

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
CEMENTERIE**

**MARCHINO
EMILIANE**

E DI

AUGUSTA

UNI CEM

Direzione Generale:
**Via C. Marengo 25
10126 TORINO**

NUOVA SERIE . ANNO XXV . N. 5-6 . MAGGIO-GIUGNO 1971

SOMMARIO

ATTI DELLA SOCIETÀ

- Attività Sociali: *Visita alla Mostra « Il Cavaliere Azzurro »* . pag. 109
C. ACTIS GROSSO - *Conferenza sul « Work Structuring »* . . . » 109
Lettere dai Soci: *Mario Quaglia su « Inquinamento »* . . . » 110
C. MORTARINO, G. RICCI - *Il camminatore osserva: Per qualche
mq in più* » 112

RASSEGNA TECNICA

- Problemi termici ed acustici nell'edilizia prefabbricata* . . . » 113
Discussione e repliche sulle relazioni » 113
A. LAUSETTI - *Dinamica del « tonneau », studio di una acrobazia
aerea* » 125
L. KARAGHIOSOFF - *Effetti del proporzionamento del disco sul-
l'imbutitura di recipienti cilindrici* » 137

INFORMAZIONI

- Le donne per il progresso scientifico e tecnico. Una conferenza
Internazionale* » 144

Direttore: Carlo Mortarino.

Comitato di redazione: Gaudenzio Bono, Cesare Codegone, Federico Filippi, Mario Federico Roggero, Rinaldo Sartori, Paolo Verzzone, Vittorio Zignoli.

Comitato esecutivo: Anna E. Amour, Giovanni Bernocco, Mario Brunetti, Dante Buelli, Jacopo Candeo Cicogna, Piero Carmagnola, Loris Garda, Elvio Nizzi, Ugo Piero Rossetti, Secondo Zabert.

REDAZIONE: Torino - Corso Montevecchio, 38 - telefono 55.50.00.

SEGRETERIA: Torino - Corso Siracusa, 37 - telefono 36.90.36/37/38.

AMMINISTRAZIONE: Torino - Via Giolitti, 1 - telefono 53.74.12.

Publicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 6.000. - Estero L. 8.000. Prezzo del presente fascicolo L. 600. Arretrato L. 1.000.

La Rivista si trova in vendita: a Torino presso la Sede Sociale, via Giolitti, 1.

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III/70

IMPIANTI TERMICI
RADIAZIONE
CONDIZIONAMENTO
VENTILAZIONE
IDRAULICI SANITARI



g. SARTORIO e f.
DI ING. LORENZO SARTORIO & C. S. A. S.

10139 - TORINO - VIA BARDONECCHIA, 5

TELEF. 37.78.37
(3 linee con ric. autom.)

PRESA

S. p. A.

CEMENTERIA
DI ROBILANTE

Capitale sociale L. 2.000.000.000

C.C.I.A. Torino 370781 - C.C.I.A. Cuneo 60229 - C.C.I.A. Alessandria 76118 - C/G Postale N. 23/19189

Sede legale e Stabilimento

ROBILANTE (Cuneo) - Tel. 8239 - 8251

Direzione e Amministrazione

CASALE MONF. Corso G. Italia, 39 - Tel. 5043 (4 linee urbane)

Organizzazione Commerciale

TORINO Corso Re Umberto, 47 - Tel. 531.494 - 545.961 - 512.588

ROBILANTE (in stabilimento) - Tel. 8239-8251

IMPERIA - Via Berio 10/3 - Telefono 20321

SAVONA - Corso Mazzini 97 - 99 r - Telefoni 28986 - 26501

Telegrammi: PRESA - ROBILANTE Telex.
PRESA - CASALE

Produzione di CEMENTI PORTLAND normali, alta resistenza, e speciali
Società collegata FRATELLI BUZZI SpA - Stabil. di Casale Monf. e Trino Verc.se

ALCESTRUZZI
TORINO SpA

UFFICI E SEDE: VIA TIRRENO N. 45
TEL. 502.102 (ric. aut.) - 10134 TORINO

INDUSTRIA DEL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

CENTRALI DI BETONAGGIO N. 9

TORINO

- Via Nallino, ang. C. Orbassano - tel. 393.996

- Via Sandro Botticelli - tel. 267.010

- Via Pietro Cossa - tel. 737.070

MONCALIERI

- Corso Trieste, 140 - tel. 667.786

- Regione Bauducchi - Corso Savona, 76 - tel. 645.859

LA LOGGIA

- Str. Statale n. 20 - Ponte Chisola - tel. 645.983

VENARIA

- Strada Caselle - tel. 592.800

RIVOLI

- C.so IV Novembre - tel. 950.416

ORBASSANO

- Str. Beinasco



CALCESTRUZZI A DOSAGGIO, A RESISTENZA GARANTITA E SPECIALI - GETTI CON POMPA

Eredi Traschetti

INDUSTRIA SPECIALIZZATA INSTALLAZIONE GRANDI IMPIANTI

Anno di fondazione 1898

IMPIANTI TERMICI - RADIAZIONE - AEROMECCANICI - CONDIZIONAMENTO
IDRO-SANITARI - LAVANDERIE - CUCINE - GESTIONE IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

Sede: TORINO - Via P. Baiardi, 31 - Telefono 67.54.44 (4 linee)

ATTIVITÀ SOCIALI

Visita alla Mostra "Il Cavaliere Azzurro"

Nella serata di giovedì 13 Maggio 1971 si è svolta una visita alla Mostra «Il Cavaliere Azzurro», presso la Galleria Civica di Arte Moderna, per cortese concessione del Direttore della Galleria Luigi Mallé. Alla visita ha partecipato un folto numero di Soci e di familiari.

È questa la terza esposizione realizzata in collaborazione dall'Associazione Amici torinesi dell'Arte contemporanea e dalla Galleria civica, con l'intento di far conoscere alcuni fra gli aspetti più significativi dell'arte del nostro tempo e che segue le due precedenti mostre dedicate al Surrealismo (Le Muse inquietanti) ed al Simbolismo (Il sacro ed il profano nell'arte dei Simbolisti).

Luigi Carluccio, ordinatore della mostra, ne ha illustrato il significato ed ha guidato il gruppo durante la visita. Egli ha anzitutto ricordato che la mostra vuole contribuire allo smantellamento del luogo comune che il «Blaue Reiter-Cavaliere Azzurro» non sia niente più che un episodio dell'Espressionismo tedesco, sottolineando in particolare le differenze con il movimento «Brücke - Il Ponte».

Ha poi ricordato che, per quanto la cosa possa sorprendere, nel linguaggio di Kandinsky, di Marc, di Klee, «astrazione» e «realtà» non costituiscono una antinomia, ma indicano i due aspetti, anzi i due momenti della stessa cosa, anzi due frazioni di uno stesso percorso di tempo: il distacco dal vero e l'accostamento della vera realtà.

Carluccio ha poi soggiunto che «Der Blaue Reiter» è e non è un libro; è e non è un gruppo di artisti; è e non è un movimento, una tendenza,

un manifesto. Possiede qualcosa di tutto ciò, ma è sostanzialmente diverso. È anch'esso una realtà nuova.



WASSILY KANDINSKY, Progetto per la copertina dell'Almanacco «Il Cavaliere Azzurro», 1911 (acquerello, cm 27,5 x 21,8), Staedtische Galerie im Lenbachhaus, Monaco, (per cortese concessione dal Catalogo Ufficiale).

Conferenza sul "Work Structuring"

Lunedì 24 maggio 1971 alle ore 21, presso la sede sociale, Carlo ACTIS GROSSO ⁽¹⁾, ha trattato il tema: «Il *work structuring*, una nuova via all'organizzazione viene dal lavoro?».

⁽¹⁾ Direttore dell'Istituto per la direzione del personale (Is. Per.) e del Centro studi sulle strutture organizzative aziendali (C.S.Org.), formato da professionisti consulenti.

La riunione è stata preparata con la collaborazione della delegazione di Torino della Associazione italiana studio del lavoro (AISL) ⁽²⁾.

Dopo il saluto del Presidente Guido Bonicelli e l'introduzione del tema da parte di Eugenio Caruso, presidente della delegazione torinese del-

⁽²⁾ Associazione di carattere culturale con sede nazionale in Milano e Delegazione in Torino.

l'A.I.S.L. ed anche nostro socio, Carlo Actis Grosso ha trattato il tema sviluppando un'analisi storica della organizzazione del lavoro partendo dalla teoria tayloriana della parcellizzazione del lavoro ed indicandone le conseguenze negative: disaffezione dell'imprenditore, del dirigente, del capo, dell'operaio ed alla fine la caduta della produttività.

Il relatore dopo aver giudicato ormai esaurita, senza positivi risultati, la fase delle «relazioni umane», presenta come particolarmente interessante il nuovo orientamento detto del «work structuring», consistente in un allargamento ed

arricchimento dei compiti del lavoratore, fino a consentirgli il conseguimento di un risultato complesso e non più soltanto la ripetizione di un'unica operazione.

Alla esposizione di Carlo Actis Grosso è seguita una interessante discussione a cui hanno partecipato, tra i nostri Soci, Guido Bonicelli ed Ugo Rossetti e tra gli appartenenti alle associazioni dette in nota: Eugenio Caruso, Riccardo Varvelli, Laura Lombardi Varvelli e Giorgio Girard, docente di psicologia presso la facoltà di medicina dell'Università statale di Milano.

LETTERE DAI SOCI:

Mario Quaglia* su "Inquinamento"

La nostra rivista, nel fascicolo del febbraio 1971, nel riferire sul convegno sull'inquinamento tenuto a Torino il 20 febbraio 1971 per iniziativa dei Chimici, ha proposto l'apertura di un dibattito su tutto il problema degli inquinamenti. Raccolto l'invito, presento alcuni aspetti limitati all'inquinamento idrico, quale premessa di ampi ed approfonditi studi nell'ambito della regione piemontese.

L'attuale civiltà tecnologica è caratterizzata da un processo di concentrazione demografica attorno a nuclei industriali o commerciali con la conseguente tendenza a produrre rifiuti inquinanti in quantità tale da alterare l'ecologia dell'ambiente circostante.

Il processo di inquinamento investe l'ambiente nel suo complesso interessandone l'atmosfera, il terreno, le acque superficiali e sotterranee e di conseguenza tutte le forme di vita vegetale ed animale, che avevano trovato nell'ambiente stesso favorevoli condizioni di sviluppo.

