notevoli rigetti a Sud ed in senso verticale; in dettaglio ogni piano di rottura è poi accompagnato — almeno su di un lato — da un ulteriore campo di fratture parallele secondarie, e talora anche da fratture normali.

I vari piani di scorrimento principali concorrono verso Sud in una zona ristretta, grazie ad una lieve conversione delle faglie più occidentali verso le fratture Aloisi e Fallbach; perciò le varie zolle appaiono verso Sud cuneiformi, forse anche per effetto delle spinte da N-E che successivamente devono aver agito, producendo tra l'altro il sistema Rinnengraben-Baerenklamm e lasciando visibili tracce di disturbo nelle primitive zolle, così assoggettate ad azioni torcenti.

Il giacimento di Raibl è racchiuso nell'area triangolare di dolomia metallifera che comprende (fig. 1) il Piccolo Monte Re e si sviluppa essenzialmente sulla sinistra orografica della Valle di Rio del Lago in prossibità del paese di Raibl: questa zona è delimitata ad Ovest dal sistema Rinnengraben-Baerenklamm, ad oriente dalla faglia Fallbach, a Sud dalla zona di contatto con gli scisti raibliani.

La miniera è essenzialmente sviluppata lungo le faglie N-S, in quanto la mineralizzazione si svolge, sotto forma prevalente colonnare, in prossimità di queste e con queste collegata. I lavori di coltivazione, iniziati da secoli all'esterno a quota 1400 s/m (circa 500 metri sopra Raibl) sono ora giunti a quota 600 s/m (circa 300 metri sotto il fondo-valle), mentre i tracciamenti sono già 150 metri più bassi (vedasi al riguardo la fig. 2, che indica lo sviluppo dei lavori lungo le faglie Struggl ed Aloisi, i quali appunto raggiungono le maggiori profondità).

Fenomenologia locale.

Dal 1886 (anno in cui si riscontrò la prima manifestazione a Kreuth), con l'estendersi delle coltivazioni in larghezza e profondità i colpi di tensione nelle miniere della Carnia e Carinzia divennero sempre più frequenti e di maggior intensità, sino a superare il numero di 2500, tutti concentrati nella dolomia metallifera.

Essi sono distinguibili a distanza per i fenomeni acustici che li accompagnano: il suono prodotto è quello di una breve detonazione, raramente di due o tre susseguentisi ad intervalli molto brevi; il timbro, cupo e sordo, è nettamente diverso da quello acuto e lacerante dell'esplosione delle mine.

Il campo uditivo dei colpi di tensione può essere diversissimo, da alcune decine di metri soltanto (pari a quello delle piccole cariche di esplosivo nei fori a mano), nei pressi dei cantieri in cui il fenomeno si è verificato, a qualche chilometro anche all'esterno [pari a quello di una carica di esplosivo dell'ordine di centinaia di chilogrammi ([7])].

Per la pratica delle registrazioni nelle miniere alpine citate, i colpi sono di solito ordinati differenziati secondo l'ampiezza del campo di perce-

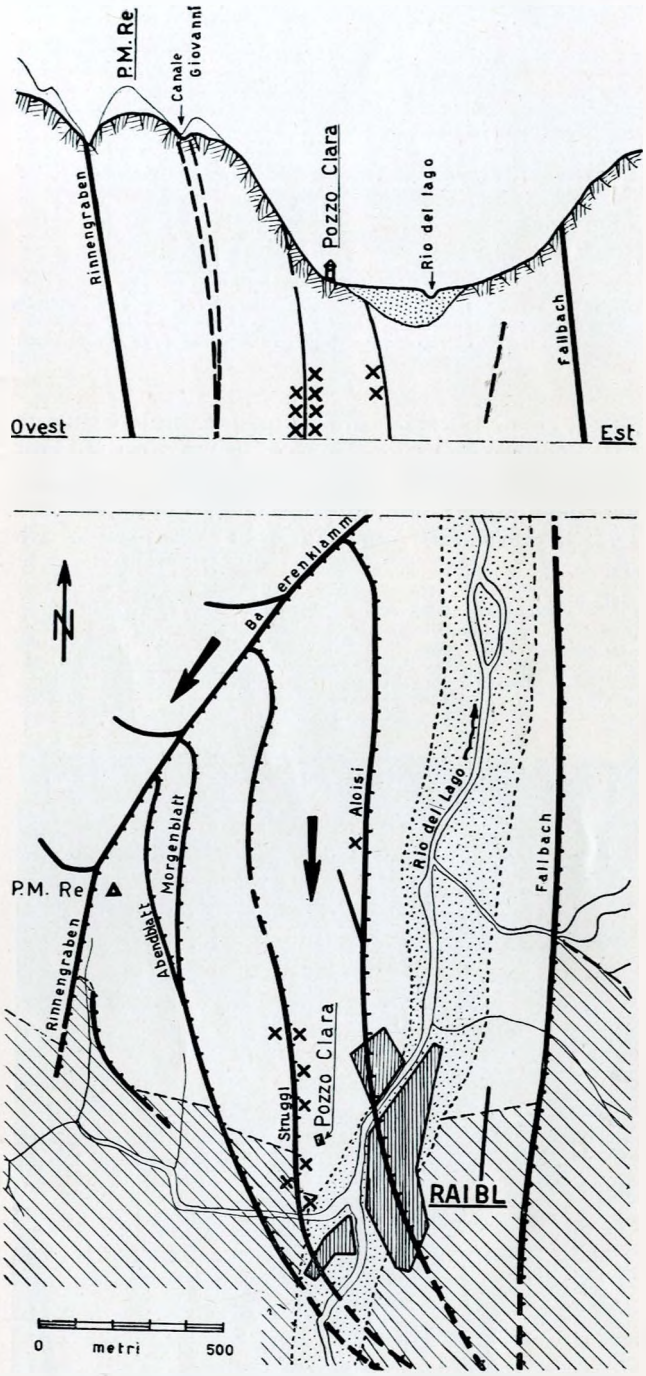


Fig. 1 - Schizzo topografico-geologico della zona di Raibl: senza tratteggio la *dolomia metallifera*; con tratteggio inclin. gli *scisti raibliani*; punteggiati i *depositi alluvionali*. - *In alto*: Sezione trasversale alla Valle di Rio del Lago.

([7]) Indicazioni dettagliate di prove eseguite per confrontare i campi uditivi di cariche di esplosivo e di colpi di tensione sono riportate da Tschernig (*Uber Gebirgsschläge in den alpinen Blei-Zinkerzlagerstätten*, ecc. op. cit.), il quale fornisce pure notizie di colpi verificatisi a Kreuth ed uditi in un raggio di 11 Km., con impressione caratteristica non dissimile da quella di un locale terremoto.

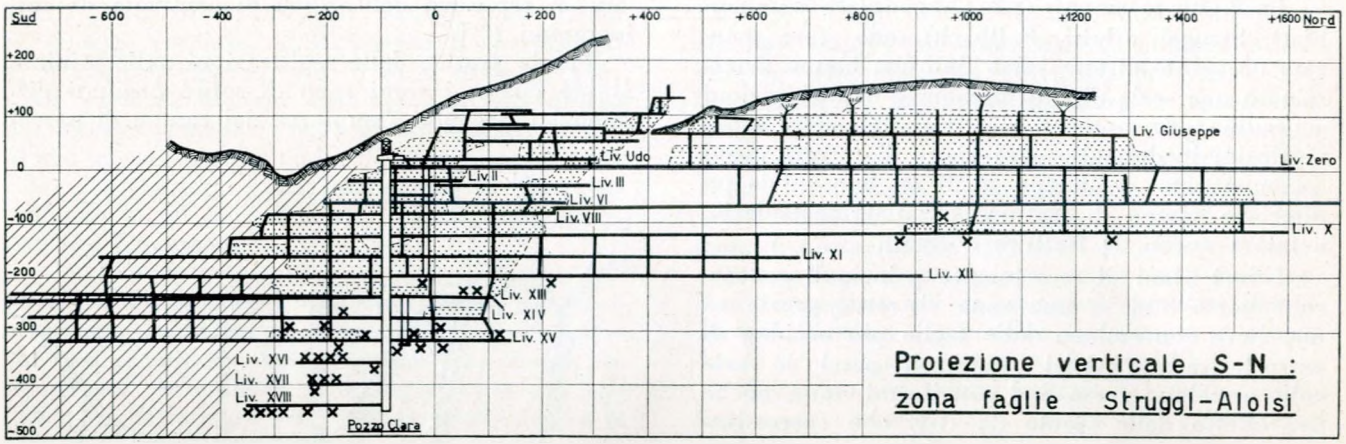


Fig. 2 - Sezione longitudinale della miniera di Raibl, con indicazione schematica dello stato attuale dei lavori. Vi sono indicati: senza tratteggio la *dolomia metallifera*; con tratteggio inclin. gli *scisti raibliani*; con punteggiatura le *aree coltivate* od *in coltivazione*; con crocette i luoghi di più frequenti manifestazioni di *colpi di tensione* negli ultimi anni. (I riferimenti topografici sono quelli convenzionali della miniera: quota di Raibl = ± 0).

zione, che tuttavia non dipende univocamente dall'intensità del suono emesso, ma è funzione anche delle caratteristiche geometriche e meccaniche delle formazioni interessate dall'onda sonora. La classificazione adottata (che comprende tre gruppi di colpi di tensione: 1) *deboli* - udibili sul luogo ove si sono manifestati e nei prossimi dintorni; 2) *forti* - udibili in vari cantieri ed in livelli diversi; 3) *fortissimi* - udibili all'esterno) è discutibile, in quanto affidata ad osservatori diversissimi ed occasionali ed a condizioni di osservazione oltremodo diverse, ma ha una certa utilità pratica locale ([8]).

Fig. 3 - Effetti meccanici di un colpo di tensione su rivestimento in calcestruzzo (spessore 40 cm.) di galleria (rilassamento al XV livello, avanzamento Sud - zona Struggl, di Raibl, verificatosi il 13-6-1952 poco prima dello sparo delle mine: classificato come *fortissimo*, agì secondo la direzione del sistema di faglie Struggl e produsse un energico scuotimento in tutti i cantieri compresi in un raggio di oltre 100 metri).

Gli effetti dei colpi di tensione nel soprasuolo, connessi all'onda elastica indotta nei terreni, non hanno comunque mai oltrepassato in nessun luogo quelli del 4° grado della scala Mercalli, a Raibl mai quelli del 3°; qui, con rilievi sismografici, si è riscontrato che in genere le scosse non superano il tremolio delle case sulla strada, provocato dal passaggio rapido di camions pesanti.

Gli effetti meccanici sul luogo in cui il colpo di tensione si è manifestato sono di norma i più vistosi, ma non in diretto rapporto con l'intensità dello stesso, classificato secondo la percezione uditiva. A seconda dei casi, questi effetti si riducono alla semplice soluzione dello stato di aggregazione della roccia, con manifestazione di piccole fratture localizzate, od invece si ripercuotono estesamente con distruzioni o sconvolgimenti molto gravi. Si ha di norma una rottura delle superficie limitanti le gallerie od i cantieri, interessante indifferentemente tetto, letto o pareti (di preferenza queste ultime, nei casi più gravi), con formazione di spaccature sub-parallele all'asse dello scavo e produzione di scaglie rocciose piatte a spigoli molto acuti e taglienti.

Le schegge di roccia possono essere scagliate talora anche a molti metri di distanza, nel qual caso pure le armature eventualmente esistenti vengono spostate, rovesciate o schiacciate: queste però in genere non sono mai piegate o rotte, come succederebbe invece se fossero sottoposte a pressioni statiche continue e crescenti. Volte in calcestruzzo ovvero in muratura subiscono rotture e screpola-

([8]) In base ad essa risulta che la media annuale a Raibl è stata per il periodo 1935-1949 di circa 4 deboli, 3 forti, 7 fortissimi; mentre nel periodo 1950-1953 è diventata di 21 deboli, 16 forti, 8 fortissimi.

ture — come risulta evidente ad esempio nelle figure 3 e 4 ([9]) — mentre i binari possono essere per lungo tratto sollevati e contorti. La massa rocciosa che ingombra il cantiere dopo il colpo è mediamente dell'ordine di qualche vagonetto da miniera; tuttavia a volte manca affatto, ed a volte invece può essere di alcune centinaia di vagoni. Così il colpo in una galleria può restare limitato ad una sezione della stessa od estendersi in lunghezza — come nel caso delle figure 3 e 4 — per alcune decine di metri contemporaneamente.

Di norma inoltre i rilassamenti di tensione sono accompagnati, come le esplosioni di mine, da un violento spostamento d'aria, che può giungere a spegnere le lampade entro raggio vasto (talora anche in cantieri di livelli superiori, grazie ad onda elastica attraverso il massiccio) e anche ad abbattere le armature o le persone che sono più vicine. Infine talora si ha intenso sviluppo di polvere, dovuto a vera e propria disintegrazione completa della roccia nel punto dove inizialmente origina lo scoppio.

È evidente che il lancio di scaglie rocciose o il conseguente crollo di massi rappresentano una possibilità di infortuni anche gravi. Ciononostante, sia per gli opportuni provvedimenti di esercizio, sia anche per motivi particolari in prosieguo citati, gli incidenti sono fortunatamente non molto numerosi: a Raibl, dal 1935 al 1953, si lamentarono in totale 10 feriti e 3 morti. Le ferite comprendono soprattutto escoriazioni, fratture, ecc. provocate da pezzi di roccia con spigoli acuti lanciati con molta violenza; due soli degli operai feriti, infortunati nel più grave incidente della miniera ([10]), sono rimasti permanente inabili a qualsiasi lavoro.

Il fatto che gli infortuni siano così limitati rispetto al numero dei colpi (tutti gli infortuni derivano da 9 colpi di tensione soltanto su oltre 320 manifestatisi in complesso nello stesso periodo di tempo) è dovuto essenzialmente — a nostro giudizio — al tempo assai limitato durante il quale giornalmente le maestranze si trovano nei cantieri pericolosi (al massimo 6 ore al giorno) ed inoltre alla circostanza che circa un terzo dei colpi non hanno conseguenze meccaniche sensibili. In particolare poi è da riferirsi alla disuniforme e favorevole distribuzione dei colpi stessi nel tempo, particolarmente frequenti in connessione con le volate delle mine; ossia al fatto che i colpi si verificano preferenzialmente nelle ore in cui nei cantieri non vi è personale.

Questa corrispondenza appare però, secondo Tschernig ([11]), che a lungo si sofferma a considerare la questione, non rilevante, nè rassicurante sufficientemente nei riguardi della possibilità di infortuni, in quanto dai resoconti dei colpi di tensione complessivamente verificatisi consta che solo un quarto od un terzo del totale di essi è imputabile alle volate. L'osservazione è in fondo accettabile in termini assoluti, malgrado che a Raibl negli ultimi anni con la frequenza dei colpi ([12]) si sia accentuata la preferenza del verificarsi dell'evento a causa dello sparo delle mine; come infatti risulta dalla tabella riportata alla pagina seguente.

Fig. 4 - Effetti meccanici di un colpo di tensione (lo stesso di cui alla fig. 3): danneggiamenti al piede della galleria.

Ma, se si considera che i colpi imputabili alle volate avvengono nello spazio massimo di circa 2 ore dei soli giorni lavorativi, mentre tutti gli altri sono riferibili pressochè uniformemente alle 22 ore residue dei giorni lavorativi ed alle 24 di tutti i festivi, segue che le possibilità del manifestarsi dei colpi di tensione a causa dello sparo mine (ossia nelle ore delle volate e nel periodo immediatamente successivo) sono state negli anni 1935-1949 circa 5,6 volte maggiori, e negli anni 1950-1953 circa 9,4 volte maggiori che nelle altre ore; e ciò senza fare alcuna distinzione tra colpi deboli e forti, nel qual caso il rapporto di frequenza è ancora più tranquillante, come si preciserà in seguito.

([9]) Queste fotografie, come pure quella riprodotta in fig. 10, sono state concesse dalla Direzione della S. A. Cave del Predil. Le figure 3 e 4 si riferiscono ad un colpo di tensione al XV livello, avanzamento Sud, lungo la faglia Struggl, nei pressi del pozzo ausiliario: trattasi di colpo di notevole intensità sentito anche all'esterno, che ha battuto in parete Ovest della galleria, con azione prevalentemente dal basso, danneggiando 18 metri di galleria; la fig. 3 rappresenta una sezione prossima all'avanzamento, la 4 i danneggiamenti al piede della stessa galleria, in posizione più arretrata.

([10]) Questo avvenne il 7 agosto 1950, ed a causa di esso si ebbero pure 2 morti ed 1 ferito leggero.

([11]) Vedasi la memoria *Über Gebirgsschläge in den alpinen Blei-Zinkerzlagerstätten*, ecc., già ripetutamente citata.

([12]) Questi sono molto aumentati di numero negli ultimi anni, in relazione alla più intensa attività della miniera ed all'impiego di mezzi meccanici più potenti: da 188 in tutto il periodo 1935-1949 a ben 177 nei soli anni 1950-1953.

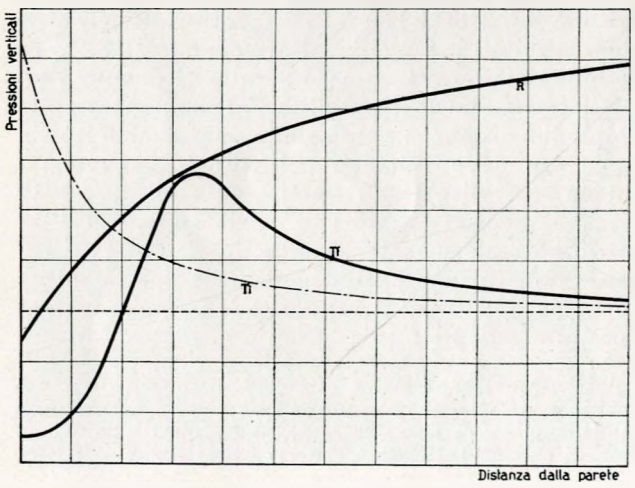
Periodo		Colpi sicuramente dipendenti dalle volate	Colpi probabilmente dipendenti dalle volate	Colpi indipendenti dalle volate	Totale dei colpi
1935 / 1949	Numero dei colpi . .	36	23	129	188
	Percento	19,1	12,2	68,7	100
		(31,3)			
1950 / 1953	Numero dei colpi . .	60	17	100	177
	Percento	33,9	9,6	56,5	100
		(43,0)			

Lo studio della distribuzione periodica dei colpi di tensione nel tempo, con riferimento a periodi mensili, annuali, poliennali, ecc., anzichè giornalieri, non porta a notevoli constatazioni: si rileva al massimo che in ogni periodo di attività della miniera i colpi di tensione si manifestano opportunamente distanziati — secondo le leggi di distribuzione proprie delle grandi serie di numeri — con valori di frequenze non molto discosti dal valore medio e varianti in ogni caso proporzionalmente alla attività della miniera.

Nei riguardi invece della distribuzione topografica, si nota un chiaro aumento dei colpi con l'approfondirsi dei lavori ([13]). A Raibl il luogo delle manifestazioni si è spostato successivamente tra i livelli VI e IX; VI e XII; VIII e XIII; IX e XVI; ed è oggi infine limitato tra i livelli X e XVIII: il fenomeno, iniziando da una profondità minima necessaria per fornire l'entità delle sollecitazioni dei terreni, si è spostato col traslare dei lavori minerari, cessando nelle zone ormai sufficientemente distese e divenendo più frequente nelle zone di maggiore concentrazione degli attacchi ed aumento delle sollecitazioni unitarie.

Planimetricamente appare inoltre certo che i fenomeni sono piuttosto legati a talune zone soltanto: a Raibl in particolare più del 90% dei colpi sono localizzati nella zona Struggl o nelle immediate vicinanze, meno del 5% dei colpi essendosi verificato nei cantieri connessi alla faglia Aloisi, e meno del 5% in tutta la restante miniera (le crocette sulle fig. 1 e 2 indicano i luoghi di più frequenti manifestazioni negli ultimi anni).

Fig. 5 - Distribuzione delle pressioni verticali presso la parete di una galleria.



Cause delle concentrazioni di tensione

Gli stati di tensione eccezionali che interessano questo studio, siano essi dovuti a spinte tettoniche ovvero al peso dei terreni, non sono a nostro parere latenti nella roccia e preesistenti allo scavo, bensì si formano caso per caso in conseguenza degli scavi ed in relazione alle condizioni di carico in atto ed alle caratteristiche geometriche e meccaniche delle formazioni.

Per condizioni di carico esterne alla roccia in esame (peso dei terreni soprastanti, costrizioni dovute a spinte tettoniche passate od in atto, ecc.), la distribuzione di tensioni connessa con rocce sensibilmente omogenee ed isotrope, a comportamento elastico, quale è la dolomia metallifera, risulta infatti in origine non molto disuniforme entro un ambito limitato di terreni e di conseguenza stabilmente equilibrata.

Essa in tale caso — a parte l'incertezza circa la direzione delle sollecitazioni principali — si modifica all'atto dell'apertura di un cavo secondo le note condizioni fissate dalla teoria dell'elasticità, con sensibile annullamento delle sollecitazioni radiali ed aumento di quelle tangenziali presso le pareti del cavo ([14]). Se le rocce — come nella gran parte dei casi — hanno comportamento elasto-plastico, subentra un fenomeno di graduale assestamento, con successiva distensione della zona parietale: il terreno tende ad invadere via via il cavo, cedendo e fessurandosi in parete, mentre la zona di maggiori pressioni (via via diminuite in valore assoluto) si allarga e si sposta verso l'interno del massiccio sano, arrestandosi dove le caratteristiche di resistenza della roccia sono sufficienti, grazie al-

([13]) Non tutti gli studiosi del fenomeno dei colpi di tensione nelle miniere del Trias Alpino ammettono però nettamente l'aumento della frequenza dei colpi con la profondità. TSCHERNIG ad esempio non nega il fatto, ma giunge a talune conclusioni non proprio coerenti, probabilmente perchè si limita ad esaminare statisticamente le manifestazioni nel loro insieme, studiandone la distribuzione topografica senza riferimento al tempo ed allo sviluppo dei lavori minerari.

([14]) Vedasi ad esempio: FENNER R., *Untersuchungen zur Erkenntnis des Gebirsdrucks* - Glückauf, agosto-settembre 1938; LABASSE H., *Les pressions de terrains autour des travers-bancs horizontaux* - Rev. Univ. des Mines, VI-1, 1950; STRAGIOTTI L., *Considerazioni sulla statica dei lavori minerari* - Atti e Rassegna Tecnica, IV, 1° sem. 1950.

l'azione di parziale costrizione che lo strato di terreno più periferico consente. Ad esempio, nel caso di carico dovuto al peso, dalla distribuzione ideale iniziale delle pressioni verticali T_i di fig. 5 si passa ad una distribuzione del tipo T_f, perfettamente compatibile con le caratteristiche di resistenza della roccia quali diagrammaticamente indicate dalla curva R della stessa figura ([15]).