L'inquinamento dell'acqua, a cui si aggiunge talora un incontrollato suo sperpero, impone una adeguata difesa ed una più razionale utilizzazione delle risorse idriche disponibili, le quali si dimostrano fin d'ora inadeguate in rapporto alle crescenti richieste, anche nelle regioni idrologicamente più favorite.

Tale situazione di fatto impone scelte prioritarie intese a riservare alcune provenienze idriche per determinati usi (ad es. potabili) ed a promuovere l'introduzione nei processi produttivi di adeguati sistemi di riutilizzazione dell'acqua.

Una causa rilevante dell'inquinamento idrico è costituito dai liquami domestici caratterizzati da un elevato contenuto in sostanze organiche putrescibili, dalla presenza di solidi sedimentabili, non-

chè da un'elevata carica di batteri ed altri microvivi, di cui molti patogeni.

Ancor più preoccupante è l'inquinamento conseguente allo scarico di acque industriali, la cui composizione fisico-chimica è estremamente varia, dipendendo dal processo produttivo da cui provengono.

Pertanto gli inconvenienti che dette acque arrecano sono molteplici, in quanto possono derivare dall'alto tenore di sostanze organiche putrescibili (macelli, industrie alimentari, cartiere, concerie) ovvero dalla presenza di emulsioni (raffinerie, tessiture), di colori (cartiere, tintorie, industrie coloranti), di sostanze in sospensione (industrie dei marmi, del cemento, cartiere, industrie metallurgiche), come pure da aumenti di temperatura (impianti di raffreddamento) o nelle situazioni più gravi dalla natura tossica dell'acqua medesima dovuta alla presenza di particolari composti chimici: acidi o basi, sali di metalli pesanti, fenoli, cromati, cianuri, ecc. (industrie chimiche, galvanoplastiche, ecc.).

Un ulteriore motivo di inquinamento idrico deve ricercarsi nell'intenso ed esteso uso di fertilizzanti chimici e di pesticidi, che destinati ad accrescere od a proteggere la produzione agricola sono in parte dilavati dalle acque meteoriche e da quelle artificialmente addotte sui campi.

Gli agenti naturali tendono attraverso processi di biodepurazione a ripristinare l'equilibrio eco-

(*) Istituto di Idraulica del Politecnico di Torino.

logico alterato dall'immissione degli elementi inquinanti, ma è ovvio che un inquinamento massivo e persistente può dar origine a processi degenerativi irreversibili tali da dimostrarsi refrattari ad ogni tardivo intervento riparatore.

La regione piemontese al pari di altre regioni europee non è esente da questo processo di progressiva degradazione delle proprie risorse idriche.

Esistono infatti zone fortemente inquinanti che si identificano nell'area metropolitana di Torino, comprendente il Capoluogo ed i Comuni della sua cintura, ed in alcune zone dell'alessandrino, del biellese e del novarese, in cui la densità degli insediamenti industriali è rilevante.

Indici assai significativi di inquinamento si riscontrano pressochè in tutti i corsi d'acqua della regione con carattere di maggior gravità per quelli i cui deflussi naturali risultano scarsi.

L'aggravarsi della situazione è quindi motivo di preoccupazione non solo per la salute pubblica, ma anche per le ridotte possibilità di reimpiego delle acque inquinate ai fini agricoli ed industriali.

Occorre perciò intervenire con urgenza e tempestività sia per preservare l'ambiente da ulteriori contaminazioni come per ripristinare le condizioni idonee ad una bio-depurazione naturale nei casi in cui questa sia già stata compromessa.

È utile a tal fine scoraggiare ulteriori accrescimenti degli attuali nuclei di concentrazione industriale, attorno ai quali tende ad addensarsi una parte cospicua della popolazione.

Il problema va inoltre affrontato e risolto riducendo il potere inquinante delle acque di rifiuto sia domestiche che industriali prima della loro immissione nei corsi d'acqua di recapito.

Per le acque in cui prevalgono le sostanze organiche bio-degradabili si tratta di accelerare entro appositi impianti depurativi i processi di sedimentazione e di ossidazione che altrimenti si svolgerebbero più lentamente nell'alveo dei corsi d'acqua.

Più complesso è il trattamento delle acque provenienti da scarichi industriali nelle quali la presenza di sostanze chimiche in soluzione richiede specifici processi reattivi, che consentano la loro separazione dal corpo idrico.

È per questo motivo che l'effluente industriale difficilmente si presta ad essere depurato congiuntamente con i liquami di origine domestica senza dover subire un trattamento preliminare.

Le esperienze delle nazioni europee ed extra-europee di maggior industrializzazione sono al riguardo assai istruttive e permettono di individuare alcune direttive fondamentali.

Anzitutto occorre evitare un'eccessiva polverizzazione degli impianti di depurazione al fine di ottenere una più economica gestione ed una più efficiente sorveglianza.

Sarà perciò da favorire in tutti i casi, ove sia tecnicamente ed economicamente conveniente, la costituzione di consorzi tra utenti pubblici e privati.

Tale indirizzo porterebbe per l'area metropolitana di Torino, ove attualmente trovano residenza circa 1.600.000 abitanti, alla costruzione di una decina di impianti depurativi, di cui due destinati alle necessità della città di Torino ed i rimanenti per quelle dei Comuni della sua immediata cintura.

I risultati conseguibili attraverso la depurazione delle acque di rifiuto dipendono in larga misura da una oculata gestione degli impianti a tal scopo destinati.

Non appena detti impianti assumono dimensioni di qualche rilievo il loro esercizio richiede la presenza di personale specializzato con possibilità di disporre di laboratori d'analisi.

Ne deriva quindi l'opportunità che la gestione degli impianti posti a servizio di comunità sia demandata ad appositi organismi amministrativi, la cui giurisdizione a tutela delle acque dovrebbe essere estesa all'intero bacino imbrifero.

A garanzia di un'uniforme politica delle acque detti organismi dovrebbero operare nell'ambito della Regione, a cui verrebbe riservato il compito di programmazione e coordinamento degli interventi.

Al finanziamento ed alla gestione degli impianti si potrà provvedere, in analogia con quanto già realizzato in altri paesi europei, attraverso l'istituzione di contributi a carico sia delle utilizzazioni che degli scarichi di acque da stabilirsi in proporzione alle quantità utilizzate ed al potere inquinante degli scarichi stessi. Infatti anche le utilizzazioni sono sia pur indirettamente interessate al problema della depurazione idrica.

Detti contributi, equamente ripartiti tra i singoli organismi di bacino, assicurerebbero loro una adeguata autonomia economica indispensabile per assicurare nel modo più proficuo la gestione degli impianti stessi.

L'intera collettività nelle sue espressioni politiche, legislative ed economiche è ormai impegnata a predisporre gli opportuni strumenti di difesa contro l'estendersi dell'inquinamento idrico; il risultato finale resta pur sempre demandato alla sensibilità civica di ciascuno.

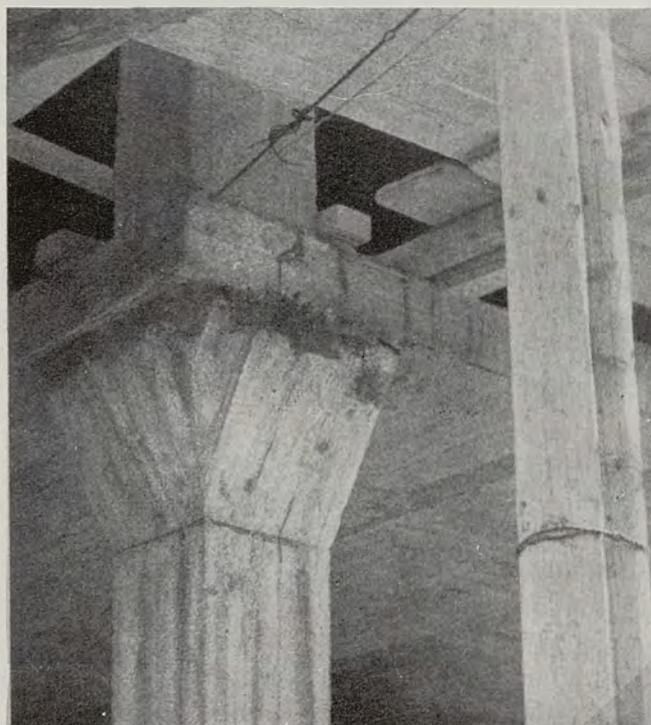
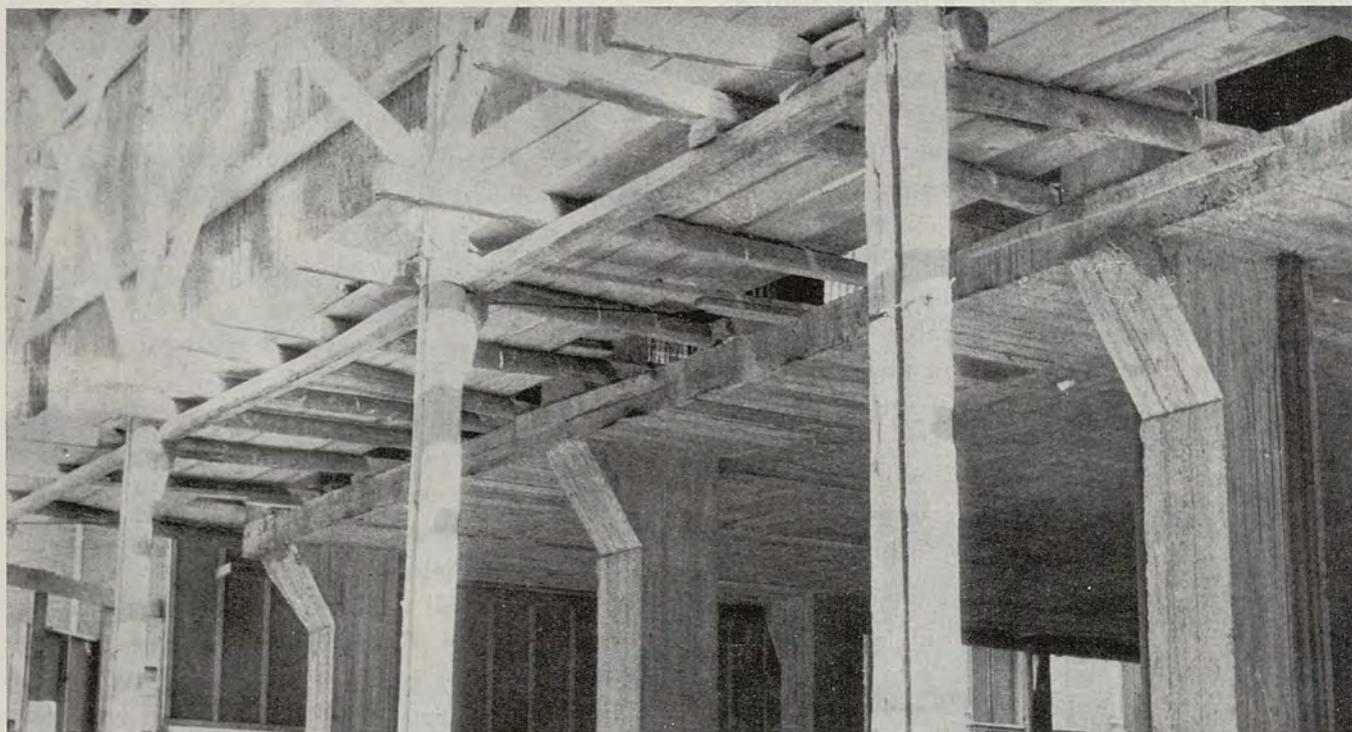
IL CAMMINATORE OSSERVA

Per qualche mq in più.

Casa d'angolo, in Torino, formata da: piano rialzato, 5 piani in lieve aggetto, attico arretrato, documentata da Giuseppe Ricci, il 18 novembre 1969, alle 14,25.

Le mensole di transizione per formare l'aggetto consentono una sufficiente continuità di forma per i pilastri di parete, ma non altrettanto per il pilastro d'angolo per il quale le discontinuità geometriche determinano concentrazioni di sollecitazioni già nelle normali condizioni statiche, ma assai più notevoli e temibili in quelle eccezionali dinamiche da: terremoti, esplosioni, urti di veicoli.

CARLO MORTARINO - GIUSEPPE RICCI



RASSEGNA TECNICA

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino accoglie nella « Rassegna tecnica », in relazione ai suoi fini culturali istituzionali, articoli di Soci ed anche di non soci, invitati. La pubblicazione, implica e sollecita l'apertura di una discussione, per iscritto o in apposite riunioni di Società. Le opinioni ed i giudizi impegnano esclusivamente gli Autori e non la Società.

Problemi termici ed acustici nell'edilizia prefabbricata

Atti del Convegno tenuto dalla sezione piemontese dell'Associazione Termotecnica Italiana il 12 marzo 1971, al Politecnico di Torino. Discussioni e mozione finale.

Le relazioni sono state pubblicate nei fascicoli di marzo e di aprile:

1) VINCENZO BORASI «La progettazione architettonica coordinata come mezzo di verifica critica della prefabbricazione edilizia».

2) EZIO M. TRINGALI «Risultati pratici di esperienze sui caratteri termoacustici nell'edilizia scolastica industrializzata».

3) FRANCO ALBORGHETTI «Risultati di esperienze nelle costruzioni prefabbricate di edifici di civile abitazione».

4) MARCO BORINI «Le implicazioni che la corretta soluzione dei problemi acustici e termici comporta nella prefabbricazione civile». (1).

(1) Il progetto di ricerca di mercato presentato con la relazione in sede di convegno è ora pubblicato a pag. 123.

5) GIACOMO LAUDI «Sistemi di riscaldamento nella edilizia prefabbricata».

6) GINO SACERDOTE «Normativa e sperimentazione nei problemi di acustica ambientale».

7) GIUSEPPE ANTONIO PUGNO, ORLANDO GRESAN «Isolamento delle pareti ai rumori aerei».

8) ALFREDO SACCHI «Comportamento termico delle pareti prefabbricate».

Le relazioni sono state esposte e discusse in due gruppi, formati, il primo dalle 1), 2), 3), 4), il secondo dalle 5), 6), 7), 8).

Alla discussione del primo gruppo hanno preso parte, nell'ordine: Mario Costantini, Giulio Togni, Cesare Codegone, Salvatore Martorana, Giovanni Saggese, Gino Sacerdote, Carlo Mortarino, Pierino Greppi e i relatori del primo gruppo.

Alla discussione del secondo gruppo hanno preso parte, nell'ordine: Nicola Valota, Mario Chiusano, Luigi Olivieri, Guglielmo Santarnecchi, Giulio Togni, Salvatore Martorana e i relatori del secondo gruppo.

Una mozione è stata approvata alla conclusione del Convegno ed è pubblicata a pag. 121.

DISCUSSIONE DELLE RELAZIONI: Borasi, Tringali, Alborghetti, Borini.

— MARIO COSTANTINO. Lamento che le riunioni di questo tipo tendono ad essere in un certo senso sterili e velleitarie non tanto per l'ampiezza del tema, quanto per l'atmosfera del giorno d'oggi così vaga e inconcludente che, per esempio, l'ISES dopo 10 anni è ancora alla ricerca dei suoi scopi e della sua forma organizzativa, come ci viene detto.

Ma, tornando all'argomento d'oggi, ciò che preoccupa nel nostro Paese è la mancanza di una seria e disinteressata ricerca applicata alla edilizia. Una delle ragioni può essere ricercata nella inframmettenza della burocrazia e della politica che in ogni organizzazione vedono l'occasione per esercitare maggiori poteri o per godere di maggiore prestigio, senza portare alcun interesse agli obiettivi concreti della organizzazione stessa; un secondo ed altrettanto grave motivo è l'indifferenza degli imprenditori, che spendono miliardi in licenze, talvolta prive di reale valore, ma sono assai restii a finanziare una ricerca applicata, nell'interesse comune.

Non è così altrove; il nostro è forse l'unico Paese civile nel quale manchi un Istituto di ricerca applicata alla costruzione, che si chiama Centre Technique de la Construction in Belgio, Centre Technique du Batiment in Francia, National Building Research Institute in Inghilterra, in Sud Africa, ecc.

Quanto alla ipotesi Borasi di un «team» progettuale che lavori in profondità e piena libertà creativa, essa è bella, ma non sarà attuabile fino a che non si sarà verificata una evoluzione nel concetto di progettazione. La progettazione integrale comporta e presuppone a monte una progettazione differenziale centrata sullo studio approfondito dei componenti e sulla analisi della loro «compatibilità».

Ma per far tutto questo si rende necessaria una tripla rivalutazione:

1° culturale, che, riconoscendo il giusto valore dell'impegno creativo, conceda compensi più elevati ai professionisti, esigendo in cambio progetti più validi anche sul piano umanistico;

2° *organizzativa*, che sposti l'accento dal momento esecutivo al momento progettuale dove principalmente si determina e si fissa il destino anche economico, dell'opera. Sono noti, tra gli altri, gli inconvenienti che si riscontrano nella affrettata progettazione degli impianti, cui vengono normalmente riservati tempi forse insufficienti persino al solo controllo del progetto;

3° *scolastica*. La scuola deve produrre specialisti capaci di ragionamento creativo e per tale insegnamento non serve né l'attuale scuola nozionistica ed autoritaria né la «scuola di vita» o il cantiere. La metodologia progettuale va imparata nella scuola: si tratta infatti di concetti di base.

La conclusione non può che deprimere, ma non deve dissuadere dall'insistere nel dibattito e nella verifica dei risultati. La giornata di studio qui indetta risponde a questa ultima esigenza.

— *GIULIO TOGNI*. Mi associo a Costantino per le sue osservazioni. Si sta dibattendo recentemente il problema della casa, che richiede la costruzione di centinaia di migliaia di alloggi, si richiedono costruzioni industrializzate e le norme attuali non consentono di fare case nuove con conforti nuovi; Borini ha parlato di tipologie di servizi che si possono ricavare all'interno delle abitazioni, sistemi già usati all'estero e che costituiscono certamente una tecnologia più razionale delle attuali che sono spesso adattamenti alle strutture; è fondamentale e indispensabile l'emissione di nuove norme che consentano l'impiego di queste nuove tecnologie.

— *CESARE CODEGONE*. A questo punto propongo la stesura di una mozione per fare partecipi opinione pubblica, autorità e stampa di tali esigenze.

— *SALVATORE MARTORANA*. Nei cosiddetti «sistemi chiusi» si hanno ormai condizioni soddisfacenti per quanto concerne il benessere fisiologico degli occupanti e la buona conservazione dei materiali; in essi, infatti, i numerosi problemi fisico-tecnici che si erano presentati nella fase di messa a punto sono stati in generale sufficientemente risolti.

Le cose stanno invece ben diversamente nei cosiddetti «sistemi aperti» o «a componenti», verso i quali oggi da più parti si tende, perché il comportamento fisico-tecnico dei singoli componenti dipende in modo non sempre trascurabile dalle caratteristiche degli ambienti in cui essi vengono inseriti e dalle modalità di vincolo.

Gli stessi problemi vengono pertanto riproposti in modo del tutto differente; la loro soluzione, che non sembra facile, andrà ricercata probabilmente anche con l'ausilio di una normativa interdisciplinare strutturata diversamente da quella attuale: la normativa non può essere limitata alla descrizione delle qualità dei componenti ma dovrebbe richiedere la verifica dei risultati sull'ambiente.

Con riferimento all'intervento di Togni faccio presente che esiste, nel senso da lui auspicato, la proposta di legge n. 1613 del 20 giugno 1969 di iniziativa degli on.li Di Lisa, Bardotti, Bodrato, Foschi; in essa però si propone anche la riduzione dell'altezza minima dei locali sino a 2,50 m., limite che suscita notevoli perplessità proprio dal punto di vista fisico-tecnico come del resto è confermato dalle poco incoraggianti esperienze di alcuni paesi. La diminuzione dei volumi abitativi comporterebbe inevitabilmente un maggior numero di ricambi d'aria e quindi maggiori velocità dell'aria certamente sgradite agli inquilini; essi, come si è constatato in applicazioni in Francia, tenendo tappate le bocchette di aerazione, provocherebbero l'aumento del tenore di umidità e persino lo sviluppo di muffe.

— *GIOVANNI SAGGESE*. Mi associo alle osservazioni di Costantino e chiedo a Borasi se il metodo della «scrittura strutturale» sia stato impiegato con l'inserzione delle strutture di rumore e termiche e con quali risultati.

— *GINO SACERDOTE*. Malgrado la macchina di calpestio non sia l'ideale per la misura, tuttavia bisogna tenere presente lo spirito della normalizzazione.

C'è da tenere presente che i rumori sono diversissimi e non sono solo di vero calpestio; però c'è una notevole messe di dati ricavati con la macchina per calpestio che consentono utili confronti.