Ma, se le rocce sono molto rigide (alti valori del modulo di elasticità e del coefficiente di Poisson), molto resistenti, fragili e marcatamente elastiche, molto piccola sarà l'estensione della zona di cedimento e di distensione ed assai superficialmente si verranno a trovare le alte concentrazioni di pressione: se queste sono compatibili con la resistenza della roccia a compressione semplice, la zona di distensione potrà essere imputabile soltanto all'azione di fessurazione indotta dall'esplosivo impiegato per l'abbattimento.

Le concentrazioni di tensione che in tal modo nascono in prossimità delle pareti di una galleria e che ne sollecitano gli elementi a presso-flessione sono dell'ordine di $2 \div 3$ volte il carico iniziale, se i contorni dello scavo sono regolari, continui e senza spigoli vivi; ma, in presenza di irregolarità del contorno, possono facilmente salire anche a 10 volte il carico naturale, solo che la roccia sia rigida e non consenta cedimenti anelastici. Analogamente succede se le gallerie aperte sono più d'una e variamente collegate: si originano pilastri, in cui le concentrazioni di tensione possono assumere logicamente valori ancor più elevati e su estensioni non più tanto localizzate.

Inoltre, occasionalmente, altre cause possono — sempre nello stesso quadro generale — intervenire per provocare anomale concentrazioni di pressioni. Così la presenza di eterogeneità (arnioni, bocce, colonne, ecc.) di roccia più rigida e resistente, contornate da terreni localmente più cedevoli, può generare un locale addensamento delle tensioni, giacchè le porzioni meno resistenti possono parzialmente cedere, scaricandosi a svantaggio della zona più rigida. E così accade per il ravvicinarsi di due fronti avanzanti, ovvero per il passaggio sotto o sopra una precedente coltivazione, specie ai limiti di questa, o per qualsiasi altra causa che comporti una modificazione nella distribuzione delle tensioni.

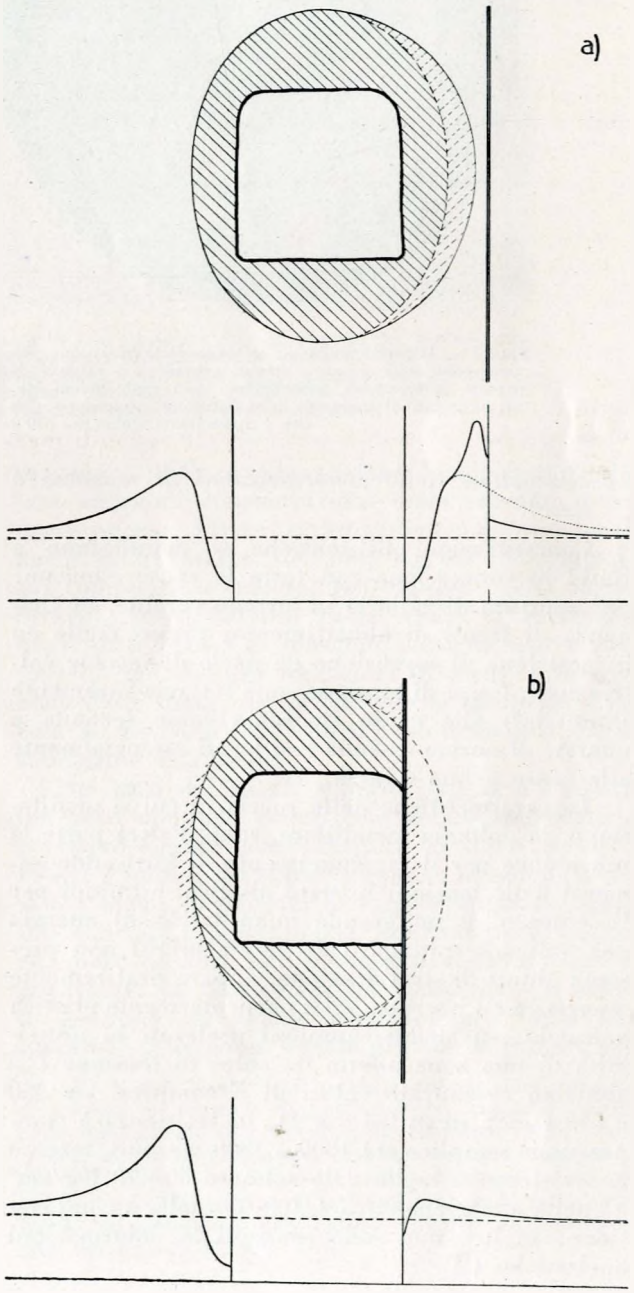
In particolare sono da ricordare le faglie, così frequenti nella miniera di Raibl. Avvicinandosi ad una qualsiasi frattura, infatti, si viene ad individuare tra il fronte o la parete della galleria e la frattura stessa un pilastro, sul quale si radunano ed in parte si sommano le concentrazioni di tensione dovute alla galleria ed al disturbo. Se si tratta di fratture aperte e se il pilastro che ne deriva è di limitate dimensioni, ben facilmente si avrà addirittura — con qualsiasi roccia — un cedimento, giacché già distesa sarà la superficie della frattura ed il terreno si presenterà piuttosto incoerente; se si tratta di faglia compressa o parzialmente cementata, una parte delle sollecitazioni potrà trasmettersi anche attraverso la stessa ([16]), ma una maggior concentrazione delle tensioni tra la galleria e la faglia sarà inevitabile.

Nella figura 6 *a*) è schematicamente indicato l'andamento delle sollecitazioni di pressione dovute al peso dei terreni nel caso che la faglia sia verticale, a lato della galleria: la zona tratteggiata

([15]) Un più dettagliato esame del fenomeno, con l'analisi delle cause della fessurazione indotta, è contenuto nella nota: STRAGIOTTI L. - OCCELLA E., *Osservazioni sull'utilizzazione delle pressioni dei terreni nell'abbattimento e nella coltivazione mineraria* - Atti e Rassegna Tecnica, VIII, 2, 1954.

([16]) Verranno sicuramente trasmesse le componenti normali alla faglia e quella quota parte delle componenti parallele che è compatibile con lo sforzo di compressione esercitantesi sulla frattura e con il coefficiente di attrito tra le due superficie della stessa; al riguardo vedasi anche SPALDING J., *Deep mining* - Mining publications Ltd. ed., Londra 1949 - pp. 36-41.

Fig. 6 - Distribuzione delle pressioni verticali presso le pareti di una galleria, interessata da faglia chiusa: *a*) esterna alla galleria; *b*) intersecante il cavo.



attorno alla galleria è quella di distensione, nell'ipotesi che si prescinda dal peso delle rocce interessate, il tratteggio a linea intera riferendosi all'influenza della galleria, quello a tratti all'influenza additiva della faglia. Se il piano di questa interseca invece direttamente lo scavo [fig. 6 *b*)], la distribuzione delle tensioni non è guari disturbata, e la zona distesa, a parte una deformazione nel senso della giacitura del piano di faglia, si limita ad una minima porzione al contorno del vuoto.

Anche le condizioni di struttura e tessitura della dolomia appaiono idonee a determinarne un comportamento marcatamente isotropo, rigido e fragile. In accordo a quanto accennato da taluni studiosi relativamente a rilassamenti di tensione in tunnels e miniere ([19]) ed a quanto riscontrato da sperimentatori circa l'aumento del modulo di elasticità con la diminuzione della dimensione media dei grani costituenti la roccia e con l'aumento del contenuto di carbonati romboedrici ([20]), abbiamo constatato che campioni di dolomia prelevati in

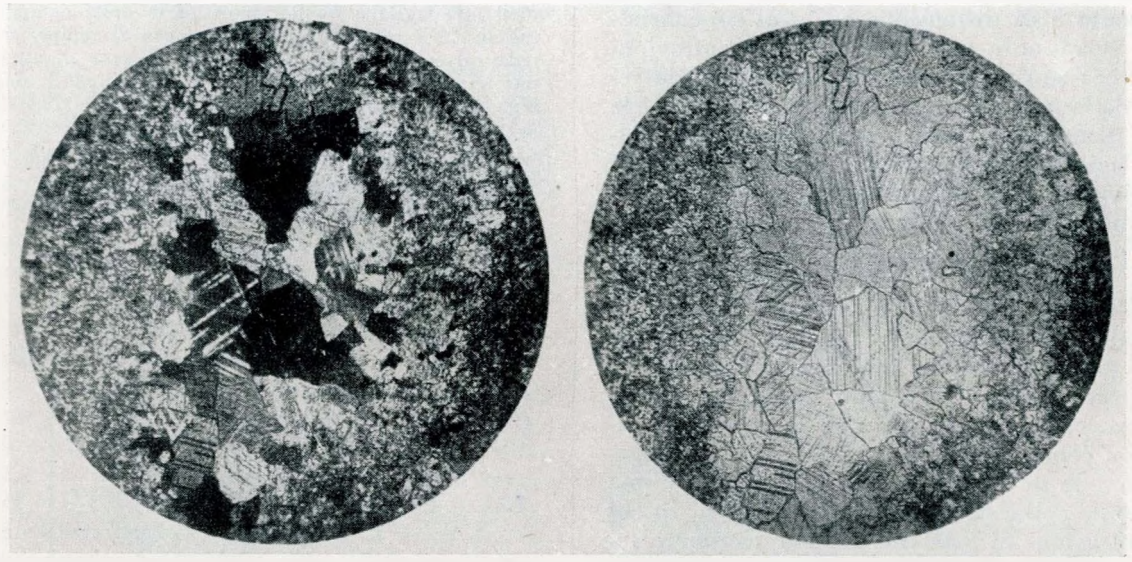


Fig. 7 - Microfotografia di dolomia metallifera non mineralizzata di zona soggetta a colpi di tensione (XV livello): campione contenente grandi elementi cristallini. I cristalli degli elementi più evidenti, prevalentemente riferibili a calcite a marcata geminazione polisintetica, sono mutuamente ed irregolarmente implicati — secondo contorni spesso arrotondati — con aggregati di individui assai finemente dispersi — sino a criptocristallini (dimensioni dell'ordine del micron) — di calcite e subordinata dolomite. (50 × : *a destra* Nicols =; *a sinistra* Nicols +).

Localizzazione delle concentrazioni di tensione a Raibl.

Concentrazioni di tensione si manifestano a Raibl in connessione con tutte le cause elencate: per apertura di gallerie in terreno vergine, in vicinanza di fronti di abbattimento, presso faglie ed in posizione di soggezione da parte di vecchie coltivazioni. Colpi di tensione sono tuttavia raramente imputabili alle cause ricordate come seconda e quarta, di norma essendo essi legati essenzialmente alle cause prima e terza.

Le caratteristiche della roccia in cui si manifestano, la dolomia metallifera, sono d'altra parte le più idonee per il raggiungimento di forti addensamenti delle tensioni in stato elastico, e quindi per l'accumulo di un grande quantitativo di energia per unità di volume. Tale roccia infatti non presenta giunti di stratificazione, appare praticamente omogenea ed isotropa, ed è particolarmente elastica e fragile: su alcuni campioni prelevati in prossimità di una zona affetta da colpi di tensione ([17]) abbiamo riscontrato valori di E compresi tra 450 e 650 t/cm^2, di m tra 8 e 11, di resistenza a compressione semplice tra 1000 e 1900 Kg/cm^2, mentre la resistenza a taglio vale soltanto $50 \div 70$ Kg/cm^2 e quella a trazione circa 1/100 di quella a compressione; inoltre non sono sensibili le deformazioni anelastiche ([18]).

zone dove si erano manifestati colpi di tensione presentavano anche all'esame microscopico maggior compattezza della dolomia delle regioni Nord della miniera ed erano formate essenzialmente da una pasta a finissimi individui. Inoltre dove questi campioni contenevano elementi cristallini di maggiori dimensioni (vedi fig. 7), questi erano saldamente implicati e tutt'intorno racchiusi dalla pasta fina fondamentale (con grani della dimensione media di 10 μ); dove vi erano tracce di precedenti fessurazioni (vedi fig. 8) queste erano perfettamente cementate da successiva azione di deposizione delle acque. In ogni caso poi la dolomia della zona Sud (caratteristica delle regioni a colpi di tensione) con-

([17]) Camera delle pompe al XV livello.

([18]) Tutte le determinazioni di cui sopra (come altre in corso per il proseguimento dettagliato dello studio) sono state effettuate presso il Laboratorio di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Torino, diretto dal Prof. Ing. F. Levi, che qui si ringrazia.

([19]) Vedasi ad esempio: Schmidt C., *Die Geologie des Simplongebietes und des Simplontunnels* - Reinhardt ed., Basilea, 1908; Coeuillet R., *Existence ou absence de coups de toit* - Conférence internationale sur les pressions de terrains, Liegi, 1951.

([20]) Muller O., *Untersuchungen an Karbongesteinen zur Klärung von Gebirgdruckfragen* - Glückauf, 1930, p. 1601; Phillips D., *Les roches houillères: leur propriétés et leur influence dans le problème du soutènement* - Annales des Mines de Belgique, 3, 1938.

tiene pochissima dolomite, il carbonato di calcio, di più marcata energia di cristallizzazione, essendo sempre superiore al 92%.

In relazione alle caratteristiche di rigidezza della roccia, le concentrazioni di pressione che si riscontrano a Raibl presso le pareti delle gallerie sono quindi sempre molto superficiali: determinazioni indirette basate sul consumo di esplosivo ([21]) permettono di indicare in genere una profondità massima della zona a forti pressioni di 50 ÷ 70 cm. Le condizioni di carico sono allora tali da porre la roccia assai vicino al limite di rottura: è infatti spesso facile constatare che la superficie della parete — una volta disgaggiata la roccia fessurata dalle mine — è particolarmente compatta e dura; essa però — appena picchiettata anche solo con le dita — si scaglia in lamelle a spigoli acuti, sub-parallele alla parete, e le espelle con un crepitìo caratteristico che segnala il propagarsi della fratturazione: le superficie che si vengono a formare sono in genere assai liscie, talora brillanti — indizio di scorrimenti di dilatazione — mentre le lamelle, se sotto carico inflesse, si raddrizzano elasticamente durante l'espulsione. L'energia elastica accumulata, non potendo essere assorbita da lavoro di deformazione del terreno, tende a liberarsi contribuendo essenzialmente alla frantumazione della roccia: e ciò succede normalmente al progredire della fronte, sino a che i valori delle tensioni non sono molto grandi o la velocità di progressione della fronte stessa non crea un gradiente delle tensioni troppo elevato.

Nei riguardi dei livelli più profondi, spesso il solo carico dei terreni incombenti può già essere ritenuto sufficiente per fornire gli alti valori delle tensioni necessarie alla rottura. Infatti, a condizione di non trascurare l'effetto del Piccolo M. Re che di 550 m. sovrasta la valle (vedasi sezione in fig. 1), l'altezza effettiva di carico sui cantieri più profondi è di circa 1000 m., corrispondente ad una pressione verticale naturale di circa 250 Kg/cm²: in connessione si potrebbero quindi già avere concentrazioni pericolose, superiori a 1000 Kg/cm², ad esempio nell'ipotesi di una sovrincombente e preesistente coltivazione, oppure nell'ipotesi di irregolarità nel contorno dei cavi. Inoltre occorre non dimenticare che particolari strutture od inomogeneità della roccia possono localmente facilitare anormali concentrazioni delle tensioni, o in contrapposto offrire caratteristiche di resistenza anche molto minori dei 1000 Kg/cm² determinati sui campioni; e ancora, nei riguardi della faglia Struggl, in prossimità della quale si radunano quasi tutti i colpi di tensione, sono da tenere ben presenti le differenti condizioni di carico sulle due facce della stessa, da un lato con la spinta del Piccolo M. Re, dall'altro con il peso della sola coltre sottostante alla valle.

Nel caso dei livelli superiori tuttavia l'effetto del peso non può essere considerato sufficiente a produrre elevate concentrazioni di sforzi presso i vuoti: è quindi plausibile supporre in genere l'esistenza anche di tensioni di origine tettonica, tanto più che tale supposizione è indirettamente suggerita pure da altri fatti e consente d'altra parte di giustificare la particolare localizzazione dei colpi di tensione ad alcune zone soltanto della miniera ([22]). Riteniamo inoltre di poter affermare che

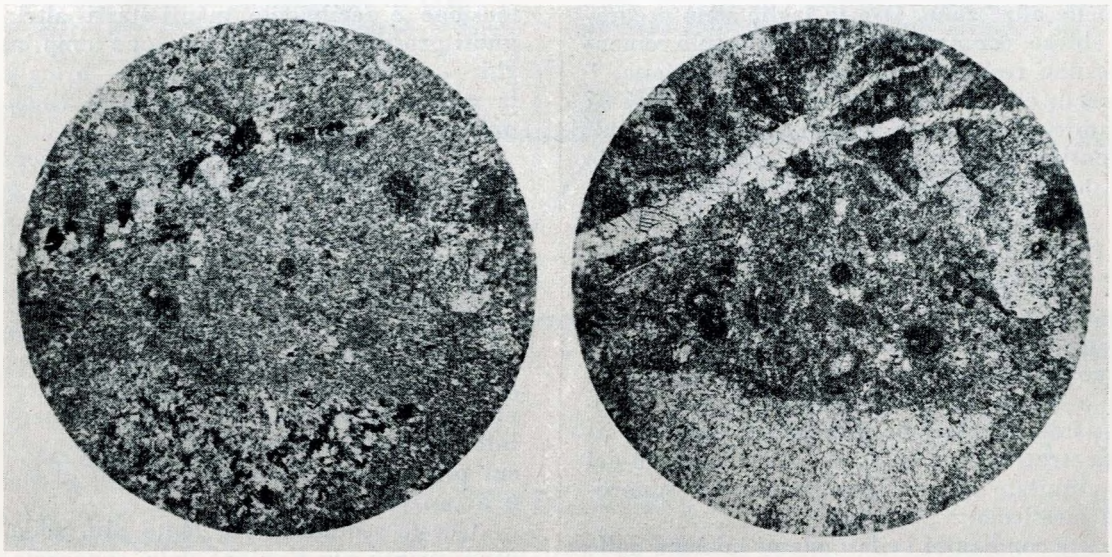


Fig. 8 - Microfotografia di dolomia metallifera non mineralizzata di zona soggetta a colpi di tensione (XV livello): campione a grana microcristallina. La pasta fondamentale, formata da grani della dimensione media di 10 μ (con abbondanti individui criptocristallini a chiazze pigmentati da ossidi ferrici idrati), è a struttura molto compatta ed uniforme; la plaga di dolomite in basso e la piccola frattura, perfettamente cementata da calcite in cristalli inferiori a 100 μ in alto non infirmano l'omogeneità della roccia. (50 × : *a destra* Nicols = ; *a sinistra* Nicols +).

([21]) Si veda: Tschernig, *Über Gebirgsschläge in den alpinen*, ecc., op. cit.; Stragiotti-Occella, *Osservazioni sull'utilizzazione delle pressioni dei terreni*, ecc., op. cit.

([22]) Si può pensare ad esempio ad una localizzazione di tensioni in funzione di una azione di coppia esercitata dallo spostamento Rinnengraben-Baerenklamm sulla zolla centrale di Raibl, incuneata e bloccata contro gli scisti, o ad ulteriori spinte verso Sud delle zolle delimitanti la Struggl, che provocherebbe pressioni notevolissime sulle facce della faglia, in connessione con l'azione differenziale dovuta al peso del Piccolo M. Re.

le azioni tettoniche si manifestano essenzialmente con pressioni normali ai piani di faglia, mentre le spinte parallele a questi sono piuttosto limitate e di carattere differenziale. La relativa azione avviene di preferenza in direzione sub-orizzontale e determina di conseguenza una variazione della costrizione laterale dei terreni.

Una conferma dell'anomalo stato di sollecitazioni naturali nelle zone soggette ai colpi è indirettamente offerta dalla constatazione della relativa locale assenza di acque circolanti, che si trovano peraltro frequenti — sotto il livello idrostatico — nelle altre zone. Ove le faglie sono accuratamente chiuse, compresse ed eventualmente cementate, ove non resta alcuna via di permeazione, è da ritenersi che ingenti pressioni trasversali si siano manifestate e spesso permangano tuttora, tali da consentire deformazioni quasi plastiche nella roccia e da renderla affatto compatta e stagna ([23]).

Aspetti caratteristici delle concentrazioni di tensione a Raibl.

Le concentrazioni di tensione che si verificano in gallerie isolate, a relativa distanza da faglie, producono di norma colpi di tensione piuttosto localizzati e dotati di effetti meccanici non imponenti, essendo in relazione prevalentemente con irregolarità strutturali della roccia o geometriche del cantiere, limitate ad una porzione molto superficiale del massiccio.

In queste condizioni i rilassamenti iniziano dalle placche più periferiche, staccantisi dalla parete per effetto di taglio ed incurvate per sollecitazioni di presso-flessione, mentre la fratturazione istantaneamente si propaga nella zona di equilibrio metastabile ([24]) — ed eventualmente oltre, in relazione a possibili fenomeni di risonanza — esaurendo in effetti meccanici e termici l'energia elastica accumulata nel precedente stato di tensione.

I colpi forti, che possono provocare grandi cadute di roccia ed effetti meccanici ingentissimi, sono invece di norma legati alla presenza di faglie e connessi a concentrazioni di tensioni più estese lungo i loro piani; l'energia liberata durante questi rilassamenti è rilevante, in relazione appunto all'ubicazione del loro epicentro, assai addentrato nel massiccio, ed alla necessità di vincere una notevole azione di costrizione delle rocce interposte tra l'epicentro ed il cavo.

Quando la faglia è normale alla galleria, il rilassamento si manifesta in genere sulla fronte di avanzamento; quando invece è sub-parallela alla parete, il rilassamento avviene sui fianchi della galleria o concomitantemente al tetto e al letto, anche in punti assai arretrati dalla fronte: la distanza più pericolosa tra la faglia e la parete varia in genere tra 80 e 120 cm., mentre il colpo si estende lungo la galleria per lunghezze tanto maggiori quanto più la faglia ha andamento parallelo alla stessa.

Generalmente i colpi di tensione legati alle faglie, specie se direttamente od indirettamente modificano l'equilibrio in una zona estesa, non adducono ad una configurazione stabile; in conseguenza di essi possono verificarsi nuove concentrazioni di tensione e facilmente manifestarsi altri colpi in punti prossimi, talora anche dopo tempi molto lunghi — alcuni anni ad esempio — e malgrado che la zona a prima vista possa ormai ritenersi tranquilla.

La prevalente frequenza di colpi connessi con faglie — caratteristicamente legata alla mineralizzazione ed alle coltivazioni di Raibl — e l'intensità delle conseguenti manifestazioni dinamiche sono giustificabili, se si ammette — come le nostre osservazioni ci permettono di affermare — che l'effetto diretto delle sollecitazioni esterne occasionali meccaniche sia uno scollamento delle facce di faglia, eventualmente accompagnato da piccoli scorrimenti delle porzioni di terreni immediatamente interessati e determinante un maggior sovraccarico sul pilastro compreso tra il piano di scorrimento e lo scavo.