Si hanno già correlazioni fra rumori effettivi di natura nota, e rumori di base. Si devono adattare le norme in modo da garantire, quanto si parla di livello di calpestio, un ambiente sufficientemente silenzioso. La macchina di calpestio è solo un elemento unificato di confronto cui si fa riferimento per ridurre a livelli sopportabili il rumore prodotto su elementi orizzontali; la stessa cosa è stata fatta per la trasmissione attraverso elementi verticali.

— *CARLO MORTARINO*. Le memorie che ho ascoltato danno molti spunti di riflessioni sia positive che negative, alcuni dei quali immediati. Richiamo la necessità di semplificare il mondo e di riconoscere nelle opere fatte i limiti posti dall'ignoranza in quanto la realizzazione non risponde alla verifica delle intenzioni. Nella sua bella memoria Borasi ha sì ricordato che il destinatario delle opere è l'uomo, ma il concetto di progettazione integrale inteso come richiamo alla destinazione «uomo» ha deviato, nel senso di richiudersi nella successione delle operazioni tecnologiche; tale contesto è da sostituire.

Con riguardo alla relazione di Tringali faccio presente che la caratteristica di urgenza che condiziona varie realizzazioni è spesso la conseguenza di «calamità naturali» che sono invece il risultato di «interventi antropici» che dai fenomeni naturali fanno nascere calamità; così pure l'urgenza

condiziona gli interventi richiesti per risolvere falsi problemi suscitati da una innaturale e provocata mobilità della popolazione, sradicata per correr dietro a salari e stipendi.

È nata ora una sempre più complicata casistica di qualità singolarmente richieste e di norme di prova per riconoscerle avendole individuate come importanti, ed intanto altre qualità vengono, senza che ci se ne accorga, perdute.

Un esempio nel corso di questo stesso Convegno immediatamente risulta dalle osservazioni di Martorana alla relazione di Borini in argomento della adozione, appoggiata da Borini, di un'altezza ridotta tra pavimento e soffitto; nasce la necessità di un impianto di condizionamento, la difficoltà di esercirlo, le bocchette tappate e la condensazione di umidità. Nello stesso argomento potrei, scherzando, mettere sull'avviso dei problemi che possono sorgere per un abitante che colpito dal singhiozzo entro una stanza dell'altezza di 2,20 m entri in risonanza, e potrei anche proporre la formazione di un istituto di ricerche in tale campo.

L'uso di materiali ben noti, per lunga pratica di costruzione e di esercizio secondo l'esperienza di una buona arte del mestiere, assicurava un'armonia di qualità singole e di insieme, senza la necessità di specifiche condizioni di progetto, né di prove di accettazione.

Tra queste erano, ad esempio le qualità per il benessere acustico e termico ottenute mediante l'elevata capacità termica della costruzione massiccia. Le prove di accettazione fondate su situazioni di regime termico hanno determinato le impostazioni di progetto termico sulla base delle sole caratteristiche di isolamento termico degli elementi componenti gli edifici, facendo dimenticare la fondamentale importanza della capacità termica per attenuare e sfasare le oscillazioni di temperatura relativa nell'ambiente interno rispetto all'ambiente esterno.

Solo ora, ed in modo alquanto reticente ed indiretto, vedo nuovamente affermata l'importanza della capacità termica, sia durante l'inverno sia durante l'estate.

In difetto di capacità termica l'impianto di riscaldamento è soggetto a più grandi variazioni di carico, richiede maggiori consumi di combustibili e più rapido ammortamento dell'impianto; in estate può suscitare la richiesta di un impianto di condizionamento. Impianti costosi e rumorosi, complicazioni notevolissime; la semplicità quindi è la via migliore.

Altro esempio, in altro campo: i ponti massicci resistono bene anche alle piene, e il ponte Vecchio di Firenze ha resistito alla alluvione del 4 novembre 1968, « imprevedibile » come le sette od otto che l'hanno preceduta a intervalli regolari di circa un secolo.

Riguardo alla relazione di Alborghetti sottolineo l'importanza che sia dato il giusto rilievo all'esperienza di un Ente, che credo sia il più antico in Italia, per quanto riguarda l'esercizio di

impianti termici in edifici di differenti tipi costruttivi, con l'impiego di differenti combustibili.

L'istituto case popolari è certo, ai fini del presente Convegno, un magazzino di notizie utili che può essere più ampiamente sfruttato.

A proposito dei combustibili osservo come, con l'entrata in uso di gasolio e metano, sia notevolmente aumentata la pericolosità rispetto alla nafta. Esce dagli obbiettivi di questo convegno ma meriterebbe un discorso approfondito il mancato impiego di nafta desolforata ed il ritorno ad un più esteso uso del carbone, per rispettare, in condizioni di maggiore o di quasi assoluta sicurezza, le prescrizioni della legge 615 contro gli inquinamenti.

Di Borini ho notato particolarmente la frase « La diffidenza tipica verso le novità, ha invece fatto sì che ciò che si perdonava o trascurava nelle costruzioni tradizionali, non venisse più accettato per la prefabbricazione ».

« La diffidenza tipica per le novità » mi fa ricordare quanto disse E. J. Richards ⁽¹⁾ in un convegno tenuto da « Air Law Group » della Royal Aeronautical Society sul controllo del rumore percepito a terra proveniente da aerei ⁽²⁾, avendo particolarmente presenti i problemi dell'ambiente intorno all'aeroporto di Londra: « ... gli aerei supersonici produrrebbero su una striscia di territorio di 15-30 Km di larghezza, una soprapressione impulsiva all'orecchio di circa 8 Kg/mq, che per alcune persone sarebbe marginale ma non per tutte. Questo darebbe luogo a marcate lamentele da parte di coloro che fossero sensibili al rumore, ma il problema reale è quello di valutare le reazioni del pubblico, non dimenticando che circa il 10 % del pubblico manifesta una reazione di opposizione a qualsiasi novità. Questo persone non è che obiettivamente ne soffrano, esse si lamentano ma le loro lamentele non variano con il livello di rumore udito. Il problema non è scientifico ma sociologico. Bisogna eseguire, sotto controllo, voli sperimentali di aerei supersonici e controllare le reazioni. Se questo non fosse fatto essi dovrebbero proprio adattarsi a sopportare qualsiasi cosa accadesse » ⁽³⁾.

(1) E. J. Richards Director, Institute of Sound and Vibration Research, The University, Southampton, England.

(2) *The Control of Aircraft Noise perceived at Ground Level*, Air Law Group of Royal Aeronautical Society, London, 4th lecture 3rd April 1963, pubblicato su « Journal of R.A.S. », gennaio 1964, pagg. 45-53.

(3) Testo originale da pag. 53 del « J. R.A.S. »: « Professor Richards said that the supersonic aircraft would make a boom over a region of about 10-20 miles width; this boom would be approximately 1-7 lb per sq ft on the ear. This was the sort of level that would be marginal for some, but not all. It would cause significant complaints from those who were sensitive to noise but the real problem was to assess public reaction, not forgetting that about 10 per cent of the public had an adverse reaction to anything new. Such people did not necessarily suffer, they complained but their complaints did not vary with the noise levels heard. The problem was not scientific but sociological. Experimental, controlled supersonic flights should be made for about a year and then reaction tested. If this were not done they would just have to put up with whatever happened ».

È la dura espressione di una scienza presuntuosa o è fine umorismo britannico? Secondo un interlocutore « quanta più gente avrà volato, tanto più sarà preparata a sopportare il rumore »...⁽⁴⁾ ... dico invece io... imporre ad altri di sopportarlo, cioè a quelli che non vogliono o non possono allontanarsi dal territorio in cui sono tormentati dal rumore...

Penso che Borini sia concorde con me che siano dovere ed ambizione di chi opera professionalmente di produrre il meglio anche per chi non è in grado di scegliere, per difetto di competenza o di libertà.

A Sacerdote obietto che una macchina possa dare una misura di disturbo migliore di quella che potrebbe dare un uomo. Io credo che i controlli dei fattori che direttamente interessano l'uomo siano, di regola, da affidare ad un « uomo assaggiatore di ambienti » piuttosto che ad apparecchiature ed a strumenti, così come è per gli assaggiatori di vino o per i cani cercatori di tartufi.

PIERINO GREPPI. Mi riferisco alla relazione di Borini ed in particolare al punto 2) dove si afferma che « una buona isolazione acustica dei solai al calpestio si può ottenere solo con particolari accorgimenti e provoca sensibili aumenti di costo ».

Ora, l'esperienza nel campo degli isolamenti acustici e termici, nell'edilizia civile in particolare, dimostra che un perfetto isolamento acustico e termico di un edificio, previsto e studiato in fase di progetto, ha un costo contenuto tra il 2 ed il 3% del costo totale della costruzione.

Se il costo dell'isolamento acustico e termico realizzato, comprensivo dei materiali isolanti, dei materiali accessori e di tutta la mano d'opera relativa, viene ripartito sui metri quadrati abitabili della costruzione, il costo per metro quadro si aggira intorno alle 2000-2500 L/mq; non di più!

Inoltre, se si considera il fatto che il coefficiente di trasmissione termica globale dell'edificio passa dal valore medio di $K=1,9$ senza isolamento, al valore medio $K=1,1$ con l'isolamento acustico e termico, e che l'impianto di riscaldamento si calcola in base al coefficiente di trasmissione termica dell'edificio isolato, ne consegue che l'isolamento acustico e termico del fabbricato comporta la riduzione di potenzialità dell'impianto di riscaldamento, con conseguente riduzione di costo dell'installazione.

Questa riduzione compensa da sola, per circa tre quarti, il costo dell'isolamento dell'intero fabbricato.

⁽⁴⁾ « A speaker thought that, as more people flew, so more people would be prepared to put up with noise. The noise limit was not chosen as low as possible, but was a compromise between what the different sections of the public wanted. The aim was to provide maximum service with minimum annoyance ».

Il restante quarto viene ammortizzato praticamente nel primo anno di esercizio con il risparmio sulle spese di combustibile.

Negli anni successivi gli utenti continueranno a beneficiare di tale risparmio.

A titolo di esempio riportiamo il consuntivo di spesa relativo al razionale isolamento acustico e termico di un edificio realizzato in Milano.

Caratteristiche dell'edificio:

Misure esterne piane	m	44 × 9,50
Misure altezza filo gronda	m	36
Piano 9 + piano terra + sottoportico - Appartamenti n. 36 disposti in ragione di 4 per piano su due trombe di scale:		
— superficie totale abitabile (9 piani)	mq	3470
— superficie tot. pareti esterne cieche	mq	2692
— superficie tot. aperture vetrate	mq	732
— superficie totale pareti divisorie tra appartamenti	mq	560
— superficie totale solaio sottotetto	mq	401
— superficie totale solaio sottoportico	mq	385

Caratteristiche dell'isolamento:

Pareti: tamponamenti esterni e divisori fra appartamenti costituiti da due tavolati con intercapedine nella quale va sistemato l'isolante.

Isolamento termoacustico realizzato con SILLAN P 155 da 50 mm.

Pavimenti: solai dal 2° al 9° piano compresi: pavimento galleggiante. Isolamento acustico dei rumori di calpestio ed aerei realizzato con SILLAN PAV. da 10 mm.

Sottotetto non praticabile: Isolamento termico con SILLAN PRS/B da 50 mm. Il materiale isolante è semplicemente disteso sul solaio sottotetto.

Sottoportico: Per il sottoportico il materiale isolante SILLAN PRS/B da 50 mm è supportato da rete portaintonaco tipo Nervometal, successivamente intonacata.

Nella tabella che segue sono raccolte le quantità di materiali isolanti ed accessori nonché i relativi prezzi ed oneri per mano d'opera per la realizzazione dell'isolamento acustico e termico sopra descritto.

Come si può osservare rapportando il costo dell'isolamento acustico e termico valutato in com-

plessive L. 8.500.000 con il costo dell'edificio ammontano a L. 360.000.000, otteniamo un costo percentuale del 2,4% circa; raffrontando invece il suddetto costo dell'isolante con la superficie totale abitabile di 3470 mq otteniamo un costo di circa 2450 L/mq.

Riassumendo, il perfetto isolamento acustico e termico della casa comporta:

— indiscutibili vantaggi igienici per la tranquillità e serenità dell'ambiente;

— ideali condizioni ambientali nel periodo estivo; inoltre l'economia nelle spese di esercizio dell'impianto di riscaldamento, dell'ordine del 40%, corrispondente ad una rendita annuale di circa il 20% del capitale impiegato per l'isolamento acustico e termico.

Descrizione	Coefficienti	Quantità mq	Costo Unitario	Totale lire
Pareti Fonotermaisolanti (tamponamenti + divisori)				
Sillan P 155 spessore 50 mm ⁽¹⁾		3.252	805 L/mq	2.617.860
Mano d'opera ⁽²⁾	0,08 ore/mq	3.252	2.000 L/ora	520.000
Materiali accessori		2.252	20 L/mq	65.040
Pavimenti galleggianti isolanti rumori di calpestio (fono isolanti) - Interessati n. 8 piani				
Sillan PAV spessore 10 mm		3.080	330 L/mq	1.016.400
Mano d'opera per posa pannelli	0,033 ore/mq	3.080	2.000 L/ora	202.000
Mano d'opera per carta bitumata	0,050 ore/mq	3.080	2.000 L/ora	308.000
Calcestruzzo	0,035 mc/mq	3.080	13.000 L/mc	1.404.000
Mano d'opera per posa del calcestruzzo	0,30 ore/mq	3.080	2.000 L/ora	1.848.000
Sottotetto non praticabile (termoisolante)				
Sillan PRS/B spessore 50 mm		401	385 L/mq	154.385
Mano d'opera	0,033 ore/mq	401	2.000 L/ora	26.000
Sottoportico (controsoffitto termoisolante)				
Sillan PRS/B spessore 50 mm		385	385 L/mq	148.225
Mano d'opera	0,08 ore/mq	385	2.000 L/ora	61.600
Materiali accessori		385	400 L/mq	154.000
Costo complessivo				8.525.510

⁽¹⁾ I prezzi dei manufatti in Sillan si intendono di listino.

⁽²⁾ I prezzi della mano d'opera e dei materiali sono ricavati dal listino delle opere edili in Milano 1971.

REPLICHE DI: Borasi, Tringali, Alborghetti, Borini.

— **BORASI:** Ringrazio anzitutto i congressisti per la simpatia con cui hanno accolto la mia tesi e per la pazienza con cui hanno ascoltato la relazione, necessariamente di carattere metodologico, essendo introduttiva.

A Costantino — che lamenta un qualche sterilità e velleitarità delle riunioni a questo livello — replico che il fatto può essere anche ritenuto tale, ma che forse esso non può essere diverso da come è, non perchè ci si voglia divertire a giocare con i problemi senza l'intenzione di risolverli, ma probabilmente per la estrema complessità e delicatezza con cui si presenta e si pre-

senterà sempre il problema edilizio, il quale è sia urbanistico che architettonico, sia umano che sociale, sia psicologico che politico, ecc. Al contrario ci si deve congratulare per iniziative come la presente, dove si può comunicare e discutere liberamente, senza dover difendere posizioni preconcepite. Il fatto è già eccezionale, oggi, nel quadro dei congressi nazionali ed è una garanzia del successo dei lavori di questo. I dati del problema « casa » sono, scendendo in una risposta più particolare, difficilmente quantizzabili, come del resto tutti i dati psicologici e soggettivi, ed anche ricchi di aspetti poetici personali.

Da questi caratteri hanno origine tutte le maggiori difficoltà per la produzione in serie e per la industrializzazione della « casa »; forse la tecnica della prefabbricazione avrebbe incontrato minori difficoltà se avesse potuto procedere dagli edifici per le industrie a quelli per i trasporti, come le stazioni, per esempio, poi a quelli per gli uffici poi ai teatri, poi agli ospedali, ecc. prima di giungere ad affrontare l'edificio per la residenza familiare, che è il più complesso proprio perchè è il più condizionato da tutte le espressioni fondamentali della vita dell'uomo.

È noto che gli Stati Uniti, p. es., hanno intrapreso l'industrializzazione sovvenzionata della casa solo ora, come sostitutivo di altre attività industriali in fase decrescente e come tentativo, con un'azione di governo, di superare un periodo di eccezionale ristagno economico e sociale.

Alcuni successi imprenditoriali della prefabbricazione « chiusa » o « a modelli » in Italia hanno origine da errori politici di programmazione che hanno imposto la realizzazione di complessi edilizi in tempi inaccettabili per una normale edilizia di qualità, ma che alcuni tecnici dell'edilizia prefabbricata hanno potuto accettare come sufficienti ottenendo, a compenso, condizioni di estremo favore per le realizzazioni, ed il consenso ad uscire dai normali criteri di una sana economia. Le denunce di molti nostri disagi vanno indirizzate pertanto contro gli errori di pianificazione e programmazione territoriale. Il problema della casa, in ultima analisi, è nel suo « unicum » così complesso sul piano filosofico e tecnico, da apparire forse non pianificabile.

A Martorana, che ritiene fra l'altro che il sistema « a modelli » sia ormai perfetto dal punto di vista fisico-tecnico, osservo che a mio giudizio, il sistema di prefabbricazione pesante « chiusa » sarà ricordato nella storia edilizia per essere riuscito a collocare uomini in celle del tipo dei loculi cimiteriali, evidentemente un po' più larghe, con tempi di costruzione limitati e di essere stato accettato anche se non riusciva, non dico a migliorare, ma almeno a rispettare le fondamentali esigenze abitative di uomini alla ricerca di una casa.

A Saggese rispondo prima di tutto ringraziandolo perchè la replica mi permette di soffermarmi un po' più di quanto non abbia saputo fare prima, sull'importante e nuovo argomento dei grafi quantizzati e delle matrici di verifica degli schemi funzionali distributivi, strumenti operativi collaudati per ora solo nella didattica al Politecnico di Torino ove risultano però molto utili, di semplice comprensione e di facile compilazione. La tecnica delle matrici non è un'applicazione matematica elementare perchè il calcolo delle zone di congruenza e di intersezione tra i campi governati dai diversi parametri non è eseguibile con semplici metodi deterministici od algebrici, anche se si sta

studiando, proprio nell'Istituto di Architettura Tecnica, la messa a punto di un procedimento automatico iterativo. Se pur in modo approssimativo, qualche « test » è stato condotto già a termine; per esempio in un progetto di ricostruzione di un'unità ospedaliera il miglioramento delle qualità architettoniche, a parità di costi, fu del 40% dal punto di vista acustico (quindi la « matrice acustica » verificò un miglioramento del 40%) accettando solo una lieve maggiorazione dei percorsi, verificata dalla « matrice trasporti ».

L'aspetto più interessante, per il Convegno, del metodo citato, consiste nella segnalazione di una possibilità pratica di recupero razionale di tutte le informazioni tecnologiche, fisico-tecniche, demoscopiche, ecc., indispensabili per una corretta invenzione morfologica di un edificio, e di un loro riordino, anticipabile sino al momento iniziale della progettazione. I cultori specialisti delle strutture ingegneresche troverebbero così un modo organico ed istituzionalizzato per reinserirsi, con ritrovata dignità, nella progettazione architettonica, riabilitando il proprio intervento in senso promozionale anzichè correttivo, come troppo sovente ora accade nella « routine » professionale, e come giustamente sottolineava Costantino.

Concludendo ringrazio tutti gli interlocutori per la loro cortese attenzione ed in particolare Mortarino, per il suo assenso alla mia relazione in generale; in essa si voleva insistere, in modo sincero e preoccupato, sui diritti dell'uomo, per i quali tanto temette Le Corbusier che, da poeta qual era, molti decenni fa intuì anche che la società contemporanea sarebbe stata così crudele da trasformare la « casa » in una « macchina per abitare », e ce ne avvertì con la sua polemica testimonianza.

TRINGALI: Rispondo a Costantino che non vorrei essere stato frainteso nelle sue affermazioni. Un'attività come quella dell'ISES potrebbe essere svolta a livello più alto di unificazione operativa però un Istituto con tali funzioni non esiste e l'ISES è intervenuta forse anche al di fuori delle competenze per sopperire ad una carenza riscontrata nella realizzazione delle proprie opere. Certe disposizioni normative che provengono da collaborazioni con Istituti Universitari, l'ISES le ha portate a livello di organismi nazionali interessati ai lavori pubblici. Tali normative non nascono da criteri empirici ma da studio di analoghe iniziative e di normative straniere. Esiste ormai una messe di normative frutto di questo lavoro, nata appunto in seguito alla carenza riscontrata. La normativa nasce anche da una collaborazione col settore produttivo. C'è carenza di organizzazione, ma lo stesso Convegno in atto denota un fermento che potrà dare i suoi frutti. C'è però il fatto fondamentale che la normativa portata avanti non viene sempre

univocamente seguita in tutti i settori, per cui se ne auspica la trasformazione in disposti legislativi.