Questo scollamento è tanto più facile a verificarsi quanto più l'unione delle superficie di faglia è affidata alle sole tensioni degli elementi cementanti, in relazione anche al prevalente assorbimento unidirezionale delle sollecitazioni ed in conseguenza di un parziale allentamento della costrizione laterale per effetto dei lavori minerari: esso — quale fenomeno non elastico — procede nel tempo e consente di spiegare la frequenza dei rilassamenti imputabili alle volate e non esattamente contemporanei alle stesse, ma verificantisi con graduale decremento nelle ore successive. Se i rilassamenti si manifestano quando lo scollamento ha raggiunto una tale estensione da consentire un relativo scorrimento delle zolle, essi possono essere seguiti da venute improvvise di acqua presso gli attacchi prima stagni, grazie alla formazione di canali estendentisi in zone anche discoste dal luogo di estrinsecazione dei colpi ([25]).

Un esempio di rilassamenti legati ad una faglia, originariamente perfettamente chiusa ed apparentemente cementata in modo così perfetto da far ritenere di nessun peso la conseguente discontinuità fisica dei terreni, e susseguitisi nel tempo è dato dai fenomeni in questi ultimi tempi verifica-

([23]) Non sembra a nostro parere plausibile l'opinione affermata da TSCHERING, secondo cui spinte particolarmente intense derivino da movimenti rigidi di zolle, attualmente in atto nell'ambito della stessa miniera e localizzanti ingenti concentrazioni di tensioni in corrispondenza delle zone soggette ai colpi. Infatti, anche se talora spostamenti relativi sono stati riscontrati tra le facce di faglia, una tal ipotesi non sarebbe conciliabile con l'esistenza di estese zone compatte, praticamente prive di acque circolanti; gli spostamenti riscontrati — sempre successivi a rilassamenti di tensione — possono essere piuttosto pensati come ovvia conseguenza del brusco fenomeno dinamico.

([24]) Analogamente a quanto avviene con le lacrime di vetro di Batavia.

([25]) Venute di acqua improvvise ed importanti accompagnano molto spesso a Raibl i colpi di tensione particolarmente violenti, seguendo l'assestamento di intere zolle ormai soggette ad uno stato generale di minor tensione: una sorgente di notevole portata è ad esempio quella che si è manifestata il 6 novembre 1948 nella zona del pozzo ausiliario al XV livello (ad essa si riferisce la nota di R. CALIGIURI, *Captazione di una venuta d'acqua di circa 1000 lt. al 1' nella miniera di Pb e Zn di Raibl* - « L'industria mineraria » - III, 7, luglio 1952). Analoghe venute sono segnalate da TSCHERNIG a Kreuth e Bleiberg.

tisi nella nuova camera per le pompe (schematicamente rappresentata in pianta e sezione in fig. 9), in costruzione al XV livello, in un massiccio vergine compreso tra il pozzo ausiliario ed il pozzo Clara ([26]).

I più importanti colpi di tensione si manifestarono quivi il 14 agosto 1953, oltre un'ora dopo le volate serali in miniera, durante un periodo di attività quasi nulla: tra essi particolarmente intenso fu il primo, il secondo già essendo di assestamento o prevalentemente legato alla caduta di blocchi liberati dal precedente ([27]). Lo specchio di faglia è rimasto scoperto per una estesa superficie (vedasi al riguardo la fig. 10, dove è visibile uno dei bulloni di rafforzamento della faglia, rimasti in posto quantunque piegati e deformati); la roccia espulsa è stata minutamente triturata, mentre il materiale che ha ingombrato la camera (oltre 50 m^3) è risultato per la massima parte formato dai grossi blocchi dovuti alla zona di rilassamento in cielo alla camera, caduti per via della mancanza di appoggio laterale ed a causa dello scuotimento provocato dal colpo ([28]).

Dopo tali manifestazioni, colpi si sono ancora ripetuti saltuariamente, con intensità però gradualmente decrescente ed effetti esterni minori.

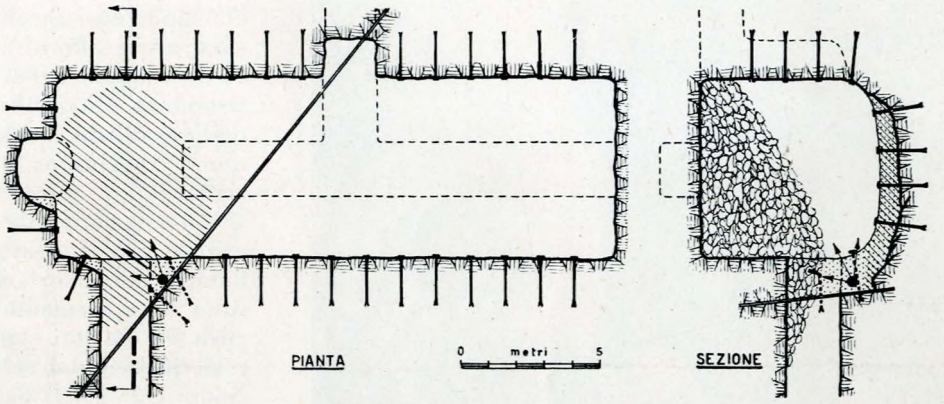


Fig. 9 - Nuova camera per le pompe, in iscavo al XV livello: situazione risultante dopo i colpi di tensione del 14 agosto 1953, di cui è approssimativamente indicato l'epicentro.

Cause occasionali dei rilassamenti di tensione.

Tra le cause occasionali ed indipendenti dai lavori minerari, determinanti l'insorgere della manifestazione dei rilassamenti improvvisi, sono da ricordare le tensioni indotte dai processi di mineralizzazione, le tensioni dovute a variazioni di temperatura, l'azione degli agenti atmosferici in genere, le sollecitazioni eccezionali di natura tettonica, la naturale evoluzione delle configurazioni di equilibrio nei terreni per reattività degli stessi; tra i motivi dipendenti essenzialmente dai lavori minerari sono da elencare tutti gli atti comportanti in genere sollecitazioni dinamiche: in particolare l'azione delle mine e delle lavorazioni inducenti vibrazioni nei terreni, principalmente la perforazione.

Le tensioni indotte dai processi di mineralizzazione possono, a nostro avviso, aver influito soprattutto in passato, in connessione con le sollecitazioni tettoniche originarie, ma difficilmente conservano azione determinante attuale, salvo che ci si riferisca a particolari stati di cementazione — a mezzo di carbonati — di fratture ancora in atto. In tali casi si potrebbero avere in effetti le condizioni tipiche per la creazione di uno stato di coazione ideale basato sulla collaborazione di materiali di caratteristiche fisiche diverse; ma difficilmente potrebbero essere raggiunti alti valori delle tensioni nella dolomia, in relazione alle caratteristiche di minor resistenza dei minerali metalliferi utili legati o degli elementi cementanti in genere, nei quali quindi facilmente si produrrebbero scorrimenti di assestamento ([29]).

Parimenti, per quanto concerne le tensioni do-

([26]) La camera, date le notevoli dimensioni, era stata progettata in una zona isolata e stagna, in cui la dolomia, molto compatta, risultava esente da mineralizzazione; la località era inoltre discosta da sistemi di faglie note e lontana da disturbi derivanti da coltivazioni recenti od antiche. La galleria di accesso vi fu aperta subito dopo la fine dell'ultima guerra: individuatavi una faglia che la attraversava diagonalmente secondo una direzione circa S-N, si sospesero i lavori per giudicare il comportamento dei terreni. Data la tranquillità manifestata dall'ambiente, nel 1949 questi furono ripresi, scavando il fornello per i tubi di mandata (a sinistra nella pianta di fig. 9) e la parte centrale della base della camera, sino al « puisard » (in alto nella pianta): primi rilassamenti, deboli, si ebbero durante lo scavo del puisard, ma — attesi altri tre anni — si ritenne che questi avessero servito a creare una certa distensione generale.

Lo scavo della camera avvenne senza inconvenienti nei mesi di febbraio e marzo 1953, mentre la roccia abbattuta era lasciata immagazzinata nello scavo come provvisorio cuscino ammortizzatore per un eventuale assestamento. In maggio e giugno 1953 si procedette allo sgombero, provvedendo contemporaneamente ad una opportuna centinatura della volta ed all'applicazione di bulloni sul cielo e sulle pareti, quali ulteriori rinforzi, in particolare per rinsaldare i cunei di roccia delimitati dalla faglia presso l'ingresso della camera.

([27]) La zona interessata da rilassamento (il prisma triangolare chiaramente visibile nella pianta di fig. 9) ha una profondità media di circa 1 metro; tuttavia effetti meccanici si notano nella roccia in posto sino a 2 metri di profondità.

([28]) L'area tratteggiata nella pianta di fig. 9 corrisponde alla zona di crollo della volta: i bulloni sul cielo della camera — lunghi metri 1,5 — sono rimasti in posto nella roccia sana e non sono stati deformati dalla semplice caduta della roccia fessurata (indicata con puntini e tratteggio nella sezione della fig. 9).

È da notare che nei riguardi dell'epicentro dell'esplosione i bulloni sono probabilmente stati dannosi, in quanto troppo radi (uno per ogni metro quadro) in relazione alla fragilità della roccia e messi in opera troppo in ritardo: essi non hanno più potuto contribuire al ricostituirsi di un equilibrio prossimo al naturale, ma hanno semplicemente offerto una maggiore ma disuniforme costrizione laterale alla roccia già in parte rilassata, favorendo la formazione di locali centri di concentrazione delle tensioni.

([29]) Dalla osservazione statistica della frequenza molto bassa dei colpi di tensione nelle coltivazioni rispetto ai trac-

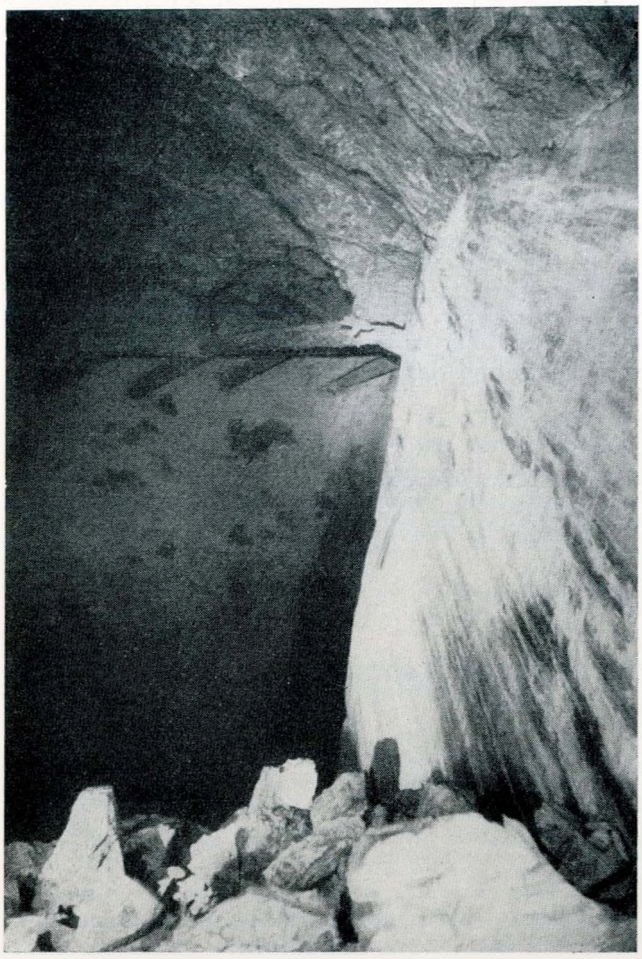


Fig. 10 - Specchio di faglia scoperto dal rilassamento della nuova camera pompe, come appare dal cunicolo di accesso (sul fondo sono visibili la parete Nord della camera e dettagli delle armature).

vute a variazioni di temperatura, insignificante influenza debbono avere le sollecitazioni termiche passate, connesse ai movimenti orogenetici o alla mineralizzazione. Invece non si può escludere che talora abbiano azione determinante immediata le variazioni di temperatura attuali, conseguenti all'apertura di un cantiere, alla introduzione dello stesso in un circuito di ventilazione ad aria piuttosto fredda, ecc.; evidentemente, può tuttavia pensarsi che a tale azione siano collegati soltanto rilassamenti superficiali a carattere piuttosto diffuso.

Analogamente come la variazione di temperatura indotta dalla ventilazione, anche l'azione degli agenti atmosferici sulle pareti della galleria può occasionalmente essere determinante per il manifestarsi di colpi di tensione; analoghe conseguenze ancora può fornire il graduale assestamento dei terreni che — anche nel caso di rocce elastiche molto resistenti — col tempo si manifesta sempre, tendendo ad una configurazione di equilibrio più stabile ed a livello energetico minore. Anzi l'insieme di questi elementi può costituire la causa determinante di quei rari rilassamenti di tensione — anche assai violenti — che si verificano durante lunghi periodi di inattività delle miniere, quando le dirette cause meccaniche più non hanno azione.

Infine le azioni eccezionali di carattere tettonico possono ovviamente indurre concentrazioni particolari di tensione in qualche zona; riteniamo tuttavia — come già accennato — che non debbano essere presi in considerazione movimenti tettonici in quanto non attuali, mentre invece è constatato che onde sussultorie provocate da terremoti, possono avere effetto di innesco ([30]). Si tratta in tal caso di azione dinamica vibratoria, che quindi per risonanza più facilmente può far superare i limiti dell'equilibrio, anche se il carico statico di rottura non è raggiunto; tuttavia scarsi dati si hanno al riguardo.

In relazione alle cause dirette di carattere meccanico, già si è avuto occasione di indicare l'influenza dei lavori minerari in genere. La cosa risulta maggiormente evidente dall'esame della figura 11, in cui sono riportati i dati relativi alle registrazioni dei colpi di tensione a Raibl nel periodo 1935-1953, suddivisi per ore: la linea continua (che si riferisce al totale dei colpi manifestatisi) indica una punta tra le ore 12 e le 14 ed una seconda punta tra le ore 20 e le 22, in concomitanza con lo sparo delle mine (ore 12 ÷ 12,15 nei cantieri a giorno; ore 12,30 ÷ 13 in sotterraneo, per il 1° turno; ore 20,15 ÷ 21,15 in sotterraneo, per il 2° turno); la differente altezza tra le due punte può essere riportata al fatto che di norma — specie negli ultimi anni — lo sparo delle mine per coltivazione o nelle zone pericolose è limitato al termine del 2° turno.

I colpi riferibili alle volate si manifestano per circa il 40% contemporaneamente allo sparo delle mine: è proprio in tal caso l'azione dell'onda di pressione dovuta all'esplosione che si somma con le sollecitazioni statiche del terreno provocando la deflagrazione della roccia; per un 25% si manifestano nei minuti immediatamente susseguenti: l'intensità dell'azione è stata un po' minore oppure attriti interni della roccia non hanno consentito all'energia immagazzinata di liberarsi subito, mantenendo per breve tempo una forma di equilibrio estremamente labile; per un 35% si manifestano con ritardi varî, sino ad una-due ore: l'equilibrio successivo all'azione è ancora relativamente stabile che occorre attendere l'effetto di altre ulteriori modeste sollecitazioni per ottenere la rottura, anche in relazione al precedente snervamento della roccia.

Nei riguardi delle altre attività dei minatori, appare in fig. 11 che la frequenza dei colpi, minima di notte, aumenta nel periodo tra le ore 6 e le 22, durante il quale il lavoro di perforazione, particolarmente attivo verso le 11 e le 18 ÷ 19 per

ciamenti, specie se il raffronto è fatto tra le coltivazioni delle colonne riccamente mineralizzate e le gallerie in sterile, apparirebbe quasi che la mineralizzazione ha consentito piuttosto una distensione che non una concentrazione di tensioni. Analoghe deduzioni possono trarsi dalla constatazione che i rilassamenti lungo la faglia Struggl sono quasi tutti concentrati su quelle zone dove la mineralizzazione è poco estesa e prevalentemente costituita da impregnazioni diffuse nella dolomia.

([30]) TSCHERNIG ad esempio cita un terremoto che ha provocato colpi di tensione a Kreuth.

approntare le volate, provoca gli ulteriori massimi relativi delle manifestazioni.

È peraltro da notare con interesse che il lavoro di trapanazione influisce piuttosto sul manifestarsi di colpi di tensioni deboli: la linea a tratti della fig. 11, che indica la distribuzione per ore dei soli colpi di tensione molto forti o di più rilevante effetto meccanico non mette infatti in evidenza differenze sensibili tra il periodo notturno (durante il quale il lavoro è sospeso) e quello diurno ([31]), salve naturalmente le punte in corrispondenza delle ore di sparo delle volate. Il fatto è in relazione con la considerazione che l'azione delle normali cause meccaniche nei riguardi dei rilassamenti di tensione è piuttosto indiretta, in quanto esse — in ispecie la perforazione — inducono piuttosto uno stato di fatica nella roccia, assoggettata a piccole sollecitazioni martellanti ripetute; non è tuttavia escluso che in taluni casi possa risultarne un innesco diretto, per effetto dell'interferenza di parecchie azioni di differente natura o provenienti da punti diversi.

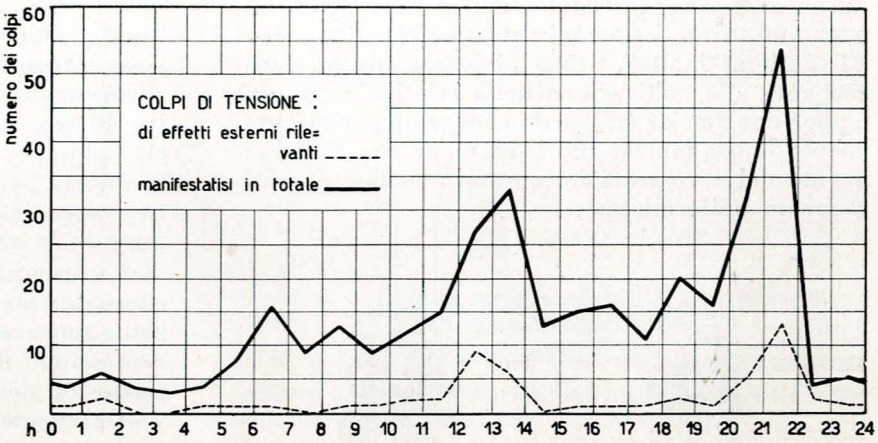


Fig. 11 - Distribuzione dei colpi di tensione a Raibl durante la giornata (periodo 1935-1953).

Misure di sicurezza ed osservazioni conclusive.

In connessione con le osservazioni prima fatte in merito alle cause di concentrazioni di tensione e dell'estrinsecarsi dei rilassamenti, molto delicate ed in genere insufficienti appaiono le misure che si possono organizzare per prevedere effettivamente il manifestarsi di colpi. A portata degli operai non vi è di fatto altro che l'attenzione da porre nei riguardi dell'eventuale crepitìo della roccia, che salta nei punti di maggior concentrazione di pressione; attenzione peraltro che oggi è frequentemente distolta dal lavoro rumoroso dei mezzi meccanici. D'altra parte il crepitìo può segnalare la possibilità di rilassamenti solo superficiali, in genere non pericolosi, e sarebbe illegittimo da esso estrapolare valutazioni sul regime delle pressioni nell'intero cantiere. Parimenti misurazioni geofisiche, specie di carattere sismico, possono fornire qualche indicazione quando il fenomeno interessa vaste zone, geometricamente regolari, a caratteristiche uniformi e fisicamente continue, quali grandi pilastri o regolari strati di tetto in coltivazioni per camere e pilastri di giacimenti stratificati ([32]): perciò è da ritenere che a Raibl od in genere nei giacimenti irregolari a mineralizzazione varia, disturbati da faglie, non si possano avere con tale metodo indizî utili di carattere generale ([33]).

Ulteriori osservazioni sono atte a localizzare le zone in cui il fenomeno dei colpi di tensione è possibile; esse, relativamente facili e sicure, si riferiscono essenzialmente alla natura ed alla struttura della roccia, alla sua compattezza, all'individuazione dettagliata dei sistemi di faglie e delle regioni particolarmente costrette, non interessate da acque circolanti. In tal senso, oltre alle determinazioni macroscopiche e di carattere meccanico risulta eventualmente utile un esame di dettaglio della roccia, accoppiato allo studio petrografico, giacchè la formazione di concentrazioni di tensioni appare legata in modo particolare a peculiari caratteristiche meccaniche e soprattutto strutturali del terreno.

Individuate le zone pericolose, o per le caratteristiche loro peculiari o per precedenti manifestazioni, le misure preventive che si possono adottare sono parecchie: esse sono essenzialmente basate su un controllo indiretto delle manifestazioni e una ricerca di regolarità di lavoro, tale da evitare concentrazioni di tensioni anormali imprevedibili.

Così il cavo si farà proseguire con contorno il più regolare possibile senza sporgenze e senza angoli acuti all'appoggio delle pareti e del cielo; se ne terranno il più possibile limitate le dimensioni; si eviterà la formazione di spigoli vivi negli incroci, di pilastri di sezione insufficiente e non isometrica. E ancora si eviterà il passaggio in soggezione di vecchie coltivazioni, si curerà di non lasciar avvicinare le faglie alle pareti, e, qualora queste debbano essere attraversate, si cercherà di incontrarle ad angolo retto; inoltre si procederà con una velocità di avanzamento la più possibile costante (evitando acceleramenti e fermate che involgono concentrazioni di spinte), ma soprattutto molto lenta ed accoppiata ad avanzamenti limitati per ogni volata, in modo che la roccia abbia agio di assestarsi, eventualmente fessurandosi per un ambito

([31]) La media, in 19 anni, è stata complessivamente di un colpo grave per ora, sia diurna che notturna.

([32]) Misurazioni di tal genere sono state ad esempio fatte — con risultati interessanti — in Slesia e nel Witwatersrand.

([33]) Misurazioni di carattere generale fatte a Raibl non hanno servito neppure a rilevare esattamente tutti i colpi manifestatisi.

Tuttavia non si può escludere che, nell'ambito molto ristretto del singolo cantiere, utili indizi potrebbero trarsi da misurazioni geofisiche per le determinazioni di dettaglio delle caratteristiche elastiche della roccia in posto od anche soltanto delle posizioni delle faglie rispetto alle pareti od alla fronte della galleria.

limitato e prestabilito. Infine il distacco della roccia fessurata dopo le volate sarà limitato all'asportazione delle scaglie completamente allentate, lasciando in posto qualsiasi zolla che sia ancora parzialmente legata.

Una buona misura precauzionale potrà consistere nel far procedere il lavoro durante un solo turno al giorno, lasciando inoltre intercorrere almeno un turno dopo ogni volata prima di accedere al cantiere; inoltre, prima di passare da un avanzamento alla coltivazione nella relativa zona sarà opportuno lasciar trascorrere un tempo sufficientemente lungo (anche anni!) in modo che l'allargamento del cavo trovi le tensioni assestate e praticamente uniformizzate.

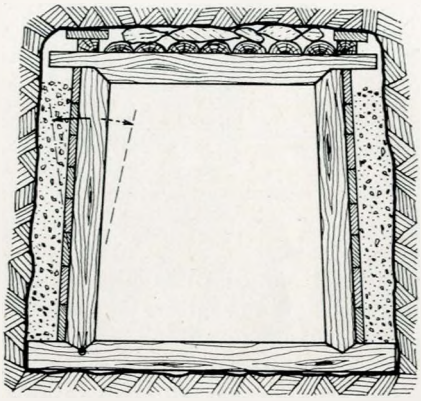


Fig. 12 - Armatura con quadro in legno deformabile.

Per realizzare una misura di effettiva prevenzione ed indirettamente di protezione si dovrebbe ottenere uno stabile allontanamento delle zone di concentrazione delle tensioni dalle pareti della galleria, in modo da evitare il pericolo della eventuale formazione di pilastri rigidi compresi tra le faglie e le pareti degli scavi. A tal fine occorrerebbe però poter rendere cedevoli le pareti del cavo, così da avere una ampia zona di distensione, ad esempio effettuandovi indebolimenti molto marcati, quali intagli assai profondi o fori di sufficiente diametro. La proposta non ha ovviamente carattere di realizzabilità pratica nei riguardi delle pareti, dove l'intaglio continuo sarebbe la soluzione idealmente preferibile; possibile invece appare, mediante fori preventivi, l'estensione della zona di distensione avanti la fronte di avanzamento, o per lo meno la localizzazione delle tensioni in una zona più ampia e già più cedevole: l'ipotesi è stata teoricamente studiata ed anche in parte sperimentalmente verificata con risultati sotto alcuni aspetti soddisfacenti ([34]).

Quanto alle misure di protezione, queste sono essenzialmente costituite da convenienti armature: a carattere stabile nelle gallerie di carreggio, a carattere provvisorio nei cantieri di coltivazione. In ogni caso è da notare che armature rigide, quali essenzialmente i rivestimenti murari in calcestruzzo, sono impiegabili nelle zone pericolose soltanto dopo che — col successivo estrinsecarsi di rilassamenti — si è realizzata una sufficiente distensione. Infatti queste armature, che possono essere messe sotto carico solo da terreni gradualmente fluenti, non offrono alcuna resistenza a sollecitazioni dinamiche (ne fa fede il comportamento del rivestimento portante in calcestruzzo — spesso oltre 40 cm. — visibile nella fotografia di fig. 3); esse potrebbero in effetti contrastare colpi di tetto se fossero perfettamente aderenti alla parete e potessero esser caricate preventivamente, così da diminuire le tensioni prossime al cavo.

Le armature iniziali dovranno quindi essere sostanzialmente cedevoli ed elasticamente deformabili (anche per evitare di creare particolari concentrazioni di pressione nei punti di contatto), messe in opera immediatamente dopo lo scavo, possibilmente con l'interposizione di un cuscino anelastico, atto a sostituire in parte la inesistente zona fessurata, in parte a distribuire le spinte dinamiche conseguenti ad eventuali colpi su una porzione assai estesa di armatura. Sotto tale riguardo è da segnalare un tipo di quadro in legno deformabile, da qualche anno adottato per gli avanzamenti della miniera di Raibl; questo, indicato nella fig. 12 ([35]), ha fornito sinora buoni risultati, l'armatura non essendo mai stata completamente demolita dai colpi verificatisi.

Nei cantieri di coltivazione alquanto più problematico è il cautelarsi contro i rilassamenti, specialmente per l'irregolare distribuzione della mineralizzazione; occorre tuttavia tener presente che, rispetto agli avanzamenti di galleria, minori occasioni sono quivi offerte all'insorgere di brusche manifestazioni dinamiche, essendo localmente già raggiunta una certa distensione. Le armature saranno in genere prevalentemente costituite da antenne isolate; ma soprattutto è indispensabile impiegare ripiena totale, tenendola quanto più alta possibile, in modo da ridurre al minimo le dimensioni del cantiere aperto. La ripiena avrà così il precipuo scopo di assorbire le pressioni delle pareti laterali della coltivazione, diminuendo il numero dei colpi di tensione e rendendone nulli gli effetti; in secondo luogo renderà più facile l'armatura del cantiere, facilitando anche la diretta ispezione e sorveglianza del tetto. Comunque le coltivazioni pericolose dovranno avere almeno due accessi.

Lelio Stragiotti

([34]) Vedasi al riguardo la tesi di laurea dell'Ing. Loesch G. E., « *Studio dello scavo di gallerie di tracciamento nella miniera di Raibl* » sviluppata e discussa al Politecnico di Torino con lo scrivente nel 1952.

([35]) Esso, in fondo non dissimile da un normale quadro, serve soprattutto per opporsi ai colpi di tensione in parete, in quanto l'intaglio a 45° tra gambe e cappello consente una rotazione delle gambe attorno ad un fulcro al piede, e quindi un certo spostamento delle stesse in senso radiale alla galleria. Il cappello è calzato contro il cielo e rivestito da tondoni di legno; le gambe sono guarnite con tavole, mentre l'intercapedine tra il tavolato e la parete è riempito con detrito minuto costituente cuscinetto di ripartizione.

Su una espressione semplificata del coefficiente di adduzione termica

In molti casi che interessano la tecnica, la quantità di calore complessivamente scambiata per convezione e irraggiamento tra un corpo e l'ambiente può essere espressa con buona approssimazione in funzione della differenza di temperatura elevata ad un esponente frazionario di cui si discute il valore numerico.

È noto che la quantità di calore ceduta all'aria dall'unità di superficie nell'unità di tempo in conseguenza dei fenomeni di convezione naturale è in parecchi casi esprimibile con la formula:

$$k_1 (T_1 - T_2)^n$$

dove k_1 è un coefficiente dipendente dalla forma e dalle dimensioni del corpo in esame, $T_1 (= t_1 + 273)$ è la temperatura assoluta superficiale del corpo stesso, $T_2 (= t + 273)$ quella dall'aria misurata a sufficiente distanza dalla superficie di contatto, n un esponente numerico uguale o prossimo a 1,25.

L'analoga quantità di calore trasmessa per irraggiamento può, sempre negli stessi casi e supposto l'ambiente isotermo, essere espressa con:

$$k_2 \left[(T_1/100)^4 - (T_2/100)^4 \right]$$

dove k_2 è un coefficiente dipendente dalla natura e dalla forma della superficie del corpo.

La quantità di calore q complessivamente ceduta dal corpo all'ambiente è la somma delle due precedenti e può essere scritta, adottando per n il valor medio 1,25, nella forma:

$$q = (k_1 + Y k_2) \; (T_1 - T_2)^{1,25} \qquad (1)$$

dove si è posto:

$$Y = \frac{\left(\frac{T_1}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{(T_1 - T_2)^{1,25}} \qquad (2)$$

mentre $(k_1 + Y k_2)$ rappresenta il coefficiente di adduzione termica dal corpo all'ambiente.

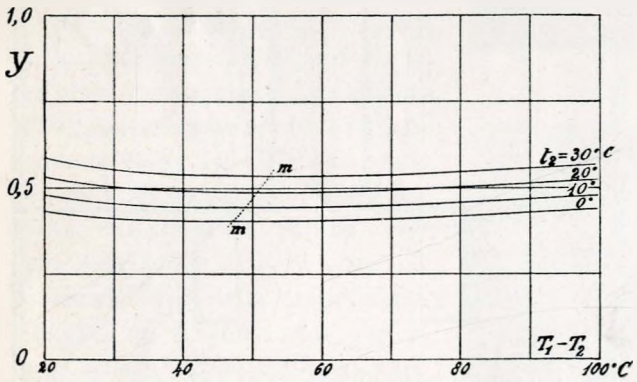


Fig. 1 - Andamento del fattore Y in funzione della differenza $(T_1 - T_2)$.

Sono stati calcolati i valori dalla grandezza Y per alcuni valori della temperatura ambiente che si verificano con frequenza e per quelli, di 10 in 10°, della differenza $(T_1 - T_2)$ compresi tra 0 e 100° C. Questi valori sono raccolti nella Tabella n. 1, e rappresentati sul grafico di Fig. 1 in funzione di $(T_1 - T_2)$.

TABELLA N. 1

$T_1 - T_2$	$T_2 = 273 + 0°$	+10°	+15°	+20°	+30°
10	,484	,538	,566	,595	,658
20	,430	,477	,503	,528	,582
30	,410	,454	,477	,501	,551
40	,402	,445	,467	,490	,538
50	,401	,443	,465	,487	,535
60	,404	,445	,467	,489	,535
70	,410	,450	,472	,494	,540
80	,417	,458	,479	,501	,548
90	,426	,467	,488	,510	,556
100	,437	,478	,499	,522	,568

Si nota subito nella figura che queste linee presentano un largo tratto appiattito in corrispondenza dei punti di minimo per i quali:

$$Y_{min} = 8 \cdot 10^{-8} \cdot T_2^{2,75} \qquad (3)$$

Per $t_2 \to t_1$; Y tende a ∞, cioè la validità di formule di questo tipo decade per le piccole differenze di temperatura e ciò deve essere ben tenuto presente nelle applicazioni.

Per t_2 compresa fra 0 e +30° C e nell'intervallo di $(T_1 - T_2)$ fra +30° e +80°, utile in molti casi, in luogo della Y variabile si può porre nella (1) tollerando errori non superiori al 2 %, e quindi in genere non superiori a quelli sperimentali, la espressione seguente:

$$\left| Y_{medio} \right|_{30}^{80} = 0,408 + 0,0044 \; t_2 \qquad (4)$$

che semplifica i calcoli numerici.

La validità di formule del tipo (1) è tuttavia sempre limitata a intervalli ristretti di temperatura e l'impiego di tali formule esige quindi indagini preliminari sul loro campo di applicazione.

Volendo abbracciare intervalli più ampi bisogna ricorrere per la convezione o a formule non monomie oppure alle espressioni dedotte dalle leggi di similitudine, nelle quali compaiono tutte le grandezze di cui è funzione il fenomeno in esame e precisamente: dimensioni e configurazione geometrica, densità, calore specifico, coefficienti di conduzione, di dilatazione termica e di viscosità del fluido e la stessa differenza di temperatura $(T_1 - T_2)$: i risultati sono d'ordinario compendiati in grafici logaritmici sui cui assi sono riportati quali parametri adimensionali delle funzioni delle grandezze precedenti e dei coefficienti di convezione termica, detti rispettivamente numeri di Nusselt, di Péclet od altri a seconda del caso considerato.

Entro gli intervalli indicati da questa nota è però più semplice, in pratica, ricorrere ad espressioni del tipo (1) e (4).

Cesare Codegone

Piante orientate nelle abitazioni a carattere stagionale

L'A. presenta alcune soluzioni di pianta nelle abitazioni collettive a carattere stagionale.

I regolamenti edilizi, nelle loro prescrizioni di carattere igienico, si preoccupano giustamente delle abitazioni residenziali tralasciando di regolamentare un altro tipo di edificio che interessa una importante frazione della speculazione edilizia, le case, cioè, destinate alla abitazione stagionale.

Questi fabbricati, per le loro particolari caratteristiche d'uso, potrebbero avere una regolamentazione più larga, la quale tuttavia si presterebbe a degli abusi.

Tralasciando le ville e le villette, il cui costo supera spesso le possibilità economiche del medio pubblico acquirente, rivolgo la mia attenzione alle abitazioni costituite in condominio, che raccolgono le maggiori difficoltà di soluzione per i complessi requisiti a cui devono rispondere.

Elenco semplicemente i diversi fattori che determinano l'aspetto dell'edificio al mare e in montagna.

Costo: occorre partire dalle possibilità di assorbimento del mercato. Se l'affitto dell'appartamento medio ammobiliato nella zona si aggira sulle

Fig. 1 - Villa Arcadia a Rapallo, primo lotto. Si notino le stanze prospicenti i grandi balconi orientate verso il mare.

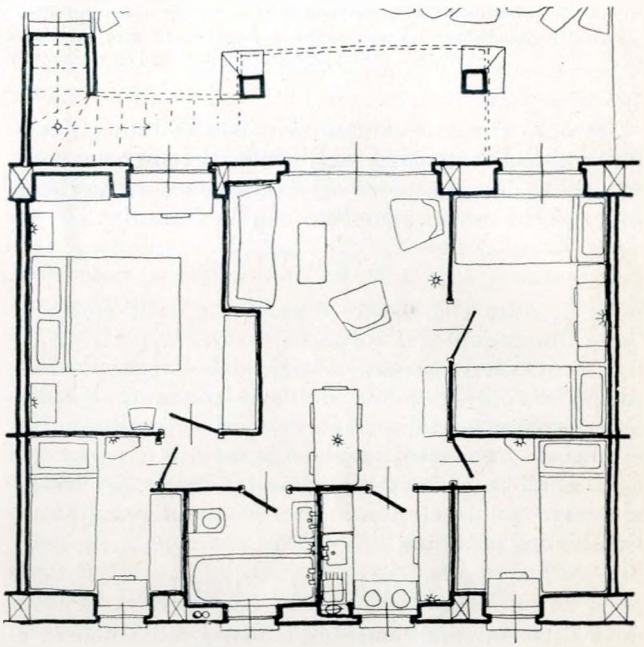


Fig. 2 - Alloggio di 40 mq. con 6 posti letto. Al piano superiore altro alloggio su pari schema con accesso dalla scala esterna - modulo m. 7,25.

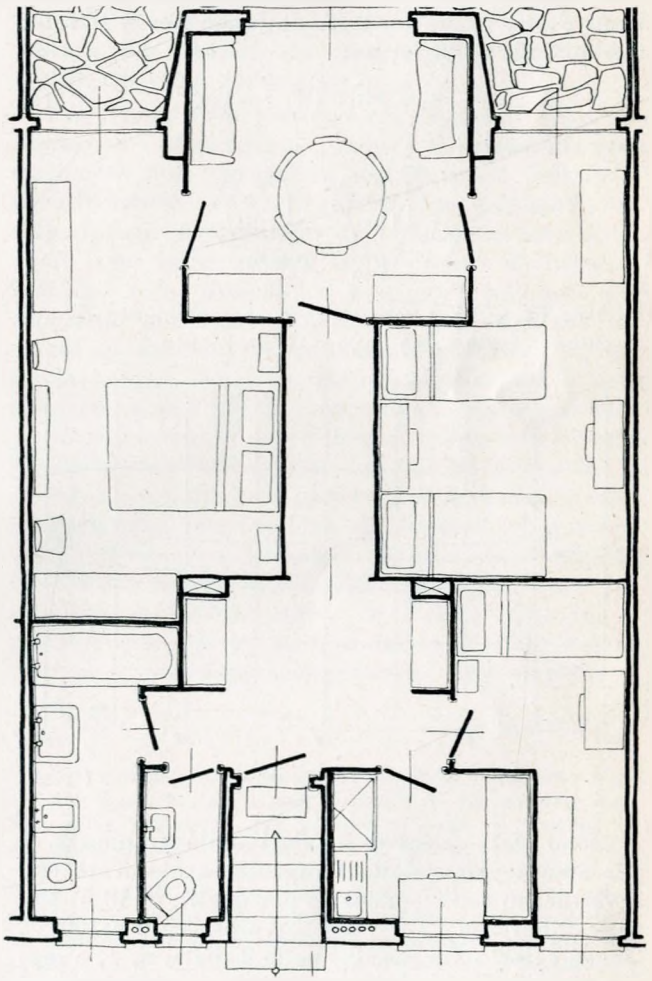


Fig. 3 - Alloggio per Residence-House di 70 mq. con 5 posti letto e doppi servizi - modulo n. 7 - tutti gli alloggi sono disimpegnati da una galleria aperta.

200.000 lire per stagione, l'alloggio non potrà costare più di 4 milioni. Con l'acquisto si ha il vantaggio di stare in casa propria, di conservare lo stesso alloggio di anno in anno, di godere, nel caso, un secondo affitto nella stagione invernale o dell'alloggio stesso per un soggiorno gratuito.

Svantaggi: l'immobilizzo di un cospicuo capitale, il dover provvedere all'arredamento e alla manutenzione dell'immobile, l'essere legati per l'avvenire ad una determinata località e ad una particolare casa.

Consistenza: è necessario alloggiare normalmente 2-4 persone, persone con bagaglio limitato, senza scorte di casa, e che si adattano alle piccole deficenze di spazio dell'alloggio stagionale. Capienza per altre 2-4 persone in periodi eccezionali (settimana di Pasqua, di Ferragosto, ecc.); in tale caso ogni regola di buon senso può venire sconvolta. È assai gradito, se possibile, un locale disimpegnato per la eventuale persona di servizio.

Orientamento: naturalmente a mezzogiorno oppure a levante-ponente per le case in montagna e comunque destinate al soggiorno invernale; assai importante è il fattore « vista ». La vista al mare in un alloggio vale circa 1.000.000 di lire, nei confronti di pari alloggio senza vista al mare. La vicinanza del mare è pure molto pregiata e questo fatto limita le zone fabbricabili ad una sottile fascia costiera, lasciando le colline, che pure godrebbero di bella vista panoramica, fuori dalla speculazione edilizia. Se si pensa poi che il mare è basso e può facilmente venir coperto dalla vegetazione o da altri edifici antistanti, si comprende subito come bruciante diviene la questione delle altezze per le case in Riviera. La vista delle montagne è più facile da conservare perchè esse sono alte e disposte generalmente tutto attorno al fab-

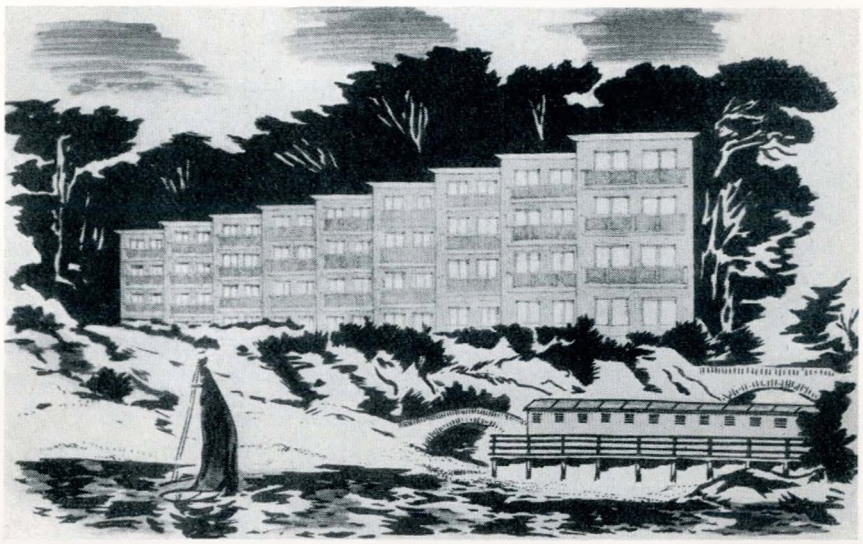


Fig. 4 - Veduta della Villa Patrizia a Rapallo.

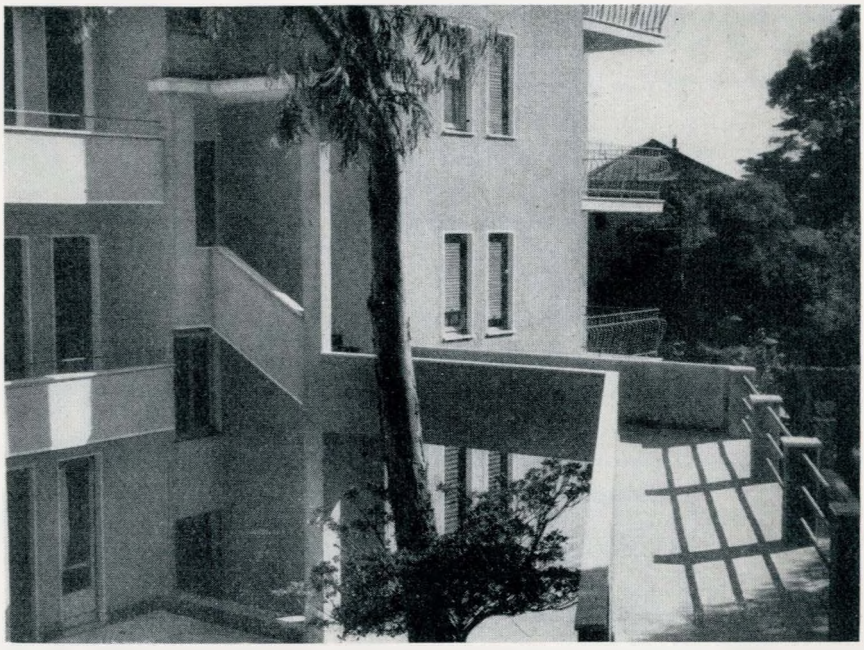
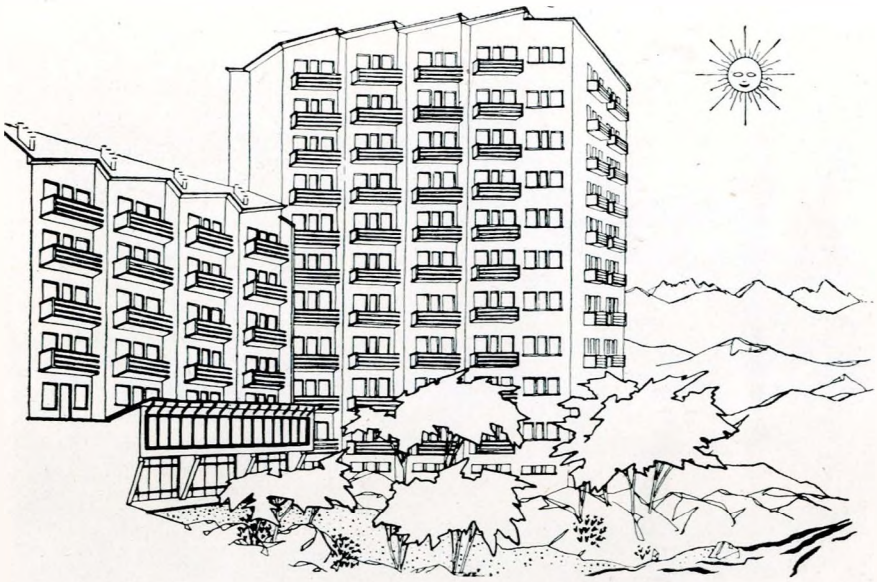
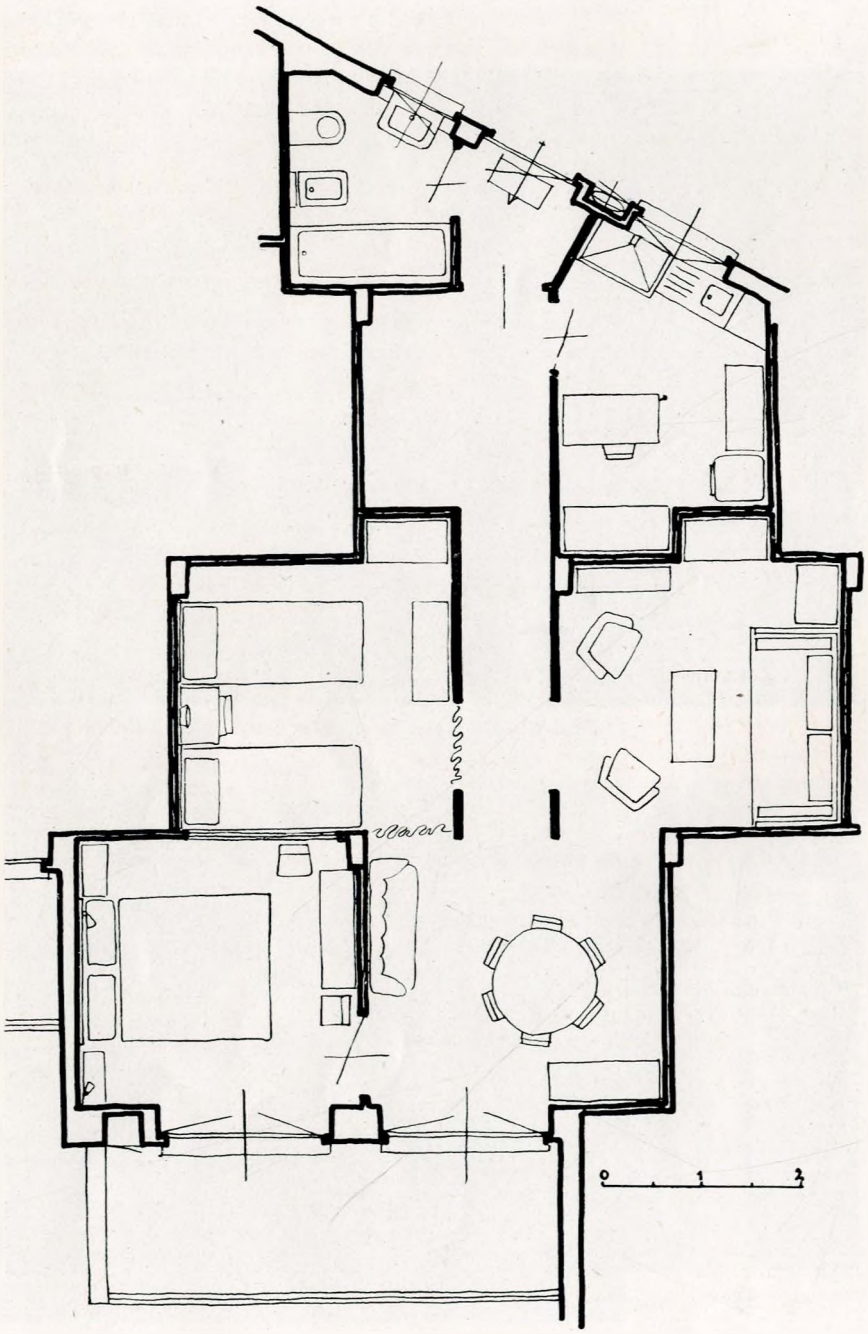


Fig. 5 - Ingresso pedonale a ponte nella Villa Arcadia a Rapallo.