A Togni la risposta è stata data in parte da Martorana nel senso che certi interventi legislativi sono in atto. Dato che c'è una tendenza per lavori in campo ospedaliero ed in altri, ad una rielaborazione ed integrazione dei fatti normativi e unificativi, saranno tenuti in conto tutti i settori interessati.

In relazione all'intervento di Martorana confermo che le caratteristiche dell'industrializzazione aperta sono quelle che meglio si attagliano alle possibilità di intervento degli enti, in quanto influiscono su una semplificazione dei fatti strutturali e operativi.

A Mortarino rispondo che spesso gli interventi antropici sono necessari.

— **ALBORGHETTI:** Concordo con Martorana per quanto riguarda la struttura a componenti; per quanto riguarda Mortarino confermo che a Torino da 60 anni l'Istituto sta operando e spera che sia possibile una lunga ulteriore attività. Il costo di esercizio degli impianti più vecchi è inferiore, però è da tenere conto che l'utente non ne ha gran beneficio per il maggior costo di impianto.

DISCUSSIONE DELLE RELAZIONI:

Laudi, Sacerdote, Pugno-Grespan, Sacchi.

— **VALOTA:** A Laudi chiedo che tipo di tubo (misura, materiale, ecc.) viene adoperato per le reti di sfato negli impianti per edifici prefabbricati e quali sono le varie modalità realizzative più correnti per le reti di sfato nell'edilizia prefabbricata.

— **CHIUSANO:** Sono d'accordo con Laudi sull'uso dei collegamenti per le casseforme in opera, ma non per quelle gettate a terra, in quanto esistono problemi di tolleranze. L'importante non è la prefabbricazione, ma avere una metodologia per il rapido montaggio e collegamento. La normativa corrente in alcuni casi recenti ha delle specifiche tali (ad esempio si impedisce l'uso di valvole di sfogo su tutti i radiatori) in contrasto con l'impiego di nuove tecnologie proposte. Se c'è il problema dello spillamento di acqua calda il problema è sociale e va risolto con la fornitura centralizzata di acqua a basso costo. Spesso i capitoli mortificano l'uso di alcuni impianti di avanguardia.

— **OLIVIERI:** Metto in evidenza alcune possibilità connesse all'uso del combustibile gassoso per impianti di riscaldamento nella costruzione prefabbricata; in particolare due soluzioni particolarmente attraenti, l'una adatta nel caso di costruzioni con riscaldamenti individuali, l'altra consi-

— **BORINI:** Circa l'inesistenza di laboratori atti ad eseguire ricerca applicata in Italia, rispondo che la categoria ha più volte rilevato ciò. C'erano stati contatti col C.N.R. per costituire un centro sul tipo di quelli stranieri, ma non è stato possibile. È in corso la costituzione di un laboratorio dell'ANCE (*) con pretese iniziali limitate che potrebbero però notevolmente ampliarsi con la collaborazione di altre categorie industriali ed il contributo statale. La ricerca in campo acustico deve essere basata su indagini esperite presso gli abitanti degli alloggi come risulta dalla proposta di ricerca, riprodotta a pag. 123. Ritengo, anche da dati esterni, che la spesa effettiva di isolamento termico e acustico non scenda al di sotto del 4%. Sulla legge degli standard edilizi, l'abbassamento dell'altezza dei locali può essere limitata o diluita nel tempo. Fondamentale è invece la possibilità di inserire i servizi all'interno. L'Italia è l'unico paese al mondo ad avere la limitazione di 3 m di altezza di piano, altrove si va a 2,20 m.

Gli inconvenienti citati dal prof. Martorana sono stati ovviati mantenendo però l'altezza di piano a m 2,50; per l'Italia al momento la misura più appropriata è m 2,70.

(*) Associazione Nazionale Costruttori Edili, con sede in Roma.

gliabile nel caso di impianti di riscaldamento collettivi.

Nel caso di riscaldamenti individuali risulta particolarmente felice la soluzione, già assai diffusa in Francia, di realizzare unità termiche autonome esterne all'alloggio. Ciascuna unità comprende: il misuratore di gas, la caldaia per la produzione di acqua calda per il riscaldamento a termosifone, un serbatoio per l'accumulo di acqua calda riscaldata tramite la precedente caldaia (oppure una unica caldaia mista per la produzione simultanea di acqua per l'impianto di riscaldamento e per gli usi sanitari), e la canna fumaria tipo Shunt nella quale sbocca il terminale dell'apparecchiatura termica.

Nell'alloggio pertanto vengono solo più introdotte la tubazione gas per la cucina e le tubazioni acqua calda per il circuito di riscaldamento e per l'alimentazione degli apparecchi sanitari.

Le unità sopradescritte sono facilmente montabili in cantiere e la loro sovrapposizione ai diversi piani dell'immobile permette di realizzare una colonna montante di unità termiche perfettamente identiche, esterne all'alloggio e facilmente ispezionabili.

Nel caso di riscaldamenti collettivi o centralizzati, l'edilizia prefabbricata può trarre numerosi vantaggi da realizzazioni di centrali termiche in terrazza o in sottotetto.

Con questi tipi di installazione si realizza l'eliminazione della canna fumaria con conseguente sensibile minor spesa sia per il materiale non più necessario, sia per il valore dello spazio utilizzabile in modo economicamente più vantaggioso, sia ancora per la riduzione del numero di pareti di configurazione particolare.

Dal punto di vista della tecnologia l'impianto di produzione del calore può essere costruito con caldaie a gas a bruciatore aspirato (si costruiscono unità leggere di media potenzialità con possibilità di montaggio in batteria), come pure con caldaie tradizionali su cui si montano bruciatori ad aria soffiata appositamente costruiti per i combustibili gassosi.

— **SANTARNECCHI**: Richiamo e plaudo al discorso introduttivo di Brossa che auspica sostanzialmente un maggiore contatto fra progettisti e produttori. Con riferimento all'intervento di Greppe e di Borini ritengo eccessiva la valutazione corrente del costo degli isolanti termici ed acustici.

Mi associo alla proposta di Codegone di estendere una mozione in cui vengano posti all'attenzione del pubblico gli orientamenti emessi dal Convegno.

Riguardo alle norme c'è da osservare che non sempre sono conosciute e talvolta purtroppo seguite in maniera incompleta se non proprio negativa.

Si esamini quindi la possibilità di stabilire dei controlli e di estendere le norme dell'edilizia sovvenzionata e scolastica a quella ospedaliera ed anche a quella privata.

I controlli sono necessari in tre sedi: progettazione, esecuzione e collaudo.

Necessario è anche un controllo della incompatibilità dei materiali, anche dal punto di vista della produzione dei gas tossici.

Sottolineo l'utilità dell'introduzione dello spessore economicamente ottimale degli isolanti richiamandosi all'accento fatto da Sacchi nella sua memoria, giacché ciò consente riduzione di costi complessivi, oltre al fatto che così si dà un contributo sensibile alla riduzione dell'inquinamento atmosferico.

Circa la memoria di Laudi, quando questi auspica collaborazione tra architetti, costruttori e progettisti impiantisti, vorrei si tenessero presenti anche i produttori che possono dare una collaborazione valida anche dal punto di vista tecnico.

— **TOGNI**: Anche a nome di Costantino con riguardo alla relazione Sacerdote auspico che tutte le ricerche fatte dai diversi Enti ed Istituti vengano coordinate ed organizzate da un unico organismo e portate a conoscenza di tutte le componenti interessate, dato che ora la divulgazione è carente.

Riguardo agli impianti di termoventilazione, chiedo a Laudi e ad Alborghetti se non possa essere più economico, viste le particolari esigenze di esercizio degli impianti nelle costruzioni di tipo economico come quelle attuali prefabbricate con alloggi tra 50 e 100 mq, usare la termoventilazione invece del riscaldamento con elementi radianti, oggi quasi universalmente adottato.

— **MARTORANA**: Espongo qui alcuni studi ed esperienze nel campo della protezione dalle radiazioni solari di pareti leggere con l'uso di intercapedini d'aria aperte. Nel campo dei vetri si è ottenuto un buon risultato con rivestimenti atti a ridurre molto l'irraggiamento nel campo dell'emissione propria.

— **LAUDI**: A Valota e a Chiusano, che domandano come si usa progettare le reti di sfato d'aria ed esprimono dubbi che funzionino da sfato tubi discendenti sotto la quota del punto da sfogare, rispondo che:

— Normalmente si prolungano e si uniscono con collettore i cosiddetti «punti alti» dell'impianto ove i gas si raccolgono e la rete così fatta deve risultare sempre più alta dei punti di sfogare. Il sistema con tubi di sfato in uscita dalle testate dei radiatori e risvoltati in basso per unirsi in collettore sotto pavimento a quote inferiori alle testate dei radiatori stessi può servire per un parziale ed approssimato riempimento e quindi è inaccettabile in un impianto di riscaldamento ove lo sfato deve sempre essere attivo per l'eliminazione dell'aria e dei gas che si formano in rete. Servono bene le valvole automatiche oggi in commercio praticamente inutilizzabili ai fini di spillamento d'acqua (più comodi essendo per tal sconsiderato uso i bocchettoni delle valvole o dei detentori) — ma moltissimi capitolati ancora oggi le ignorano.

L'impiego di serpentine in tubo di rame per pannelli radianti è ottimo sotto moltissimi aspetti, come già detto in relazione. Ma attenzione bisogna porre se il cemento viene fatto maturare forzatamente in casse-forme; dovendo mantenere il tubo di rame sotto pressione idraulica, perchè non venga deteriorato nelle fasi di lavorazione, si possono creare, per effetto della temperatura dell'insieme, pressioni intollerabili. In tal caso è meglio il tubo di ferro.

Il problema delle giunzioni è da prevedere e risolvere bene in fase di progetto.

A Olivieri sul sistema di riscaldamento con impianti particolari per ogni alloggio.

Anche con caldaie singole per appartamento i sistemi esposti in relazione possono essere gli stessi e sono indipendenti dalla fonte termica che pertanto assume forma di argomento marginale rispetto al tema trattato (anche se, in termini asso-

luti, è ovviamente argomento di estrema importanza).

In un edificio condominiale, a mio avviso, non è razionale un riscaldamento con caldaia per singolo appartamento. Un fabbricato non è scindibile dal suo riscaldamento come servizio generale necessario. Non può essere trattato al livello degli elettrodomestici, tanto più oggi che si tende a centralizzare anche quelli. Prendiamo ad esempio la pianta di un alloggio tipo: diversi e anche di molto sono i consumi a seconda di come è posizionato l'alloggio nello stesso edificio.