Fig. 6 - Balconi orientati nel Palazzo Solarium a Bardonecchia (arch. E. Pellegrini).





bricato. In montagna è per contro più tassativa la necessità di una buona esposizione. Il problema si può dunque riassumere in questi termini: in un alloggio di 50-70 mq., più una grande terrazza con vista, dare possibilità di un alloggio stagionale a circa 4 persone costituite in famiglia.

I terreni, anche se posti in buona posizione, spesso non si prestano, per la loro forma, a far coincidere il miglior sfruttamento con la migliore esposizione. Presento alcune soluzioni di pianta, che mi sembrano interessanti, commentando i motivi che hanno concorso alla loro formazione.

I moduli applicati sono di 7-6-5 metri di fronte per unità immobiliare, avvertendo che non sono mai riuscito ad andare sotto tale misura, altro che per un edificio con caratteristiche del tutto speciali per il quale ho raggiunto i 3,50 m. di fronte per ogni alloggio.

In Riviera è raro poter costruire fabbricati sopra i quattro piani fuori terra; se l'ingresso è situato verso monte, godendo del dislivello, si può spesso fare a meno dell'ascensore. L'escursione termica invernale in tali località è pure assai limitata e per tale ragione l'onere di un riscaldamento centrale nulla aggiunge ai pregi della casa, che più facilmente diventa commerciabile con modesti impianti singoli.

Quando la superfice degli alloggi è, come ho detto, sui 60 mq. diventa antieconomico impostare una scala per ogni gruppo di tre appartamenti; e sarà tanto più costoso se tale scala verrà fornita di ascensore. Ho provato dunque a collegare anche dieci appartamenti con un ampio loggiato aperto per le case in Riviera e con una

Fig. 7 - Veduta del Palazzo Solarium in costruzione a Bardonecchia.

Fig. 8 - Alloggio tipico nella Villa Patrizia. Lo stesso schema, modificato per le diverse esigenze climatiche, è stato adattato per il Palazzo Solarium a Bardonecchia.

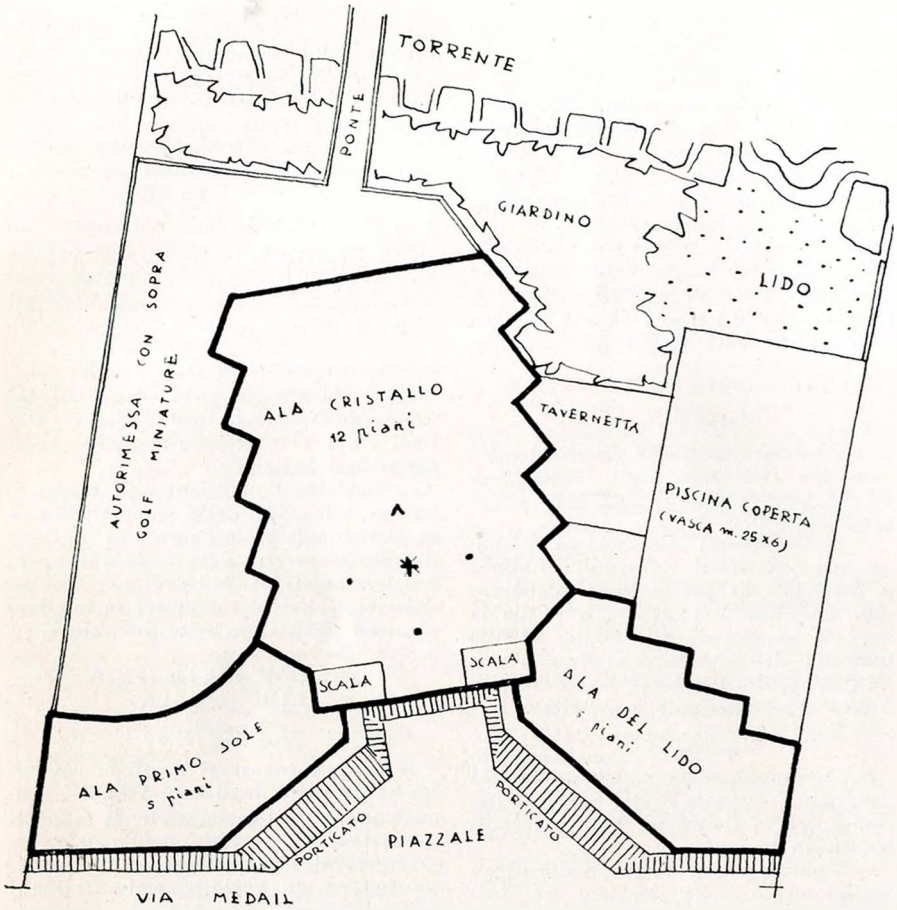


Fig. 9 - Planimetria del Palazzo Solarium a Bardonecchia. Per ora è stata realizzata l'Ala del Lido e si sta iniziando l'Ala Primo Sole per completare il piazzale. In un secondo tempo si porrà mano al corpo centrale di 12 piani e alla piscina coperta e scaldata nella stagione invernale. Si noti la disposizione degli alloggi, tutti orientati. Il corpo centrale è messo normalmente alla strada per ingombrare, con la sua mole, poco il paesaggio. L'edificio è stato articolato in modo tale da permetterne la costruzione in più tempi.

galleria chiusa per quelle in montagna.

Il problema della luce e della ventilazione nella parte interna è assicurato per gli edifici al mare il cui loggiato non ha alcuna chiusura. L'areazione dei bagni e delle cucine in montagna non si può risolvere altrimenti che con l'applicazione di sistemi di autoventilazione o di condizionamento, che, per la verità funzionano benissimo.

Il riscaldamento centrale è indispensabile per gli edifici di montagna, per salvaguardare gl'impianti dal gelo e per consentire il godimento degli alloggi, oltre che durante le Festività di fine anno, anche durante le brevi corse tra il sabato e il lunedì. Questa maggiore possibilità di sfruttamento dell'unità immobiliare, unita al suo minor costo, fa supporre che l'orientamento futuro della media edilizia montana abbandoni la villa per volgersi verso il grande o il piccolo condominio.

Enrico Pellegrini

NOTIZIARIO

Mozioni del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani - VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani

promosse dal Collegio degli Ingegneri di Milano con l'adesione dell'Associazione Nazionale Ingegneri Architetti Italiani Milano - Politecnico: 1-4 novembre 1953.

I Convegni sono stati convocati per la discussione dei seguenti temi:

Sezioni riunite: « Il problema del raddoppio della disponibilità di energia elettrica nel prossimo decennio ».

Sezione Ingegneria civile: « L'Economicità nelle costruzioni civili » (Concezioni, fattori e indirizzi nelle costruzioni in funzione ed in dipendenza di una visione economica generale).

Sezione Ingegneria industriale: « I rapporti tecnici fra lo Stato e l'Industria ».

Sezione trasporti e comunicazioni: « Problema del traffico nei grandi centri ».

Le Sezioni Riunite e le tre Sezioni separate hanno discusso e votato le Mozioni qui di seguito riportate.

Inoltre i partecipanti ai Convegni, in Sezioni Riunite, hanno discusso e votato una mozione di carattere generale.

Il Presidente del Collegio e dei Convegni
Prof. Dr. Ing. Celestino Lampis

MOZIONE DI CARATTERE GENERALE

I partecipanti al III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani ed al VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani:

esprimono al Collegio degli Ingegneri di Milano il rinnovato plauso per la organizzazione dei Convegni Nazionali degli Ingegneri e per la sensibilità nella scelta dei temi;

raccomandano al Sodalizio che con tanta passione e capacità ha consolidato questa iniziativa di proseguirla regolarmente anche negli anni a venire nell'interesse del Paese e per la valorizzazione della categoria.

F.to: Carlo Di Bello, Vito Perrone, Romiti, Mario Carta, Lorenzo Mancini Spinucci, Nico Cafaro, Giorgio Cavallini, Giuseppe Viviani.

SEZIONI RIUNITE

Mozione N. 1.

Il III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani, riunito a Milano nella sua seduta di chiusura;

— considerato che è desiderabile, per l'economia italiana, favorire nei limiti del possibile, gli scambi di energia elettrica fra l'Italia ed i Paesi europei;

— ritenuto che è indispensabile per questo semplificare ed armonizzare le disposizioni legislative ora vigenti nelle varie nazioni;

— preso atto che, per quanto riguarda l'Italia, è in preparazione una nuova legge intesa a snellire le formalità attualmente in vigore;

esprime il voto che il Governo voglia provvedere sollecitamente al perfezionamento di tale legge, tenendo contemporaneamente in considerazione le raccomandazioni indirizzate in proposito nell'ottobre 1951 ai vari Governi dal Comitato dell'Energia Elettrica della Commissione Economica per l'Europa dell'O.N.U.

F.to: Agostino Dalla Verde, Celestino Lampis, Marco Semenza, Vittorio De Biasi, Enrico Casò, Marcello Rodinò, Antonino Asta, Fernando Benedetto, Franco Castelli, Claudio Castellani, Giuseppe Dezza.

Mozione N. 2.

Il III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani ed il VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani.

— sentito le relazioni riguardanti lo stato presente e le prospettive delle ricerche delle applicazioni nel settore dell'energia nucleare a scopo industriale,

auspicano

che venga risolto il più rapidamente possibile il problema dei finanziamenti necessari ad imprimere più vigoroso impulso alle ricerche in atto nel nostro Paese ed alle iniziative da sviluppare così che tale forma d'energia possa venir utilizzata senza ritardo.

F.to: Celestino Lampis, Edilio Pautrie, Mario Silvestri, Vittorio De Biasi, Carlo Semenza, Giorgio Gandini, Marcello Rodinò, Mario Bruni, Claudio Castellani.

Mozione N. 3.

Il III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani riunito in Milano:

— confermando la necessità del Paese di favorire lo sviluppo della produzione di energia elettrica in armonia con i crescenti consumi, nonchè la necessità di sviluppare la produzione geotermoelettrica e termoelettrica da risorse nazionali;

— allo scopo di ridurre i costi di produzione tanto dell'energia che dei prodotti industriali e rendere così possibile lo sviluppo di iniziative economicamente convenienti in paragone con quelle europee:

fa voti

perchè il Governo consideri:

1) l'opportunità di non colpire ulteriormente lo sfruttamento delle risorse idrauliche, già di per sè più costose del passato, con aumento di canoni e concessioni di energia gratuita a favore di regioni e zone montane;

2) L'opportunità di rendere accessibili ad una produzione di energia a costi comparabili con quelli esteri, una parte delle nuove disponibilità di gas naturali, e che sgravi di imposta i combustibili nazionali ed in particolare i residui di olii combustibili delle raffinerie in quanto destinati alla produzione di energia elettrica, in modo che questa possa effettuarsi a costi comparabili con quelli esteri, ed essere l'origine così di uno sviluppo delle utilizzazioni industriali.

F.to: Celestino Lampis, Augusto Bedogni, Agostino Dalla Verde, Marco Semenza, Claudio Castellani, Franco Castelli, Vittorio De Biasi, Antonino Asta, Marcello Rodinò, Fernando Benedetto, Giuseppe Dezza, Franco Bertolini.

Mozione N. 4.

Il III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani ed il VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani

— considerato che le analisi e le conclusioni del Convegno investono esigenze, prospettive e programmi per lungo periodo di tempo e richiamano, nel rispetto dei valori economici, il problema fondamentale del volume e della sicurezza della disponibilità delle fonti energetiche termiche,

fa voti

che nell'ambito dei piani della utilizzazione delle fonti di energia in Italia, ai fini anche di una politica a lungo termine dell'energia, si tenga nella debita considerazione le disponibilità di combustibili solidi nazionali e particolarmente di quelle offerte dal giacimento carbonifero del Sulcis, fonte nazionale di largo volume e di tranquilla sicurezza.

F.to: Mario Carta, Celestino Lampis, Enrico Casò, Carlo Semenza.

SEZIONE INGEGNERIA CIVILE

Mozione N. 1.

La Sezione Ingegneria Civile del III Convegno Nazionale degli Ingegneri e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

— richiamandosi alle mozioni presentate nei precedenti Convegni sottolinea la necessità che per la economicità, in ogni categoria di costruzioni, si dia la massima importanza allo studio ed alla redazione dei progetti, che devono prima dell'appalto dei lavori avere assunto il loro aspetto definito e definitivo.

Mozione N. 2.

La Sezione Ingegneria Civile del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

— tenuta presente l'opportunità di un miglioramento delle relazioni tra dirigenti e maestranze nella organizzazione del lavoro, anche allo scopo, con i migliorati rendimenti, di addivenire ad una riduzione dei costi di produzione.

fa voti

perchè le attuali norme sul reclutamento della mano d'opera e sulle migrazioni interne vengano rivedute al fine di consentire l'assunzione delle maestranze anche per squadre affiatate.

Mozione N. 3.

La Sezione Ingegneria Civile del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani;

— mentre ritiene che vada sempre più sviluppato il concetto della prefabbricazione di singoli elementi costruttivi, reputa necessario, per quanto riguarda la prefabbricazione di intere unità edilizie una raccolta analitica e sistematica di tutti i dati razionali di confronto; in particolare riuscirebbe di molto interesse la comunicazione di tali elementi per le previste realizzazioni della Cassa del Mezzogiorno.

Mozione N. 4.

La Sezione Ingegneria Civile del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

— richiama l'attenzione delle pubbliche amministrazioni sulla influenza che, agli effetti della economicità delle realizzazioni edilizie, hanno le corrette previsioni dei piani regolatori generali, e, nella graduale attuazione dei piani particolareggiati dei nuovi quartieri di sviluppo, l'impianto dei servizi pubblici e la razionale utilizzazione delle aree.

Mozione N. 5.

La Sezione Ingegneria Civile del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

— constatata l'influenza che hanno, agli effetti della economicità, le norme, i regolamenti e le leggi vigenti

fa voti

che i Capitolati, le norme e i regolamenti che disciplinano la complessa materia vengano aggiornati in relazione agli sviluppi della tecnica.

Mozione N. 6.

La Sezione Ingegneria Civile del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

— richiama l'attenzione sull'importanza che, agli effetti della economicità delle costruzioni, ha la figura e la funzione del Direttore dei Lavori, la cui opera è determinante per la corretta esecuzione dei lavori stessi e costituisce la migliore garanzia per il loro esito definitivo.

SEZIONE INGEGNERIA INDUSTRIALE

Mozione N. 1.

Il Gruppo Ingegneri tessili fa voti affinchè da parte degli Enti Pubblici vengano prese in considerazione le seguenti proposte che, tenendo conto del progresso tecnico verificatosi nell'industria, portino ad un aggiornamento di molti Capitolati oggi in uso e che si dimostrano non più idonei.

1) Definizione quantitativa e non qualitativa delle caratteristiche di capitolato per evitare erronee e dannose interpretazioni;

2) Semplificazione della prassi necessaria per ottenere rapidamente i campioni da unica fonte ufficiale;

3) Reimpostare i capitolati non più aggiornati valendosi della collaborazione di tecnici designati dal Ministero su proposta delle Associazioni di categoria;

4) Attenersi per le prove sui manufatti a quanto già previsto dall'U.N.I. aggiornando i sistemi di prova con le disposizioni emanate da questo Ente;

5) Eliminazione della facoltà da parte degli Enti Pubblici di richiedere il quinto di fornitura in più sul pattuito includendo invece la formula di poter consegnare il 5 % in più o in meno;

6) Assegnazione delle forniture a Ditte di provata capacità e attrezzatura evitando l'intromissione di Ditte non idonee a garantire una fornitura perfetta o intermediari.

Mozione N. 2.

La Sezione Ingegneria Industriale del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani;

— vista la relazione sui problemi connessi con la saldatura, la discussione che ne è seguita,

fa voti

— che venga dato agli studi sulla saldatura sempre maggior incremento ai fini di realizzare il necessario progresso nel campo delle costruzioni saldate;

— venga incoraggiato ed aiutato, sia dallo Stato che dall'Industria, l'Istituto Italiano della Saldatura, sorto pei fini sopradetti in seguito ad iniziativa di Enti, Industrie e Privati e che sta compiendo opera collegiale di alto valore tecnico nel campo della ricerca, dell'insegnamento e dell'elaborazione delle Norme specifiche;

— venga tenuta presente dagli Organi Tecnici dello Stato la Istituzione sopradetta ai fini di mansioni consultive e di controllo.

Mozione N. 3.

La Sezione Ingegneria Industriale del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

— a proposito della protezione della proprietà intellettuale e industriale, vista la esistenza della Legge sul diritto d'autore n. 633 del 22-4-1941 e della Legge sui brevetti d'invenzione industriale n. 1602 del 13-9-1934, nelle quali è prevista chiaramente la tutela e la regolamentazione dei diritti dell'inventore e dei datori di lavoro, siano essi privati o Amministrazioni Pubbliche;

— al fine di normalizzare i rapporti fra Inventore-progettista e lo Stato e le Aziende private;

fa voti

affinchè le Amministrazioni Pubbliche e Private tengano presente il preciso disposto delle Leggi suddette ed evitino di proporre o di esigere da parte degli interessati (progettisti e inventori) la firma di contratti che implichino la rinuncia alla loro attività inventiva in termini contrari o che si discostano dal preciso predisposto dalla Legge.

F.to: Adele Racheli, Antonio Giornelli.

Mozione N. 4.

La Sezione Ingegneria Industriale del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani;

— considerato che per quanto riguarda le costruzioni metalliche esistono attualmente in Italia norme, regolamenti, istruzioni, diversi e spesso non conformi, emanati dai vari Enti Pubblici;

— ritenuto che sarebbe opportuno nell'interesse generale unificare la regolamentazione, tenendo conto dei progressi realizzati nei metodi di calcolo e nei procedimenti costruttivi;

fa voti

che si addivenga a rapidi ed esaurienti accordi fra gli Enti interessati, sotto la alta direzione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, allo scopo di unificare in un solo testo le norme, i regolamenti e le istruzioni riguardanti il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni metalliche.

F.to: Umberto Galluzzi, Virgilio Affer.

Mozione N. 5.

La Sezione Ingegneria Industriale del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani;

Prendendo in esame i rapporti fra Stato e Industria;

— ravvisando che i vigenti ordinamenti sono superati dalla evoluzione dei tempi, dal progresso nei suoi aspetti tecnici, giuridici e sociali;

— ritenuto che tali Istituti mentre determinano una situazione insostenibile per l'Industria avente rapporti con lo Stato, comportano sopratutto per quest'ultimo, posizioni e conseguenze negative perchè operanti in definitiva contro il progresso della tecnica e quindi contro gli interessi pubblici e perchè in contrasto con le Leggi di diritto comune,

fa voti

a) che tutti i rapporti tecnici, giuridici, contrattuali fra Stato e Industria siano decisamente e urgentemente riformati;

b) che ogni decisione interessante i detti rapporti contenga il parere tecnico degli esperti;

c) che detto parere e le successive deliberazioni siano accompagnati dalle relative motivazioni;

d) che si proceda alla formazione degli Albi Nazionali degli Imprenditori;

— richiama l'attenzione dello Stato e degli Organi responsabili sull'importanza del problema;

— invita infine gli Ingegneri e gli Industriali a promuovere e a svolgere una campagna allo scopo di conseguire la rapida realizzazione dei principi qui espressi.

F.to: Virgilio Affer, Giuseppe Torno.

SEZIONE TRASPORTI
E COMUNICAZIONI

Mozione N. 1.

La Sezione Trasporti e Comunicazioni del III Convegno Nazionale degli Ingegneri Italiani e del VI Convegno degli Ingegneri Industriali Italiani,

fa voti che

nell'aggiornamento dei piani regolatori si tengano particolarmente in conto i problemi della viabilità e del traffico ed i loro prevedibili sviluppi, studiandone le più moderne attrezzature e tenendo sempre presente il coordinamento delle complesse necessità nell'estensione dei piani territoriali.