Diversi sono i consumi se un alloggio è riscaldato sempre e i confinanti sono o non sono riscaldati. Questi ultimi possono speculare sul fatto che i vicini mantengano loro l'alloggio tiepido e quindi spengono quando non ci stanno, tanto, per la spesa pagata da altri, rapida è poi la messa a regime. E ancora: come si dimensiona e realizza in modo economico il riscaldamento dei locali tenendo conto del pregio preteso della uniformità di temperatura e anche, per definizione, della pretesa sufficienza di temperatura indipendentemente dal riscaldamento degli alloggi confinanti? Di conseguenza viene la risposta a Togni:

Il riscaldamento non è come l'illuminazione poichè il calore può attraversare i muri di confine, la luce no.

Con l'uso del metano potrebbero esserci interessanti prospettive in senso contrario alla centralizzazione per quartieri visto la maggior convenienza del tubo unico del metano a circuito aperto, senza isolanti, contro il doppio tubo più grande dell'acqua calda, il tutto associato al vantaggio indiscutibile dal punto di vista inquinamento.

A Santarnecki riguardo alla proposta di norme rispondo che l'eccesso di norme può provocare col tempo l'esigenza di aggiunte e modifiche assai scomode e spiacevoli. Ottimo e completamente condiviso l'invito a maggiore contatto con i produttori.

— SACCHI: A Martorana segnalo che esistono studi recenti nel campo della protezione dalle radiazioni solari in corso anche presso il Politecnico di Torino (Istituto di Fisica Tecnica, Paolo Bondi) che già danno qualche risultato. I risultati sui vetri sono interessanti anche se a livello di studio e forse non ancora di applicazione, come è l'interesse del Convegno.

Possono interessare molto le riduzioni del coefficiente di trasmissione dei vetri ora spesso molto elevate. Importante è l'uso dello spessore ottimo economicamente e importante la connessione dell'isolamento con i problemi di inquinamento e di benessere ambientale.

Auspicio infine un profondo collegamento di tutte le componenti a livello iniziale di progetto quando ogni aspetto può essere preso nella giusta considerazione.

— FINZI CONTINI: Presento alcuni aspetti del problema di riscaldamento di quartieri con grandi centrali termiche che assume notevole importanza nell'edilizia prefabbricata per grandi quartieri.

Importante è l'accoppiamento delle produzioni di energia termica ed elettrica dal punto di vista della riduzione anche dell'inquinamento termico.

MOZIONE

Presentata da alcuni partecipanti al Convegno, ampiamente discussa e infine approvata.

I tecnici interessati ai problemi termici ed acustici nell'edilizia prefabbricata convenuti a Torino in data 12/3/71 per iniziativa dell'ATI (Associazione Termotecnica Italiana) Sez. Piemontese;

rilevata la insufficiente informazione dell'opinione pubblica in generale e la non sempre completa conoscenza da parte di progettisti e costruttori dei problemi termici ed acustici, nella forma quantitativa,

richiamano la necessità che le raccomandazioni delle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici:

n. 1769 del 30/4/66, « Criteri di valutazione e collaudo nelle costruzioni edilizie ».

n. 3150 del 22/5/67, « Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici ».

n. 3151 del 22/5/67, « Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione nelle costruzioni edilizie ».

n. 6795 del 6/3/70, « Criteri di valutazione delle grandezze atte a rappresentare le proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione negli edifici scolastici ».

e del Decreto Ministeriale 21/3/70 supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 134 del 1/6/70,

siano rispettate e formino oggetto di specifico inserimento nei capitolati di appalto e disciplinari, sia per l'edilizia sovvenzionata che per l'edilizia privata, e che comunque vengono sempre fatte osservare.

Alla fine Cesare Codegone, Presidente del Convegno, ringrazia i relatori, gli intervenuti ed in particolare le autorità accademiche, il presidente della Sezione Piemontese ATI, e tutti coloro che si sono interessati all'Organizzazione del Convegno. Uno speciale ringraziamento viene espresso dal Presidente a Vincenzo Ferro ed a Paolo Bondi, dell'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino, responsabili dell'Organizzazione del Convegno stesso.

Partecipanti:

- ALBORGHETTI Franco - Istituto Autonomo Case Popolari - Corso Stati Uniti, 11 - Torino
- ANCORA Felice - Via Palmieri, 30 - Torino
- ANSEMI Ugo - Soc. Carlo Ferrari - Via Tunisi, 37 - Torino
- ANTONIUZZI Mario - S.R.L. - Via Cantoni, 5 - Milano
- BONDI Paolo - Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino
- BORASI Vincenzo - Istituto di Architettura del Politecnico di Torino
- BORINI Marco - Collegio Costruttori Edili - Via S. Francesco da Paola, 25 - Torino
- BOTTA Valentino - Ditta VAMEI - Viale Brignone, 2 - Trino Vercellese
- BROSSA Gian Domenico - A.E.M. Azienda Elettrica Municipale - Via Bertola, 48 - Torino
- BULATNIKOVA Rimma - Olivetti S.p.a. - Via Arcivescovado, 9 - Torino
- CAPETTI Ugo - Società Italiana Gas - Via XX Settembre, 41 - Torino
- CAPPABAVA - Zent Frenger - Piazza Repubblica, 25 - Milano
- CHIUSANO Mario - Viale alla Vittoria, 6 - Asti
- CODEGONE Cesare - Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino
- COMOLA Paolo - Via Piacenza, 38 - Genova
- COSTANTINO Mario - Via Roncaglia, 14 - Milano
- DI PASCALE Salvatore - Via del Don, 1 - Milano
- FARINA Albano - ENEL - Via Carducci, 3 - Milano
- FERRO Vincenzo - Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino
- FINZI CONTINI Bruno - Istituto di Fisica Tecnica dell'Università - Via A. Valerio, 10 - Trieste
- GAVIOLI Renzo - Via Filanda, 8/8 - Bologna
- GERARDI Aurelio - ENEL - Via Carducci, 3 - Milano
- GINI - Zent Frenger - Via Repubblica, 25 - Milano
- GIORIA Servilio - Ditta Giacomini - S. Maurizio d'Opaglio (Novara)
- GREPPI Pierino - Montecatini S.p.a. - Largo Donegani 1/2 - Milano
- LAUDI Giacomo - Via Madama Cristina, 62 - Torino
- LAZZERINI Renato - Via Carlo Pedrotti, 25 - Torino
- LEVI Franco - Istituto di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Torino
- LONGO Alberto - Via Madama Cristina, 47 - Torino
- MARABELLI Angelo - Aerimpianti - Via Fabio Filzi, 25 - Milano
- MARELLI Alessandro - ABET-PRINT - Viale dell'Industria, 19 - Brà (Cuneo)
- MARTORANA Salvatore - Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Milano
- MORTARINO Carlo - Istituto di Meccanica Applicata del Politecnico di Torino
- NAPOLI Stefano - Montecatini S.p.a. - Largo Donegani, 1/2 - Milano
- NOVELLINI Alessandro - Agenzia Breda Standard - Via S. Donato, 38 - Torino
- OLIVIERI Luigi - Società Italiana Gas - Via XX Settembre, 41 - Torino
- PARIGI - Zent Frenger - Piazza Repubblica, 25 - Milano
- PASQUARELLI Aldo - Istituto di Fisica Sperimentale del Politecnico di Torino
- PECORI GIRALDI Francesco - Società Italiana Impianti - Corso Firenze, 33/12A - Genova
- PEDROTTI Mario - Arnaldo Mondadori Editore - Via Salasco, 7 - Milano
- PISANI Francesco - Istituto di Fisica Tecnica dell'Università - Via A. Valerio, 10 - Trieste
- PUGNO Giuseppe Antonio - Istituto di Scienza delle Costruzioni - Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino
- REVELLI Ruggero - Via Battistoni, 28 - Milano
- ROSSETTI Ugo - Istituto di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Torino
- ROSSETTI CONTI - Via Romolo Bitti, 18 - Milano
- SACCHI Alfredo - Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino
- SACERDOTE Gino - Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » - Corso Massimo d'Azeglio, 42 - Torino
- SAGGESE Giovanni - Strada dei Colli, 15 - Pino Torinese
- SALINA Giorgio - Montecatini S.p.a. - Largo Donegani, 1/2 - Milano
- SANTARNECCHI Guglielmo - Vetreria Italiana Balzaretti e Modigliani - Via dell'Esperanto, 71 - Roma
- SARTORIO Lorenzo - Via Bardonecchia, 5 - Torino
- SOTGIA Giorgio - Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Milano
- STICCA Valerio - Provincia di Torino - Via Maria Vittoria, 12 - Torino
- TOCNI Giulio - Aerotecnica Marelli - Viale Lancetti, 43 - Milano
- TONETTI Pier Gianni - Via Pozzo, 17 - Biella
- TRINGALI Ezio M. - ISES - Istituto per lo Sviluppo dell'Edilizia Sociale - Via Morgagni, 30H - Roma
- VALOTA Nicola - C.I.S.A.R. - Viale Vittorio Veneto, 20 - Milano
- WIDMAN Walter - Via Murat 4A - Milano
- ZAFFIRI Ersilio - Via Goito, 9 - Moncalieri (Torino)
- Società:
- ENEL - Ente Nazionale per l'Energia Elettrica
Via Carducci, 3 - Milano
- HOVAL ITALIANA
Via Palestrina, 9 - Torino
- MONTECATINI-EDISON S.p.a.
Largo Donegani, 1/2 - Milano
- SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E ARCHITETTI IN TORINO
Via Giolitti, 1 - Torino
- VETRERIA ITALIANA BALZARETTI & MODIGLIANI
Via E. Romagnoli, 6 - Milano
- ZENT FRENGER S.p.a.
Piazza Repubblica, 25 - Milano

Allegato alla relazione del Collegio Costruttori Edili presentata da Marco Borini.

1. Premessa.

La ricerca si propone di individuare la validità funzionale degli isolamenti acustici impiegati nelle abitazioni, sulla base del grado di soddisfacimento degli utenti.

A tale scopo si cercherà di valutare, e quindi di isolare quelle variabili suscettibili di influenzare tale grado di soddisfacimento, quali:

- costo dell'abitazione;
- condizione socio-economica degli utenti dell'abitazione;
- condizione psicologica degli utenti dell'abitazione.

È importante conoscere tali variabili perchè altrimenti si correrebbe il rischio di ottenere valutazioni estremamente soggettive, influenzate appunto dalle citate variabili, che non sono in grado di fornire elementi di valutazione sull'efficacia degli isolamenti acustici.