— Nell'attesa della realizzazione dei piani non si trascurino tutti i possibili accorgimenti, anche minimi, che possano portare un immediato vantaggio. E che fra questi sia annoverata la realizzazione di Stazioni di sosta per autoservizi, secondo un piano generale che tenga presente la necessità di portare i lavoratori il più vicino possibile al loro posto di lavoro, i servizi a carattere turistico e rapido nei posti più centrali possibili, ed i servizi normali lungo i settori di provenienza fino ai principali nodi dei servizi urbani.

La sempre maggiore complessità della circolazione impone l'impiego di provetti tecnici del traffico, per cui si ritiene indispensabile creare corsi di perfezionamento per Ingegneri e di coltura per i tecnici in genere.

Nell'impiego, e nella progettazione di attrezzature moderne per le grandi città si raccomanda di tener presente le applicazioni sperimentali fatte all'estero con veicoli su gomme guidati dalla strada, eseguendone eventualmente anche in Italia.

Fondamentale il problema delle soste e dei parcheggi per i quali si invitano gli Enti competenti a provvedere direttamente e favorire iniziative private e concorsi che valgano a risolvere il problema, tenendo presente i numerosi voti emessi nei precedenti Convegni.

F.to: Raffaele Ariano, Carlo Di Bello, Luigi Guagliumi, Ivo Angelini.

Elezioni del Consiglio dell'Ordine Ingegneri della Provincia di Torino

Sabato 6 marzo hanno avuto luogo in seconda convocazione, nella Sede dell'Ordine di Torino, le elezioni del Consiglio Provinciale dell'Ordine stesso, che rimarrà in carica per i prossimi due anni.

In base al numero degli iscritti all'Albo profesionale, cioè 1421, il numero minimo di votanti per la volidità delle elezioni era di 356. Hanno votato in totale 362 Colleghi ed in base ai loro voti sono stati eletti al primo scrutinio 8 dei 9 membri del Consiglio, mentre per il 9° posto avrà luogo sabato 27 c. m. il ballottaggio tra tutti gli altri Colleghi che hanno riportato dei voti.

Gli eletti al primo scrutinio sono i seguenti colleghi:

Benzi Guido - Brunetti Mario - Ceragioli Mario - Coccino Camillo - Dardanelli Giorgio - Goffi Achille - Peretti Enrico - Zignoli Vittorio.

Elezioni nella Sez. Piemontese dell'Istituto Naz. d'Urbanistica

In seguito ai risultati delle elezioni svoltesi nell'assemblea del 30-1-54, la Sezione Piemontese dell'Istituto d'urbanistica resta retta come segue: Presidente: Armando Melis de Villa; Vice Presidente: Alessandro Melli Boffa; 2° Rappresentante alla Sezione del Consiglio Nazionale: Nello Renacco; Consiglieri: Augusto Cavallari Murat, Giovanni Astengo, Gabriele Manfredi; Segretario: Franco Berlanda; Tesoriere: Carlo Doglio: Revisori dei conti: Rondelli, Vernetto, Viotto.

CONCORSI

Amministrazione Provinciale di Cuneo: Bando di concorso per lo studio di massima delle migliori soluzioni da adottarsi per l'approvvigionamento d'acqua potabile, secondo le risorse idriche disponibili o procurabili, della cosidetta « zona delle Langhi » e di alcuni Comuni viciniori nella Provincia di Cuneo.

Scadenza: ore 12 del 31 marzo 1954.

1° premio: Lire 800.000; 2° premio: Lire 400.000; 3° premio: Lire 200.000.

BOLLETTINO DEI PREZZI

I prezzi riportati sono stati ricavati dalle informazioni avute dalle principali ditte di approvvigionamento del Piemonte. I prezzi delle opere compiute risultano da rilevamenti effettuati sui prezzi praticati sulla piazza di Torino regione collinare esclusa. I prezzi dei materiali si intendono per materiali dati a piè d'opera in cantiere e sono comprensivi di tutti gli oneri di fornitura gravanti direttamente sul costruttore comprese spese generali e utili. I prezzi della mano d'opera s'intendono riferiti alle condizioni di retribuzione stabilita dagli organi competenti e comprendono quindi tutti gli oneri a carico del datore di lavoro, cioè sono comprensivi di tutte le forme e voci di contribuzione riportate nell'ora effettiva di lavoro, di tutti i contributi e oneri che gravano sulla mano d'opera, di tutte le spese per assistenza e direzione compreso l'uso di strumenti e attrezzi, e di tutte le quote per spese generali e utili dell'impresa.

N. B. - Nella prima colonna sono segnati i prezzi da applicare a lavori di grande importanza; nella seconda quelli da applicare a lavori di piccola importanza e sono evidentemente maggiori per tener conto della maggiore influenza in essi delle spese generali e del maggior costo delle forniture acquistate in piccola quantità.

ELENCO DEI PREZZI ELEMENTARI NELLA CITTÀ DI TORINO DEI MESI DI FEBBRAIO - MARZO 1954

A — Mano d'opera

Operai edili

		L/h.	
Operai specializzati, capi squadra (peramanista, carpentiere di 1°, capo ferraiolo, riquadratore, stuccatore, vetraio, scalpellino, marmista)		420	440
Operai qualificati (muratore, calcinaio, carpentiere, pavimentatore, palchettista)		375	395
Manovali specializzati sopra i 21 anni (terrazziere, ferraiolo da cemento armato)		350	370
Manovali comuni sopra i 20 anni		320	335
Manovali dai 18 ai 20 anni		295	310
Manovali dai 16 ai 18 anni		235	250

B — Materiali

Terre - Sabbie - Ghiaie

Ghiaia naturale mista	al mc.	690	700
Sabbia vagliata	al mc.	720	740
Ghiaietto per c. a.	al mc.	760	780
Ciottoli da acciottolato a piè d'opera in mucchi	al mc.	1500	1500
Ciottoloni da sottofondo a piè d'opera in mucchi	al. mc.	700	720
Pietrisco serpentinoso duro di cava, in pezzatura da 4 a 7 cm. a piè d'opera in mucchi	al mc.	2100	2300
Pietrischetto serpentinoso duro di cava in pezzatura da cm 2 a 4, a piè d'opera in mucchi	al mc.	2250	2550
Graniglia serpentinosa dura di cava a piè d'opera in mucchi	al mc.	2300	2600
Scapoli di cava a piè d'opera in mucchi	al mc.	1700	1800

Leganti e agglomeranti

Cemento bianco	al ql.	2900	2950
Cemento fuso (alluminoso) sacchi compresi	al ql.	4400	4500
Cemento tipo 680 sacchi compresi	al ql.	1560	1600
Cemento tipo 500 sacchi compresi	al ql.	1250	1275
Agglomerante tipo 350 sacchi compresi	al ql.	1050	1070
compresi	al ql.	800	820
Calce idraulica macinata tipo 100,	sacchi	780	795
Calce bianca in zolle (di Piasco)	al ql.	970	990
Gesso	al ql.	450	460
Scagliola	al ql.	700	715

Laterizi ed affini

Mattoni pieni comuni 6×12×24 a macchina, franco cantiere	al mille	9000	9400
Mattoni semipieni 7×12×24 franco cantiere	al mille	8700	9050
Mattoni forati 6×12×24 a 2 fori franco cantiere	al mille	7700	8000
Mattoni forati 8×12×24 a 4 fori franco cantiere	al mille	8700	9050
Tegole piane 0,42×0,25	al mille	27800	28800
Tegole curve comuni	al mille	18200	19000
Colmi per tegole piane	caduna	50	52
Blocchi forati laterizi per formazione travi armate (piane o curve) da confezionare a piè d'opera:			
— alti 8 cm.	al mq.	395	410
— alti 12 cm.	al mq.	435	455
— alti 16 cm.	al mq.	580	605
— alti 20 cm.	al mq.	720	750
Blocchi forati da cemento armato con alette (o fondelli) per ogni cm. di altezza	al mq.	32	35

Legnami

Tavolame misto larice, pino e abete, tipo comune da c. a. leggermente conico, spess. oltre 25 mm. lunghezza da m. 4 e oltre per casseri	al mc.	30000	31000
Id. ma per tavolame a taglio parallelo, refilato e intestato: aumento del		10%	10%
Tavoloni misto larice, legname scelto da lavoro, spessore cm. 4-9 lunghezza ml. 2,50-5	al mc.	32000	33000
Id. in abete e pino	al mc.	31000	31500
Travatura di essenze miste resinose U. T. ma ottenute alla sega			
a) di sezione massima fino a 16×21 e lunghezza da 2,50 a 7,99	al mc.	18000	18500
b) id. per lunghezze oltre 8 metri	al mc.	18200	18500
Listelli di essenze varie resinose di sezione cm. 3×4 fino a un massimo di 5×7 lunghezza da 1,50 a m. 4	al mc.	28500	29000
Id. id. di sezione cm. 4×1 lungh. 1,50/4 m.	al mc.	32000	32500
Barrotti uso Piemonte per cantieri da 1,50 a 2,50	al mc.	12700	12800
Antenne da m. 8 in su diam. 10/12 cm. in punta	al mc.	17000	18000
Perlinaggio in liste di rovere della larghezza di 10/12 cm. spessore 15 mm. con unione a maschio e femmina per mq. di superf. netta		900	930
Id. Id. in legno larice per mq. di superf. netta		700	720
Fogli in legno compensato pioppo:			
— spessore 3 mm.	al mq.	390	400
— spessore 4 mm.	al mq.	500	515
— spessore 5 mm.	al mq.	620	640
— spessore 6 mm.	al mq.	750	775

Metalli e leghe

(Mercato libero)

Ferro tondo omogeneo da c. a.	al Kg.	82	85
Ferro tondo acciaioso semiduro per c. a.	al Kg.	85	88
Ferro a Z, a spigoli vivi	al Kg.	92	95
Ferri a T; di qualunque dimensione, a spigoli vivi	al Kg.	100	103
Ferri ad L, angolari, a lati disuguali o uguali di qualsiasi dimensione, a spigoli vivi	al Kg.	89	92
Travi a I, NP di qualsiasi dimensione	al Kg.	85	88
Travi ad U, NP di qualsiasi dimensione	al Kg.	86	89
Lamiere grosse (spess. 4 mm. e oltre) e larghi piatti formato normale, acciaio comune, media	al Kg.	105	110
Lamiere sottili (spessore inferiore a 4 mm.) in formati normali, acciaio comune; media	al Kg.	150	155

			L.	
Lamierini zincati in formati normali acciaio comune; media		al Kg.	180	185
Tubi in acciaio tipo Gas comuni senza saldature - filettati - neri				
diametro 3/8"		al Kg.	170	175
diametro 1"÷4"		al Kg.	140	145
Tubi c. s. zincati				
diametro 3/8"		al Kg.	210	215
diametro 1" a 4"		al Kg.	170	175

Vetri

(in lastre di grandezza commerciale)

Vetri lucidi

Vetri semplici (spessore mm. 1,6-1,9)	al.mq.	470	500
Vetri semidoppi (spessore mm. 2,7-3,2)	al mq.	800	893
Mezzo cristallo (spessore mm. 4-4,5)	al mq.	1950	2050
Mezzo cristallo (spessore mm. 5-6)	al mq.	2250	2350
Vetri greggi			
retinati spessore mm. 5/6	al mq.	1650	1730
rigati spessore mm. 4/6	al mq.	1000	1160
stampati spessore mm. 2/4	al mq.	900	950

Grès

Tubi in grès a bicchiere:			
diametro interno 8 cm.	al ml.	660	695
diametro interno 10 cm.	al ml.	860	905
diametro interno 12 cm.	al ml.	1100	1155
diametro interno 15 cm.	al ml.	1400	1470
diametro interno 20 cm.	al ml.	2000	2100
Curve in grès a bicchiere:			
diametro interno 8 cm.	al ml.	550	578
diametro interno 10 cm.	al ml.	820	860
diametro interno 12 cm.	al ml.	990	1040
diametro interno 15 cm.	al ml.	1300	1365
diametro interno 20 cm.	al ml.	2100	2200
Sifone con ispezione:			
diametro interno 8 cm.	al ml.	2100	2200
diametro interno 10 cm.	al ml.	2500	2625
diametro interno 12 cm.	al ml.	3100	3250
diametro interno 15 cm.	al ml.	4450	4670
diametro interno 20 cm.	al ml.	7300	7660
Piastrelle grès rosso spess. 1 cm. per pavimentazioni comuni e per rivestimenti	al mq.	950	1000
Pezzi speciali di raccordo in grès rosso (sia per angoli sporgenti che rientranti) r=cm. 2,5	al ml.	250	265
Id. per zoccoli alti cm. 12 con raccordo a sguscio	al ml.	280	295

Manufatti in cemento

Tubi cemento diam. interno 0,10 spess. 3 cm.	al ml.	250	260
Tubi cemento diam. interno 0,20 spess. 4 cm.	al ml.	460	480
Tubi cemento diam. interno 0,25 spess. 4 cm.	al ml.	680	705
Tubi cemento diam. interno 0,30 spess. 4,5 cm.	al ml.	820	850
Tubi cemento diam. interno 0,40 spess. 5 cm.	al ml.	1200	1300
Piastrelle di cemento unicolori 20×20 spessore cm. 2 di qualunque colore	al mq.	500	525
Piastrelle di graniglia normale con scaglie di marmo fino a 1/2 cm. di 20×20 spess. cm. 2	al mq.	700	735
Piastrelle di graniglia normale con scaglie di marmo fino a 1 cm.	al mq.	800	840
Id. con scaglie grosse fino a 3 cm.	al mq.	950	1000

Materiali speciali agglomerati in cemento e amianto

			L.	
Lastre ondulate Monitor (spess. 6) larghe ml. 0,97; lunghe m. 1,22		caduna	1000	1100
lunghe m. 1,52		caduna	1300	1350
lunghe m. 1,83		caduna	1500	1550
lunghe m. 2,13		caduna	1800	1850
lunghe m. 2,44		caduna	2100	2200
Colmi per dette lunghi m. 1,01		caduna	475	495
Tirafondi per lastre ondulate lunghi cm. 11 zincati completi di rondelle in ferro e piombo		caduno	30	32
Tubi eternit per fognatura (con bicchiere) in pezzi da m. 1 diam. interno mm. 80		al ml.	480	500
diam. interno mm. 100		al ml.	610	650
diam. interno mm. 150		al ml.	910	950
diam. interno mm. 200		al ml.	1400	1455
diam. interno mm. 300		al ml.	2400	2500
Pezzi speciali per fognatura:				
a) braghe semplici e braghe con riduzione:				
diametro interno mm. 80		cad.	650	675
diametro interno mm. 100		cad.	850	885
diametro interno mm. 150		cad.	1100	1140
diametro interno mm. 200		cad.	1600	1650
diametro interno mm. 300		cad.	3100	3220
b) curve aperte oppure chiuse:				
diametro mm. 80		cad.	330	345
diametro mm. 100		cad.	430	450
diametro mm. 150		cad.	580	605
diametro mm. 200		cad.	900	940
c) esalatori completi:				
diametro mm. 60		cad.	1200	1240
diametro mm. 80		cad.	1500	1550
diametro mm. 100		cad.	1700	1760
diametro mm. 125		cad.	2000	2070
Condotte da fumo a sezione quadrangolare e rettangolare:				
a) canne quadrang. senza bicchiere:				
sezione 15×15		cad.	800	835
sezione 20×20		cad.	1000	1040
sezione 30×30		cad.	2100	2185
sezione 40×40		cad.	3200	3330
b) canne rettang. senza bicchiere:				
sezione 15×20		cad.	850	885
sezione 20×25		cad.	1300	1350
sezione 20×30		cad.	1400	1455

Agglomerati speciali

Pannelli di trucioli cementati:			
Tipo non intonacato in lastre da ml. 2×0,50 spess. 15 mm.	al mq.	410	450
spess. 20 mm.	al mq.	500	540
spess. 25 mm.	al mq.	550	590
spess. 30 mm.	al mq.	700	740
spess. 50 mm.	al mq.	950	980
Tipo intonacato, lastra spess. 2 cm.	cad.	700	750
Lastre in fibre di legno:			
Tipo pressato mm. 3	al mq.	350	380
Tipo pressato mm. 4	al mq.	450	480
Tipo pressato mm. 5	al mq.	550	580
Tipo temperato mm. 3	al mq.	750	780
Tipo temperato mm. 4	al mq.	900	940
Tipo temperato mm. 5	al mq.	1200	1240
Tipo poroso isolante spess. mm. 10	al mq.	400	440
Tipo poroso isolante spess. mm. 13	al mq.	480	510

Piastrelle ceramiche

Piastrelle in terra smaltata (tipo Sassuolo) 15×15	al mq.	2250	2340

C — Noleggi

Carro ad un cavallo e conducente: trasporto di materiali entro un raggio di metri mille, in cassoni di mc. 0,75 per viaggio	370	380
Autocarro ribaltabile della portata di ql. 30/40 compreso ogni onere per il suo funzionamento:		
a) per trasporto (entro la cinta daziaria) di materiale il cui carico e scarico richiede molto tempo all'ora	1250	1300

		L.	
b) per trasporto di materiale vario per percorrenze fino a Km. 50	al Km.	190	190
per percorrenze da Km. 50 a 100	al Km.	120	120
per percorrenze da Km. 100 a 200	al Km.	80	80
Autocarro della portata di ql. 60/80, ribaltabile o a cassa fissa, compreso ogni onere per il suo funzionamento:			
a) per trasporto entro la cinta daziaria di materiale che richiede molto tempo per il carico e lo scarico	all'ora	1600	1700
b) per trasporto materiale vario per percorrenze fino a Km. 50	al Km.	260	260
per percorrenze da Km. 50 a 100	al Km.	160	160
per percorrenze da Km. 100 a 200	al Km.	110	110
Autocarro con rimorchio della portata di q.li 180 compreso ogni onere per il suo funzionamento:			
b) per il trasporto entro la cinta daziaria di materiale il cui carico e scarico richiede molto tempo	all'ora	2500	2600
c) per trasporto materiale vario per percorrenze fino a Km. 50	al Km.	390	390
per percorrenze da Km. 50 a 100	al Km.	240	240
per percorrenze da Km. 100 a 200	al Km.	150	150
Camioncino della portata di ql. 6:			
a) per servizi valutabili ad ore, percorrenze fino a Km. 50	all'ora	800	850
b) per servizi valutabili a chilometro:			
per percorrenze da Km. 50 a 100	al Km.	65	65
per percorrenze da Km. 100 a 200	al Km.	43	43
Rullo compressore da 5 a 10 tonn. compreso ogni onere per il suo funzionamento	per ogni giornata di 8 ore	9000	9000
Id. id. per rullo da 14 a 18 tonn. p. gior. 8 ore		10600	10600
Id. id. per rullo da 10 a 14 tonn. p. gior. 8 ore		12000	12000
Escavatore per la produzione massima di 350 mc. al giorno compreso l'onere dell'escavatorista ma esclusi carburante, lubrificante, combustibile	al giorno	16000	16000

D — Prezzo delle opere compiute

Movimenti di terra

(Misurato sul volume geometrico del vano scavato)

Scavo di materiale di qualunque natura per profondità fino a mt. 2, in sezione di scavo larga oltre ml. 1,20 e sgombero del materiale scavato con semplice sbadilamento di fianco per formazione di deposito e rinterro	al mc.	470	485
Id. come al n. precedente con caricamento su mezzi di trasporto	al mc.	650	670
Sovraprezzo al numero precedente per trasporto a mezzo di carro e cavallo del materiale di scavo alle distanze:			
— fino a m. 200	al mc.	100	100
— fino a m. 500	al mc.	150	150
— fino a m. 1000	al mc.	230	230
Scavo di materiale di qualunque natura per profondità da 2 a 4 m. e sezione di scavo larga oltre ml. 1,20 e sgombero del materiale scavato con semplice sbadilamento di fianco per formazione di deposito di rinterro	al mc.	660	670
Id. come al n. precedente ma con caricamento su mezzi di trasporto	al mc.	840	860
Sovraprezzo al n. precedente per trasporto a mezzo di carro e cavallo, come indicato sopra.			
Maggior prezzo per i num. precedenti per ogni successivo sbadilamento	al mc.	180	180
Scavo di sbancamento in piano od in basso con fronte di scavo non inferiore a ml. 4 compreso caricamento sui mezzi di trasporto	al mc.	580	590
Id. come al num. precedente ma con trasporto dei materiali di scavo a mezzo carriola a mano, distanza media 30 m.	al mc.	700	720
Scavo di terreno di qualunque consistenza fino alla profondità di m. 2 a sezione obbligata per fondazione muri, cunicoli, pilastri isolati, blocchi ecc. con l'obbligo del trasporto del materiale fino a m. 200 e scarico a mucchio non computando nella misura alcuna scarpa e comprese le eventuali sbadacchiature ed armature	al mc.	800	820
Id. come al num. precedente ma per sezione obbligata alla profondità di m. 2 a m. 4	al mc.	950	970
Sovrapprezzo ai n. precedenti per trasporto fino a 500 m. a mezzo carro e cavallo	al mc.	60	60
Id. ma per trasporto fino a 1000 m.	al mc.	160	160
Id. ma per trasporto fino a 1500 m.	al mc.	220	250
Sovrapprezzo ai n. precedenti per ogni metro di maggior profondità oltre i 4 m. e cioè:			
da m. 4 a m. 5	al mc.	100	105
da m. 5 a m. 6	al mc.	195	200
da m. 6 a m. 7	al mc.	290	300
Scavi di terra di qualunque consistenza a mezzo escavatore meccanico della produzione massima di 350 mc. giorno per sbancamento e scavi di grandi sezioni per la formazione di sottopiani, canali idraulici, rilevati ecc. con trasporto del materiale di rifiuto	al mc.	360	370
Trasporto a pubbliche discariche di materiale di scavo (valutandolo sul materiale scavato) per il primo Km. con margine di 200 m.	al mc.	230	230
	per ogni Km. in più al mc.	50	50

Calcestruzzi e malte

Calcestruzzo di fondazione per riempimento pozzi, formazione blocchi sotto i pilastri, per banchine sotto i muri ecc. con dosatura di 150 Kg. di cemento tipo 500 (oppure 200 Kg. di calce macinata tipo 100) per ogni mc. di getto escluso l'onere di armatura in legname che se necessaria verrà compensata a parte	al mc.	4100	4220
Calcestruzzo gettato in grandi masse per formazione di platee, piastroni, muri di forte spessore con dosatura di Kg. 175 di cemento tipo 500 per ogni mc. di getto e con misto di ghiaia naturale	al mc.	4500	4640
Cls. per archi di fondazione sotto i muri, per muri di cunicoli, piattambande di fondazione per sottofondi di pavimenti ecc. con dosatura di Kg. 225 di cemento tipo 500 per ogni mc. di getto escluso l'onere dell'armatura	al mc.	5300	5460
Cls. per c. a. per piastre, pilastri e solai di struttura semplice senza armatura speciale con dosat. di 300 Kg. di cemento tipo 500 per ogni mc. di getto, escluso ogni onere per armatura in legname e ferro	al mc.	7000	7150
Cls. per c. a. per solai piani a blocchi e con nervature sottili comprese piattabande, strutture accessorie di lucernari, tettucci ecc. con dosatura di Kg. 300 di cemento tipo 500 per ogni mc. di getto escluso ogni onere per armatura in legname e ferro	al mc.	7700	7930

Armature in legname

Armatura in legname piana per blocchi, muri ecc. grossi pilastri, piattabande di fondazione, lunette, compreso puntellamento e disarmo misurata sulla superficie sviluppata contro il getto	al mq.	720	735
Armatura di legname per piastre, pilastri e solai semplici a qualunque piano con solette e travi in vista compreso puntellamento fino a m. 5 di altezza dal piano pavimento finito e armatura di pilastri in genere di qualunque altezza e qualunque piano e relativo di-			

		L.	
sarmo, misurata sulla superficie sviluppata dei getti	al mq.	1000	1020
Armatura di legname per pilastri e solai con o senza blocchi, con altezza fino a m. 8 dal piano pavimento finito al piano più basso di sottotrave, compreso il puntellamento e il relativo disarmo, misurata sulla superficie sviluppata contro getto	al mq.	1100	1125
Armatura in legname per carpenteria a falde inclinate con capriate e strutture accessorie per lanternini con altezze fino a 12 cm. da piano pavimento, compreso puntellamento e disarmo ecc. c. s.	al mq.	1400	1430
Indennizzi per maggiori altezze ogni m. in più		5%	5%

Murature

Muratura di mattoni pieni con malta di calce macinata spess. super. a una testa (12 cm.)	al mc.	9250	9650
Id. ma con malta cementizia	al mc.	11000	11400
Muricci di 12 cm. in mattoni pieni con malta di calce macinata	al mq.	1250	1300
Muricci di 6 cm. di mattoni con malta di calce macinata	al mq.	750	780
Muricci di 12 cm. in mattoni forati con malta di calce macinata	al mq.	1180	1200
Muricci di 6 cm. di mattoni forati con malta di calce macinata	al mq.	710	740
Muricci di 8 cm. in mattoni forati con malta di calce macinata	al mq.	830	855

Solai, volte in laterizi forati e c. a.

Volte in elementi laterizi e armati tipo SAP: *a*) della luce compresa fra 8 e 12 m. spess. 12 cm. compreso il tondino acciaioso di armatura e calcolata per sovraccarico netto di Kg. 120 per mq. (cioè oltre il peso proprio, il peso dell'intonaco inferiore e quello del manto superiore ecc.) in opera escluso le banchine d'imposta ma compreso il puntellamento e l'armatura per il montaggio e la fornitura e posa in opera delle catene in ferro con relativo gruppo tenditore, per ogni mq. di sviluppo	al mq.	2900	2960
b) id. della luce fino a 8 m. (spess. 8 cm.)	al mq.	2500	2550
c) id. luce fra 12 e 20 m. (spess. 16 cm.)	al mq.	3400	3470
d) id. della luce oltre 20 m. (spess. 20 cm.)	al mq.	4100	4200
Solai piani in elementi laterizi armati tipo SAP: *a*) della luce di m. 2,50 a m. 4 (spess. 12 cm.) compreso il tondino acciaioso di armatura e calcolato per un sovraccarico netto di 200 Kg/mq. in opera per ogni mq. di proiezione	al mq.	1950	2010
b) id. luce fino a m. 2,50 spess. 8 cm. c. s.	al mq.	1720	1775
c) id. luce da m. 4 a m. 4,50 spess. 16 cm.	al mq.	2350	2420
d) id. luce da m. 5,50 a m. 7 spess. 20 cm.	al mq.	2900	2990
Soffittatura tipo Perret: *a*) con tavelle di 3,5 cm. compreso tondino per armatura e ganci di sospensione e il ponteggio necessario	al mq.	960	1000
b) id. con tavelle di 2,5 cm.	al mq.	930	955

Lavorazione e posa di ferro per c. a.

Ferro omogeneo	al Kg.	19	20
Ferro semiduro	al Kg.	20	21

Intonaci

		L.	
Intonaco esterno e interno in malta di calce macinata spess. compl. 2 cm. (1,5 di rinzaffo, 0,5 di grassello di calce forte) intendendosi compresi nel prezzo le profilature degli spigoli, i raccordi fra le pareti e le zanche fra pareti e soffitti	al mq.	300	315
Id. come al num. preced. ma con arricciatura di 1/2 cm. di grassello di calce bianca	al mq.	320	335
Intonaco cementizio spessore compl. di 2 cm. (1,5 di rinzaffo in malta cementizia e 1/2 cm. di grassello cementizio, compreso profilature, raccordi ecc.)	al mq.	450	490
Lisciatura con scagliola su rinzaffo già eseguito e pagato a parte, compresa la formazione di zanche e raccordi in curva	al mq.	270	280

Coperture, manti

Copertura in eternit con lastre ondulate tipo Monitor spess. 6,5 mm. larghe m. 1,01 e lunghe ml. 1,22 e più, posate in opera su listelli di abete 6×8 posti a 57 cm. di interasse, esclusa la grossa orditura ma compresa la fornitura e posa dei listelli e completa dei relativi colmi tirafondi in ferro zincato, dadi e doppia saetta, il tutto da misurarsi sull'area netta inclinata	al mq.	1500	1545
Copertura di tegole piane su muraletti di abete 5×7 a interasse di 35 cm. esclusa la grossa armatura, compresa fornitura e posa dei listelli e la cementazione con malta di cemento dei tegoloni di colmo e degli ultimi due corsi di tegole sui bordi della copertura	al mq.	1150	1185
Piccola orditura in opera per detta copertura	al mq.	460	470
Armatura di tetto (capriate, terzere, puntoni, colmi, passafuori ecc.) esclusa soltanto la piccola orditura già compresa nei precedenti numeri, eseguita in legname di larice nostrano, grossamente squadrato alla base e scortecciato per il resto, compreso chiodature, staffe, braghe, ferramenta in genere	al mc.	27000	27500
Id. eseguita in legname di abete riquadrato alla sega (travi e grossi tavoloni) con tolleranza di smussi fino al 15 % delle dim. di ogni lato	al mc.	37000	37500
Manto impermeabile bituminoso a due spalmature di bitume del peso complessivo di Kg. 2,5 per mq. e due strati di cartone impermeabile del peso di Kg. 1,2-1,5 mq. su falde inclinate o piane in cemento armato e strutture miste (la superficie di applicazione già data predisposta con le opportune pendenze) manto composto da: *a*) una spalmatura di mastice bituminoso fluido spruzzato sul getto; *b*) una spalmatura di mastice bituminoso disteso a caldo dello spessore di 1 mm. (peso per mq. di mastice non meno di Kg. 1,2); c) applicazione di cartonfeltro del minimo peso Kg. 1,2/mq. con sovrapposizione di almeno 10 cm. sui giunti; *d*) seconda spalmatura di mastice bituminoso identica alla precedente; *e*) seconda applicazione di cartonfeltro identico alla precedente; garanzia di 10 anni assicurata da trattenuta pagabile nei primi cinque anni	al mq.	600	625
Manto a base di catrame costituito da due strati di cartone bitumato leggero a tre spalmature di catrame con spargimento superiore di sabbia	al mq.	380	395
Rivestimento protettivo di copertura bituminosa con pastina di cemento con impasto 400 Kg. di cemento tipo 500 per mc. compreso idrofugo di provata efficienza spess. 25 mm. posato a quadrettoni di lato non superiore a 1 m. compresa sigillatura dei giunti con cemento plastico bituminoso nella proporzione di almeno Kg. 1/mq.	al mq.	480	500

		L.	
Id. ma senza impiego di idrofugo	al mq.	400	415
Rivestimento protettivo in pietrischetto bitumato, di cm. 2 di spessore, composto di graniglia serpentina (3÷8 mm.) impregnato con Kg. 75/mc. di bitume, il tutto rullato a a mano, successivo spandimento di emulsione bituminosa al 55 % con spruzzatura e nella misura di Kg. 1/mq. con soprastante velo di copertura con sabbia	al mq.	280	290

Pavimenti

Ghiaia vagliata di dimensioni comprese fra 50 e 75 mm. per sottofondi di pavimenti in battuto compresso con rullo compressore da 6-8 tonn. od equivalenti, misurata in opera e quindi per spessore finito di 10 cm. non computandosi gli elementi misti al terreno sottostante	al mq.	195	205
Pavimento in battuto di cemento costituito da uno strato di 15 cm. (non computandosi nello spessore le parti introdottesi e assestatesi nel sottofondo di ghiaia) di calcestruzzo con dosatura di 225 Kg. di cemento tipo 500/mc. di getto e da uno strato di pastina di cemento spessore 20 mm. formata con malta e dosatura 500 Kg. di cemento tipo 500/mc. di sabbia regolarmente rigata e bocciardata	al mq.	1150	1210
Sottofondo in calcestruzzo cementiz. come al num. precedente di 15 cm. di spess. senza applicazione della pastina	al mq.	910	960
Per ogni cm. in meno (fino a 8 cm.) o in più dello spessore dello strato di calcestruzzo del pav. prec. a dedurre (o aggiungere) p. mq.		60	63
Pastina di cemento rigato e bocciardato su soletta in c. a. su sottofondo in cls. già pervenuto a essicazione spess. 25 mm. formata di malta con dosatura di 500 Kg. di cemento tipo 500 per ogni mc. di sabbia compresa pulitura o spalmatura di biacca	al mq.	320	335
Pavimento in piastrelle di cemento unicolori di 20×20 spess. mm. 18 di qualunque colore, in opera, compreso sottofondo in malta cementizia spess. medio 20 mm. stuccatura superficiale con pastina di cemento e successiva pulizia, ultimato con relativo spandimento di segatura	al mq.	800	840
Id. con piastrelle in graniglia 20×20 in opera come sopra	al mq.	910	960
Pavimento in piastrelle di grès rosso di cm. 7,5×15 spess. 10 mm. dato in opera, compresa la malta per la posa dello spess. medio di 20 mm. la stuccatura dei giunti, la pulizia a posa avvenuta e spargimento segatura	al mq.	1400	1470

Opere in legno (Serramenti e palchetti)

Telaio per finestre e porte balcone a due o più battenti fissi e apribili, di qualunque dimensione, dello spess. di 48 mm. chiudentisi in battuta a gola di lupo, con modanature, incastri per vetri, rigetto acqua incastrato e munito di gocciolatoio, con telarone di 6-8 cm. e provvisti di robusta ferramenta con cremonese in alluminio anche cromato o bacchetta incastrata, compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, misura sul perimetro del telaio, esclusa verniciatura, in larice o castagno di 1ª qualità	al mq.	4500	4700
Id. c. s. in legno rovere nazion.	al mq.	5800	6100
Porte tipo pianerottolo per ingresso alloggi in mazzette o con chiambrana in legno rovere nazionale a uno o due battenti con pannelli massicci, lavorate secondo disegno della Direzione Lavori, con montanti e traverse dello spess. di 48 mm. e robusto zoccolo, completo di ferramenta, cerniere in bronzo, serratura a blocchetto cilindrico tipo Yale con 3 chiavi, maniglie e pomi in bronzo e saliscendi incastrati, compresa verniciatura a stoppino sulla faccia esterna (verniciatura a cera sulla faccia interna) compr. anche l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, misura sui fili esterni del telarone e della chiambrana	al mq.	14000	14700
Id. con pannelli doppi in compensanto di 7 mm. di spessore con ossatura cellulare	al mq.	15000	15750
Porte a bussola su telaio con cornice coprigiunto in rovere nazionale ad un solo battente con pannelli a vetro o in compensato ad uno o più scomparti, e zoccolo con pannelli doppi in compensato di 7 mm. di spess. con ossatura cellulare, con cornice e regolini per fissaggio vetri, lavorato secondo disegno della Direzione Lavori a doppia faccia con montanti e traverse dello spessore di 43 mm. completo di ferramenta, cerniere in bronzo, serrature a blocchetto cilindrico con 3 chiavi, maniglie e pomi in bronzo, compresa verniciatura a stoppino nelle due facce e compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, esclusa la fornitura dei vetri, misura sui fili esterni della cornice ed escluso eventuale imboasaggio da compensarsi a parte a seconda del tipo	al mq.	9000	9450
Persiane avvolgibili in essenza idonea con stecche sagomate di spessore non inferiore a 13 mm. collegate con treccia metallica zincata o con ganci, comprese guide in ferro a U tinteggiate con una mano di antiruggine, rulli, carrucole, cinghie, arresta cinghie e ogni altro accessorio a piè d'opera con l'onere dell'assistenza alla posa, con esclusione di apparecchi a sporgere, avvolgitore a cassetta, supporti a rulli in luogo dei normali, verniciatura;			
a) in abete	al mq.	3100	3250
b) in pino Svezia	al mq.	3700	3900
Cassettoni apribili per le persiane avvolgibili in legno abete con montanti, traverse e pannelli, compresa la relativa ferramenta, a piè d'opera, ma con l'onere dell'assistenza alla posa (dimens. da 125×50×30 a 225×50×30) esclusa verniciatura	al mq.	2700	2850
Porte interne in legno abete o pioppo a due battenti dello spessore di 40 mm. a pannelli di legno con modanatura, chiambrana, controchiambrana, serratura con chiavi, imboasaggio, robusta ferramenta, saliscendi incastrati, maniglie in alluminio a piè d'opera, ma con l'onere dell'assistenza alla posa esclusa verniciatura, misurata sui fili esterni chiambrana aggiungendo sviluppo di controchiambrana e imboasaggio, al mq.		4500	4750
Porte interne c. s. ma a pannelli di vetro con regolini, vetri esclusi (misura c. s.) al mq.		4100	4300
Porte per cantine ad un solo battente in legno abete spess. di 30 mm. con tavole investite a maschio e femmina, con traverse e saette inchiodate, con pollici a varvelle, serrature a gorges a piè d'opera, con l'onere dell'assistenza alla posa, esclusa verniciatura	al mq.	2500	2625
Gelosie scorrevoli in larice nostrano spess. 50 mm. complete di robusta ferramenta, compreso l'onere dell'assistenza alla posa in opera, escluso verniciatura, misurato sullo sviluppo del filo esterno gelosia	al mq.	5950	6250
Id. su pollici a muro	al mq.	4900	5150
Gelosie in rovere nazionale per finestre e porte balconi su pollici a muro, dello spess. di 45 mm. con palette spess. 11 mm. quasi tutte fisse salvo poche movibili con opportuna			

		L.	
ferramenta, chiudentisi a gola di lupo, compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, esclusa verniciatura	al mq.	5500	5800
Id. come al num. preced. ma anzichè su pollici a muro in mazzetta con cornici di coprigiunti, misurato sui battenti	al mq.	6000	6300
Gelosie scorrevoli in rovere nazionale per finestre e porte balconi dello spess. di 48 mm. con palette spess. 15 mm. chiudentisi a gola di lupo, con robusta ferramenta a rotelle di scorrimento su cuscinetti a sfere, compreso l'onere dell'assistenza alla posa del falegname, esclusa verniciatura	al mq.	7900	8300
Scuretti in abete per finestre e porte balcone, spessore 27 mm. compreso l'onere dell'assistenza alla posa in opera, esclusa verniciatura	al mq.	2600	2730
Palchetto in listoni di abete lunghi fino a m. 4 larghi 10/12 cm. piallati lisci su una faccia, ruvidi dall'altra, a maschio e femmina, spess. finito 27 mm. dati in opera su listelli di abete 3×8 a 50 cm. compresa la posa dei listelli e relative opere di fissaggio e levigatura pavim. finito	al mq.	2300	2420
Palchetto come al n. preced. ma in legno larice nostrano	al mq.	2400	2520
Palchetto in legno castagno a testa avanti con tavolette larghe 6-7 cm. e lunghe 50 cm. spessore finito 25 mm. in opera come al num. preced.	al mq.	3000	3150
Palchetto in rovere nazionale a testa avanti (con o senza fascia perimetrale) da posarsi direttamente su armature di listelli di abete 4×8 in tavolette di lunghezza fra 50 e 30 cm. larghezza fra 5 e 8 cm. di spessore 25 mm. compresa fornitura e posa dei listelli con chiodi, filo ferro e murazione, compreso raschiatura, ceratura, lucidatura	al mq.	3400	3575
Raschiatura a macchina dei palchetti nuovi e inceratura	al mq.	180	190

Rivestimenti

Rivestimento in piastrelle smaltate bianche (tipo Sassuolo) di 15×15 cm. con o senza bisello, dato in opera su pareti già rinzaffate, compresa la fornitura della malta cementizia, la ripassatura dei giunti e la pulizia a posa avvenuta, compresi nel prezzo (applicato a mq. di sviluppo di superficie) tutti i pezzi speciali, cioè angoli rientranti o sporgenti, piastrelle terminali superiori a becco di civetta e di raccordo a pavimento	al mq.	2700	2850

Opere in pietre e marmo

Rivestimento di pareti in pietra rosa di Finale levigato, in lastre dello spess. di 4 cm. e di non oltre 1 mq. di superficie, predisposto su apparecchi a composizione semplice, dato a piè d'opera ma con l'onere dell'assistenza dello scalpellino alla posa	al mq.	2800	2950
Stipiti e architravi per finestre in pietra di Finale sezione di 20×5 a piè d'opera ma con l'onere dell'assistenza dello scalpellino alla posa	al ml.	800	840
Davanzali per finestre in pietra di Finale dello spess. di 8 cm. della larghezza di circa 20 cm. a piè d'opera ma con l'onere dell'assistenza c. s.	al ml.	1200	1260
Rivestimenti in Travertino toscano in lastre levigate (tutto come per la pietra di Finale)	al mq.	2900	3050
Pietra lavorata di Borgone, Perosa e simili per zoccoli, rivestimenti di basamenti, modiglioni, gradini a tutta alzata, lavorata alla martellina fine, anche con sagome semplici in spessore non inferiore a 10 cm. rese scaricate a piè d'opera con l'onere dell'assistenza dello scalpellino alla posa	al mc.	67000	70500
Id. ma di Malanaggio	al mc.	78000	82000
Posa in opera delle pietre del n. precedente	al mc.	10000	10500
Gradini in pietra di Luserna e simili lavorati alla martellina fine con bordo smussato e arrotondato a semplice cordone dello spessore di 5 cm. e della larghezza compresa fra 35 e 40 mm. resi scaricati in cantiere	al ml.	950	1000
Posa in opera di detti gradini	p. ml.	325	340
Gradini in marmo con pedate dello spessore di 4 cm. e della larghezza compresa fra 35 e 40 cm. con alzate dello spessore di 2 cm. e dell'altezza compresa fra 10 e 14 cm. con bordo quadro e leggermente smussato lucidi brillanti a specchio sulle facce frontali in vista, resi scaricati a piè d'opera con l'onere dell'assistenza di operai marmisti alla posa:			
a) in bianco venato e simili	al ml.	2000	2100
b) in nuvolato Apuano	al ml.	2900	3050
c) in verde Roia	al ml.	2400	2520
d) in Botticino, Chiampo e simili	al ml.	3150	3300
e) in Aurisina	al ml.	2650	2800
e) in Aurisina	p. ml.	600	630
Davanzali interni in Botticino o simili, lucidati sulla facciata superiore e sul frontalino, dello spess. di 3 cm. con gli stessi oneri come sopra	al mq.	5200	5500

Opere da decoratore

Tinta a calce:			
a) lavori correnti a spruzzo per locali ad uso officina, magazzini ecc. su intonaci nuovi	al mq.	28	30
b) per intonaci vecchi con buona raschiatura, pulitura e stuccatura:	al mq.	30	32
c) lavori per locali ad uso ufficio od abitazione a pennello con un minimo di due riprese su intonaci nuovi	al mq.	40	42
d) per intonaci vecchi con buona raschiatura, pulitura e stuccatura	al mq.	42	44
Tinte a colla:			
a) su arricciatura (nuova o vecchia) con semplice pulitura con carta vetro e stuccatura se necessario per tinteggiatura ad una ripresa e per tinte chiare	al mq.	38	40
b) id. come sopra ma con pulitura raschiatura a fondo e tinteggiature a due riprese e per tinte chiare	al mq.	58	61
c) id. come alle voci precedenti ma per tinte forti (rosso comune, giallo, bruno) a fondi uniti supplem.	al mq.	11	12
Coloritura a smalto e coloritura su intonaci nuovi e vecchi con una preparazione come appresso indicato: — raschiatura pulitura e lavatura; fissaggio a mezzo colla; rasatura a due riprese; cartavetratura a 2 passate per le due riprese suddette; una ripresa di biacca di zinco; cartavetratura una passata; cementite una ripresa; smalto tipo grasso per tinte lucide	al mq.	480	505
Coloritura a cementite su intonaci nuovi o vecchi con una preparazione con una ripresa a colla, una biacca al Litopone ed una a cementite:			
a) a superficie liscia	al mq.	335	350
b) con tamponatura a buccia di arancio	al mq.	360	380
Coloritura a smalto su fondi già preparati e colorati:			
a) pareti già preparate (intonaco stuccato)	al mq.	160	170
b) su serramenti in legno già stuccati	al mq.	170	180

		L.	
Coloritura ad una sola ripresa con minio di piombo e olio di lino cotto, su infissi e carpenteria metallica	al mq.	170	180
Id. con antiruggine di ossido di ferro in olio di lino	al mq.	140	150
Coloritura a due riprese a olio e biacca di zinco compresa l'eventuale preparazione stuccatura e imprimitura:			
a) per pareti nuove da preparare	al mq.	260	275
b) serramenti in legno o muri vecchi da stuccare	al mq.	280	295
Coloritura a una ripresa di olio e biacca ma su serramenti in ferro già coloriti a minio	al mq.	130	137
Pittura all'acqua lavabile: preparazione e coloritura a 2 riprese, per tinte chiare	al mq.	180	190

Opere da lattoniere

Posa in opera di falde in lastre di ferro zincato dello sviluppo minimo di cm. 25 compresa la fornitura di bulloni o chiodature di fissaggio, e materiale accessorio (lastre zincate e stagno per saldature di fornitura del committente) esclusa la coloritura	al Kg.	170-220	180-230
Posa in opera di canali e tubi di gronda nei vari sviluppi compresa la fornitura di staffe e bulloni di fissaggio e materiale accessorio - spess. lastre 6/10 (canali, tubi, stagno per saldatura di fornitura del committente) esclusa la coloritura	al Kg.	220-270	230-285
Fornitura e posa in opera di vaso alla turca tipo comune, compresa la provvista del sifone in ghisa smaltata con patte e collari per fissaggio alla cucchiaia, vele in ottone per getto, tubi tipo saldato, vaschetta di cacciata, scarico di cacciata in ghisa, capacità litri 15, tiro a catenella e maniglia in ottone cromato con tassello e viti di fissaggio, attacco di derivazione acqua alla vaschetta in tubo piombo lungo cm. 50 e rubinetto di arresto da 3/8	cad.	29000	30500
Fornitura e posa in opera di latrine a sifone con provvista di tassello posa vaso in legno e viti di fissaggio, raccordo in gomma, vaschetta in ghisa della capacità di litri 10, tiro a catenella con maniglia di ottone cromato e tassello in legno per fissaggio, tubo di acciaio tipo saldato, patta di fissaggio, raccordo alle tubazioni di alimentazione acqua a mezzo tubo di piombo cm. 50 e rubinetto di arresto da 3/8, attacco alla ventilazione con tubo di ottone cromato, saldature e accessori	cad.	20000	21000
Fornitura e posa in opera di orinatoio a parete in grès ceramico, compresa la fornitura di griglia di scarico a fungo e getto a vela il il tutto in bronzo cromato, raccordi in ottone per scarico con staffe, saldature occorrenti, guernizioni e materiale accessorio, attacco alle tubazioni di alimentazione e di scarico	cad.	23000	24700

Lavori in ferro

		L.	
Serramenti per lucernari di copertura a shed, capriate ecc. per vetrate in serie con scomparti di vetri da cm. 50-70 circa, formati con profilati comuni a spigoli vivi intelaiatura con ferri di grossa orditura, gocciolatoi in lamierini piegati di forte spessore, cerniera di sospensione in ghisa con attacchi e squadre per i comandi meccanici, squadrette fermavetri e accessori vari, peso complessivo medio di circa Kg. 23:			
a) lavorazione e coloritura ad una ripresa di antiruggine ed assistenza alla posa in opera per tipi normali	al Kg.	60	63
b) id. per profilati in lamiera, scatolati	al Kg.	85	90
Serramenti apribili a battente e a bilico formati da profilati comuni di piccola e media dimensione, scomparti vetri circa cm. 50 × 50 o analoghi con il 40 % di superfici apribili di qualsiasi peso misura e dimensione, compreso cerniere e accessori, ma escluso apparecchiature di apertura:			
a) lavorazione e coloritura ad una ripresa di antiruggine e assistenza alla posa,	al Kg.	70	75
b) id. con ferro battente speciale	al Kg.	80	85
Porte a battenti, pieghevoli a libro, scorrevoli formate da profilati comuni di piccola e media dimensione con scomparti a vetri di circa cm. 50 × 50 o analoghi, zoccolo in lamiera rinforzata di qualsiasi peso misura e dimensione, escluso serrature e parti meccaniche di comando, ma compreso cerniere e accessori:			
lavorazione e coloritura ad una ripresa di antiruggine ed assistenza alla posa in opera	al Kg.	95	100
Cancelli comuni costituiti da elementi di ferro tondo, quadro, esagono, con zoccolo in lamiera rinforzata, di qualsiasi peso misura e dimensione, escluso serrature ma compreso cerniere e accessori:			
a) lavorazione con coloritura a una ripresa di antiruggine ed assistenza alla posa in opera	al Kg.	75	80
b) id. ma con pannelli a rete metallica	al Kg.	90	95

Esecuzione impianti elettrici

Esecuzione di un centro volta in un locale di media grandezza uso abitazione od ufficio, con conduttori protetti in tubo elios incassato, completo di interruttore incassato con mostrina di vetro a comando semplice, esclusa la quota d'incidenza della colonna montante e del quadretto generale nonchè il corpo illuminante, escluso il ripristino intonaco, ma compreso opere murarie e di rottura	cad.	4000	4200
Id. di un centro volta c. s. ma in piattina esterna	cad.	3000	3150
Esecuzione di una presa luce incassata in derivazione dalla scatola del locale uso abitazione con conduttore in tubo elios incassato	cad.	3000	3150
Esec. di una presa luce c. s. ma in piattina esterna	cad.	2300	2400
Messa in opera di corpi illuminanti con fornitura degli stessi:			
a) plafoniere in lamiera verniciata lunghe 120 cm., con un tubo fluorescente da 40 W 120 V reattore, starter, portalampada	cad.	5200	5500
b) id. lunga 60 cm. con un tubo fluorescente da 20 W 120 V	cad.	3700	3900
c) diffusore a sfera diametro 35 cm. con lampada da 100 W 120 V portalampada e tigia cromata di media lunghezza (mt. 1-1,20 in opera)	cad.	2500	2600

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT** Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO

S C H E D A R I O T E C N I C O

MATERIALI E LAVORI PER L'EDILIZIA

IMPRESA DI DECORAZIONI

LUCIANO CERONI

CONCESSIONARIO ESCLUSIVO PER IL PIEMONTE

SILEXORE
Pittura pietrificante

SILEXINE
Rivestimento plastico perfetto

TORINO • VIA TALUCCHI, 25 • TEL. 73 894

EDILPOMICE
S. R. L.

MANUFATTI VIBRATI DI CEMENTO - POMICE E GRANULATI PER COSTRUZIONI CIVILI E INDUSTRIALI

S. PIETRO
di MONCALIERI
C. ROMA, 40 - TEL. 694.482
Nuova Barr. Nizza Capol. Tr. 7

Ditta CIRIO FRANCESCO

LATERIZI . MARMI . PIETRE
FERROCEMENTO - GRANULATI

Tutti i tipi di laterizi . Tutti i lavori di marmi e pietre per costruzioni

Sede in **TORINO** . PIAZZA STATUTO, 3 . Telefono 50.832
Stabilim. in GRUGLIASCO . Regione Bellezia . Telefono 393.444
Abitazione: **TORINO** . Via Pietrino Belli 72 . Telefono 774.694

F. PESTALOZZA & C.

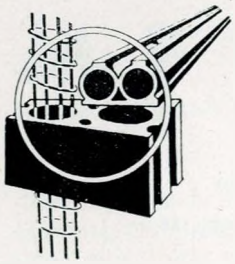
PERSIANE AVVOLGIBILI E TENDE

TORINO
Uffici: Corso Re Umberto, 68 - Telefono 40.849
Stabilim.: Via Buenos Ayres, 1-7 - Telefono 390.665

Soc. It. **DURANOVA** S. R. L.
VIA STRADELLA 236-238 - **TORINO** - TELEF. 290.927

D U R A N O V A
INTONACI COLORATI INALTERABILI PER ESTERNI ED INTERNI

M O N O X I L
PAVIMENTI MAGNESIACI DI LUSSO E AD USO INDUSTRIALE



SISTEMA COSTRUTTIVO
con elementi pomice cemento e calcestruzzo armato

ELIOBETON PINOTTINI

Manufatti di pomice
BLOCCHI - SOLAI
TAVELLE - MATTONI
GRANULATI DI POMICE

Direz. Commerciale: **TORINO**
Via Don Minzoni 8
Tel. 43.125

Stabilimenti:
Casale Monferr. Strada Valenza 1
Montalto di Castro - (Viterbo)
Stazione ferroviaria

E D I L M A

LEOREN
Pavimenti e Rivestimenti monolitici Resinoplastici

LAVAL
Vernici lavabili resinose - Applicazioni in tutte le tinte

TORINO - VIA MENTANA 18 - TEL. 62.549

TONELLI & C.

Deposito materiali

ETERNIT - CEL BES (legname isolante termico ed acustico) - FAESITE - MASONITE - POPULIT - PIASTRELLE GRANIGLIA E SMALTATE - PALCHETTI ROVERE E CASTAGNO - STUOIE DI CANNA

CEMENTO - CALCE - GESSO

Ufficio e Magazzino vendita: **TORINO**
Via Brugnone ang. Via Argentero, 14 - Telefono 61.058

LAVORI E MATERIALI PER L'EDILIZIA

DITTA **Mario Zaglio**

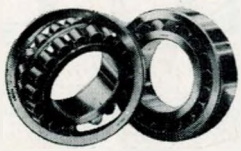
TORINO - Via d. Orfane 7 - Tel. 46.029

Tutti i tipi di CEMENTO comuni e speciali, Nazionali ed Esteri
CALCI di ogni qualità
GESSI da forma e da Costruzioni

METALLURGIA - MACCHINE

METALLURGICHE
COLOMBO AMBROGIO

TORINO
Strada Lanzo 160
Telef. 290.517 - 293.165



GIUSTINA
SOCIETÀ PER AZIONI

RETTIFICATRICI UNIVERSALI, SENZA CENTRI, PER PIANI • CUSCINETTI A RULLI E A SFERE

TORINO
VIA G. SERVAIS, 125 - TEL. 76.022 - 76.023 - 76.024

CEAT CAVI STABILIMENTI per la FABBRICAZIONE di CAVI ELETTRICI TORINO

CEAT GOMMA STABILIMENTO per la FABBRICAZIONE di PNEUMATICI TORINO

CEAT GIAVENO STABILIMENTO per la FABBRICAZIONE di TESSILI

CEAT POISSY SOCIETÀ FRANCESE per la FABBRICAZIONE di CAVI ELETTRICI

OFFICINE MECCANICHE - POCCARDI
PINEROLO

Impianti per Cartiere
Fabbriche Cellulosa e Pastalegno

LICENZE DI COSTRUZIONE PER L'ITALIA:

A.B. KAMYR - Karlstad (Svezia) - IMPIANTI CELLULOSA E PASTALEGNO.

ETS. LAMORT - Vitry Le François (Francia) - EPURATORI.

A. B. CELLECO - Uppsala (Svezia) - VORTRAPS.

VALLQUIST & C. - Karlstad (Svezia) - WACO-FILTERS RICUPERO FIBRE E DEPURAZIONE ACQUE.

SUTHERLAND INT. LTD. - Nassau (Bahamas) - RAFFINATORI.

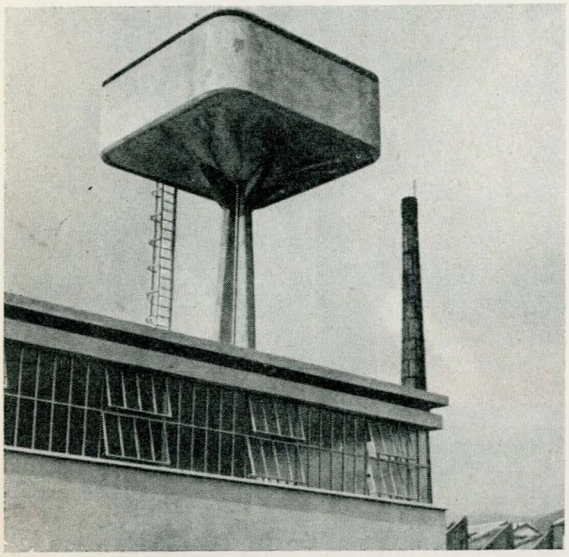
COLOMBES-TEXROPE - Paris (Francia) - PULEGGE ESPANSIBILI VARI-PHI.

Società Italiana

ACCIAIO BETON CENTRIFUGATO

PALI e SOSTEGNI in CEMENTO ARMATO CENTRIFUGATO per linee Elettriche e Telefoniche. PALI e MENSOLE ornamentali per illumin. stradale. Prodotti in Cemento armato vibrato e compresso.

TORINO - LINGOTTO • TELEFONO 694 - 600



SERBATOIO PENSILE, da 100 mc., collocato sulla sommità di un solo pilastro, prolungato sopra il tetto di un fabbricato industriale. (*Sistema brevettato*)
L'impiego, per la formazione del fondo, di speciali superfici isostatiche, di facile armatura, consente la soluzione con pareti a pianta quadrata e spigoli arrotondati, particolarmente leggera ed economica.

Impresa di Costruzioni Ing. FELICE BERTONE

Strutture speciali per Costruzioni Industriali

VIA VITTORIO AMEDEO 11 - TORINO - TEL. 524.434

SARACINESCHE in ghisa - bronzo - acciaio, per tutte le pressioni e per tutte le applicazioni. Saracinesche a sedi parallele per vapore surriscaldato.

IDRANTI di ogni tipo per incendio ed innaffiamento. Accessori per acquedotti. Collari di presa. Strettoi a valvola. Valvole a galleggiante. Sifoni di cacciata. Paratoie.

FLANGIE in ferro forgiato, piane ed a collarino. Flangie ad incastro per alte pressioni - per ammoniaca - ecc.

Torino

Dott. Ing. FLAVIO PIATTI - Via Sacchi, 18 - Tel. 44.341

Soc. p. Az. AGUDIO

TORINO
VIA SAN MARINO 21 - TEL. 393.877
Teleg.Fono AGUDIO - C. C. P. 2/2020

COSTRUZIONE DI IMPIANTI E APPARECCHI PER SOLLEVAMENTO E IL TRASPORTO DI MERCI E PERSONE

Funivie - Teleferiche - Funicolari Slittovie - Piani inclinati - Blondin Gru di ogni tipo - Ascensori - Montacarichi - Monorotaie - Elevatori e Trasportatori di ogni tipo - Impianti speciali per trattamento paglia per cellulosa - Impianti per concerie - Ski-lift - Seggiovie - Costruzioni meccaniche e metalliche.

METRON

S. p. A. OFFICINE PIEMONTESI - TORINO

CONTACHILOMETRI - TACHIMETRI - OROLOGI - MANOMETRI - INDICATORI LIVELLO BENZINA - COMANDI INDICI DIREZIONE - MICROVITERIA E DECOLTAGGIO

macchine

rassegna tecnica italiana dell'industria metal - meccanica

È questa una rivista che interessa i tecnici, gli ingegneri, i costruttori meccanici. Le sue pagine trattano diffusamente i problemi tutti che investono i settori della MECCANICA, UTENSILERIA, FONDERIA, METALLURGIA, ELETTROMECCANICA, ecc.

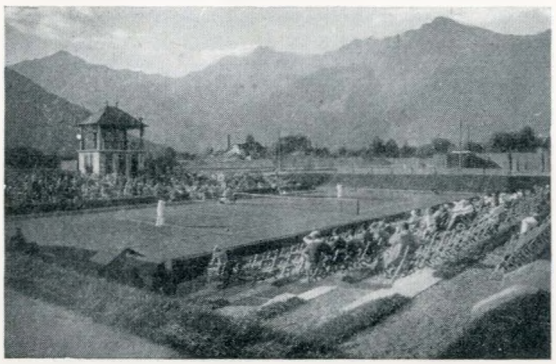
Abbonamento annuo: ITALIA L. 3.500 - ESTERO L. 5.500
Numeri di saggio a richiesta

edizioni tecniche **macchine**

MILANO - VIA MAMELI, 19 - TELEFONO 58.92.15

Ing. Guido De Bernardi

VIA MONTE DI PIETÀ 22 - TORINO - TEL 40.269



I terreni sportivi non ammettono improvvisazioni

Occorre materiale fabbricato appositamente e collaudato da lungo uso

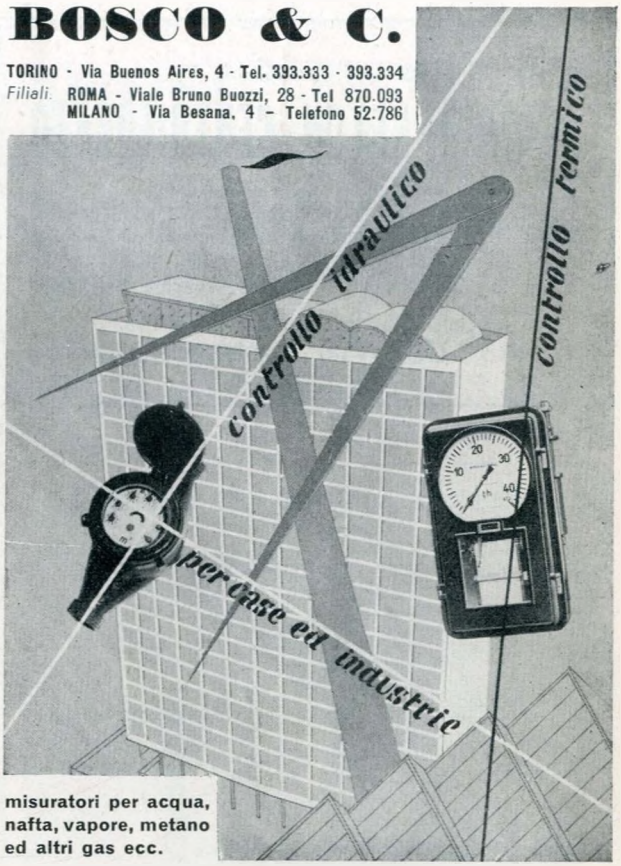
La TENNISOLITE è da tutti riconosciuto il migliore

Tutti i grandi Clubs italiani hanno i tennis in TENNISOLITE

PREVENTIVI GRATIS E SENZA IMPEGNO

BOSCO & C.

TORINO - Via Buenos Aires, 4 - Tel. 393.333 - 393.334
Filiali: ROMA - Viale Bruno Buozzi, 28 - Tel 870.093
MILANO - Via Besana, 4 - Telefono 52.786



misuratori per acqua, nafta, vapore, metano ed altri gas ecc.

COMPRESSORI ROTATIVI

PRESSIONE DA 0,5 A 8 ATM.

POMPE A VUOTO

VUOTO SINO A 0,3 mm. MERCURIO

SEMPLICI
SICURI
ECONOMICI

SOC. INDUSTRIALE
MACCHINE PNEUMOFORE

Via Sagra di San Michele, 66 - TORINO - Telefoni 790.109 e 790.828

l'Ingegnere

RIVISTA MENSILE

Organo dell'Associazione Nazionale Ingegneri ed Architetti Italiani (A.N.I.A.I.)

Edizione I. P. I. Milano

Direttore: **Mario Pantaleo** *Condirettore:* **Gianni Robert**

— tende, mediante la trattazione di problemi tecnico-scientifici di vasta portata, alla valorizzazione del compito sociale che gli Ingegneri e gli Architetti devono, ogni giorno di più, esplicare nella vita moderna;

— contribuisce all'elevazione culturale degli Ingegneri e degli Architetti mediante articoli di ingegneria applicata e di ricerche di ingegneria;

— aiuta l'esercizio della professione mediante informazioni sulla vita delle Associazioni, sui Congressi e Convegni, sulle novità scientifiche, tecniche, industriali e legali, sulla produzione, sui prezzi e sulle pubblicazioni.

È un prezioso collaboratore per ogni Ingegnere od Architetto.

ABBONAMENTI: Quota annuale Lire 4.600.
NUOVI INDIRIZZI: *Amministrazione e Pubblicità*: Milano, Via Tadino, 62 (Telef. 278130). - *Direzione e Redazione*: Roma, Via Calabria, 35 (Telef. 484720).

COLONNE SCAC

PER COSTRUZIONI CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLE

S·C·A·C

SOC. CEMENTI ARMATI CENTRIFUGATI

MILANO

CORSO ITALIA 3

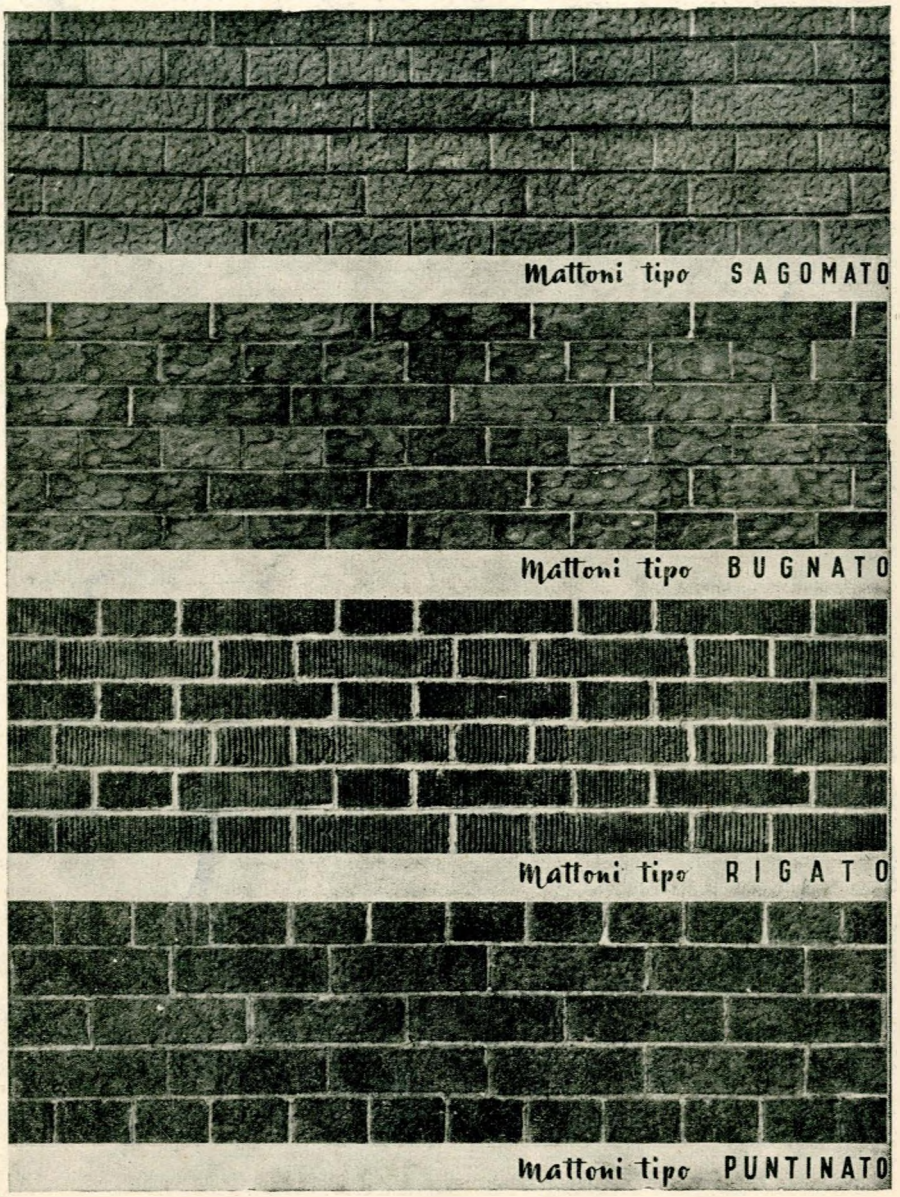
COKE METALLURGICO
PRODOTTI DI COKERIA
PRODOTTI AZOTATI PER AGRICOLTURA ED INDUSTRIA
MATERIE PLASTICHE
VETRI IN LASTRA
PRODOTTI ISOLANTI "VITROSA"

Vetrocoke

DIREZIONE GENERALE: TORINO CORSO VITT. EMAN. 8 - STABILIMENTI: PORTO MARGHERA - (VENEZIA)

Per le vostre facciate usate solo

MATTONI A FACCIA VISTA



S. p. A. FORNACI RIUNITE

Direzione: VIA ALFIERI, 22 - TEL. 44.126 - 44.127 - **TORINO** (104)

Stabilimenti: TROFARELLO BOSQ • BEINASCO NUOVA
TROFARELLO CANDELLERO • BEINASCO ST. ANTONIO
CASTIGLIONE TORINESE • VALPERGA CANAVESE