È evidente che la eventualità di confrontare il grado di soddisfacimento degli utenti con rilievi fonometrici eseguiti nelle abitazioni (sia per rumori prodotti artificialmente con opportune attrezzature, sia per i rumori lamentati dagli utenti) consentirebbe di eliminare alcune incognite che invece potrebbero rendere i risultati dell'indagine scarsamente significativi. È un rischio che, date le indicazioni del committente a tale proposito, bisogna assolutamente correre e che potrà di conseguenza richiedere un supplemento di indagine qualora i risultati non fossero significativi e quindi sufficienti ad individuare la validità funzionale degli isolamenti acustici impiegati nelle abitazioni.

La finalità della ricerca, secondo le indicazioni del committente sono in particolare le seguenti:

— Valutare il grado di soddisfacimento degli utenti nei confronti dell'isolamento acustico delle abitazioni da essi occupate, sia che in esse siano impiegati particolari materiali o sistemi di isolamento acustico, sia che tali materiali o sistemi di isolamento siano totalmente o parzialmente assenti. Per la valutazione del grado di soddisfacimento è indispensabile separare gli elementi obiettivi da quelli soggettivi relativi al disturbo che influisce sul soddisfacimento stesso.

— Individuare le fonti di rumore e del conseguente disturbo distinguendo fra quelle esterne ed interne all'edificio. In particolare si cercherebbe di elencare tutte le possibili fonti di rumore in modo da determinare, per ciascuna di esse, la frequenza e l'intensità del disturbo prodotto.

2. Metodologia.

L'indagine si svolgerà su un campione di 400 abitazioni, da scegliere nelle città di Milano e Torino. Si fa tuttavia presente che l'indagine in una sola delle due città consentirebbe di avere un campione più rappresentativo e che in particolare, per la città di Torino, esistono già alcune abitazioni per le quali sono stati eseguiti rilievi fonometrici dall'Ing. Pugno.

L'unico problema a tale proposito sarà quello di verificare la rispondenza degli edifici analizzati dall'Ing. Pugno con le esigenze del campione relativo alla presente ricerca.

2.1. Definizioni.

Prima di passare ad illustrare i criteri per la scelta del campione, riteniamo opportuno premettere alcune definizioni in grado di chiarire la terminologia che vi sarà impiegata.

Edificio isolato: È un edificio in cui sono stati impiegati materiali e/o sistemi atti ad ostacolare la trasmissione di rumori di varia origine. I materiali e/o i sistemi saranno quelli impiegati per ostacolare:

- la trasmissione dei rumori attraverso le pareti esterne;
- la trasmissione dei rumori attraverso i solai;
- la trasmissione dei rumori attraverso i divisori interni;
- la trasmissione dei rumori prodotti dagli impianti tecnici (ascensore, riscaldamento e/o condizionamento, impianto idrico-sanitario).

Edificio non isolato: È quello in cui non sono stati impiegati materiali particolari e/o sistemi atti ad ostacolare la trasmissione di rumori di varia origine.

Ambiente rumoroso: Si intende un ambiente esterno in cui l'intensità di sensazione sonora risulti superiore ai 45 phon diurni (media fra la media dei valori minimi, purchè superiori al minimo assoluto, rilevati in ogni ora lungo l'arco di 14 ore fra le 7 e le 21, e la media dei valori massimi rilevati nello stesso modo) e ai 35 phon notturni (media fra la media dei valori minimi, purchè superiori al minimo assoluto, rilevati in ogni ora lungo l'arco di 10 ore fra le 21 e le 7, e la media dei valori massimi rilevati nello stesso modo).

Ambiente silenzioso: Si intende un ambiente esterno in cui l'intensità di sensazione sonora risulti inferiore ai 40 phon diurni (calcolati come sopra) e ai 30 phon notturni (calcolati come sopra).

I limiti posti dalle precedenti definizioni sono ovviamente suscettibili di modificazione conseguentemente alla maggiore o minore presenza contemporanea dei fattori caratterizzanti. Essi sono quindi da considerarsi, almeno per il momento, puramente indicativi e non vincolanti, in quanto potrà ad esempio avvenire che non vi siano edifici completamente isolati nè edifici completamente non isolati. Questa difficoltà si presenta in quanto non si ha alcuna informazione sull'universo dal quale estrarre i campioni. La possibilità di optare soltanto per una delle due città sarà di conseguenza anche dettata dal maggior grado di approssimazione raggiungibile nella definizione dell'universo (numero degli edifici costruiti negli ultimi dieci anni suddivisi per categoria di isolamento — pareti esterne, solai, divisori interni, impianti tecnici) e dalla collaborazione ottenibile dalla locale Associazione dei costruttori.

2.2. Scelta del campione.

In collaborazione con le locali Associazioni dei costruttori si individueranno fino a 100 fabbricati residenziali così caratterizzati:

— 25 edifici isolati e 25 edifici non isolati su ambiente rumoroso;

— 25 edifici isolati e 25 edifici non isolati su ambiente silenzioso.

La soluzione migliore sarebbe quella di individuare un ambiente rumoroso adiacente a cui vi siano ambienti silenziosi; si considererebbero quindi gli edifici compresi fra l'ambiente rumoroso e quello silenzioso, determinando quali sono gli edifici isolati e quali gli edifici non isolati, compresi nello stesso gruppo di edifici o in gruppi adiacenti, che affacciano sull'ambiente rumoroso e quali su quello silenzioso (al limite parte esterna e parte interna, rispettivamente, degli stessi fabbricati).

Per ciascun edificio si considereranno 4 abitazioni, di cui 2 al secondo piano e due al terzo. Si è già accennato che lo stesso edificio potrà essere assegnato sia all'ambiente rumoroso, sia all'ambiente silenzioso quando contenga sia abitazioni completamente sull'ambiente rumoroso, sia completamente sull'ambiente silenzioso.

Ricapitolando si avranno quindi:

— 100 abitazioni in edifici isolati su ambiente rumoroso;

— 100 abitazioni in edifici non isolati su ambiente rumoroso;

— 100 abitazioni in edifici isolati su ambiente silenzioso;

— 100 abitazioni in edifici non isolati su ambiente silenzioso;

per un totale di 400 abitazioni.

2.3. Interviste ai costruttori.

Individuati con la procedura indicata i 100 fabbricati del campione, si procederà alle interviste dei relativi costruttori per sapere quale tipo di isolamento è stato impiegato e il perchè di tale impiego o meno.

Gli argomenti che saranno trattati riguarderanno:

— l'impiego o meno di isolamento acustico;

— le parti dell'edificio che sono state isolate;

— il perchè dell'impiego di un certo isolamento;

— il risparmio sul costo dell'opera per mc (vuoto per pieno: vpp) se alcune parti non sono state isolate rispetto ad un isolamento completo;

— un giudizio sull'efficacia degli isolamenti acustici;

— quali parti dovrebbero essere maggiormente isolate e come;

— qual è stato l'aumento di costo dell'opera a mc (vpp) per aver impiegato l'isolamento acustico, rispetto alla stessa opera priva di isolamento acustico;

— risultati positivi o negativi di una normativa sull'isolamento acustico (parti da isolare, coefficienti di isolamento, metodi di misurazione, ecc.).

Sulla base dei risultati di queste interviste si preparerà il questionario per le famiglie.

2.4. Interviste alle famiglie.

Per ogni famiglia si individueranno anzitutto l'ambiente circostante, cioè la presenza di famiglie numerose negli appartamenti confinanti, il prezzo dell'abitazione e la condizione socio-economica della famiglia intervistata.

Si procederà quindi con la serie di domande vere e proprie del questionario, di cui se ne somministreranno due per ogni famiglia (uno al capofamiglia ed uno alla persona che trascorre la maggioranza del proprio tempo nell'abitazione esaminata) attraverso due interviste separate.

Il questionario sarà diviso in tre parti:

— domande relative ai disturbi di origine esterna;

— domande relative ai disturbi di origine interna;

— domande atte a definire il grado di nevroticità del soggetto (Maudsley Personality Inventory).

Definite le fonti dei rumori esterni ed interni, per ognuna di esse si prevedono domande dirette e domande indirette.

Le domande dirette avranno quindi questa forma generale:

«Quando la disturba il rumore di... (fonte di rumore)?», per le quali la risposta sarà del tipo: a) assenza di rumore; b) nessun disturbo; c) poco disturbo; d) molto disturbo; e) moltissimo disturbo.

Si porrà quindi la domanda per conoscere la frequenza del rumore e concluderà con la domanda del tipo: «Si è abituata al rumore di... (fonte del rumore)?».

Le domande indirette tenderanno invece ad individuare le attività che risultano disturbate dal rumore. Esse avranno di conseguenza questa forma generale: «Il rumore di... (fonte del rumore) disturba... (attività disturbata)?», ed anche in questo caso la risposta sarà del tipo: a) assenza di rumore; b) nessun disturbo; c) poco disturbo; d) molto disturbo; e) moltissimo disturbo.

La serie delle domande indirette si concluderà con la domanda del tipo: «Desidererebbe trasferirsi in un appartamento rumoroso?».

La terza parte del questionario conterrà una serie di 64 domande precodificate che, in base alla valutazione della variabile introversione-estroversione del soggetto, consentirà di individuare il grado di nevroticità del soggetto intervistato.

2.5. Elaborazione dei dati.

I dati raccolti attraverso i questionari saranno elaborati tenendo conto delle relazioni tra i vari elementi da analizzare che risulteranno dalle interviste con i costruttori.

Si può comunque già da ora premettere che si cercherà di assegnare un punteggio numerico ai vari elementi condizionanti il giudizio di soddisfazione degli utenti. In questo modo lo stesso giudizio di soddisfazione sarà espresso mediante un punteggio e si potrà di conseguenza più facilmente valutare in modo esatto l'influenza dei fattori soggettivi.

DINAMICA DEL « TONNEAU »

Studio di una acrobazia aerea

ATTILIO LAUSETTI descrive brevemente l'evoluzione acrobatica aerea nota comunemente con il nome di « tonneau » nei suoi tre possibili tipi fondamentali e per ciascuno di essi studia, con una trattazione elementare, le caratteristiche fondamentali del moto in regime periodico. Conclude la trattazione con un breve esame delle condizioni di sicurezza del pilota e degli spettatori in questa acrobazia aerea.

1. DEFINIZIONE E CLASSIFICA DEI VARI TIPI DI « TONNEAU »

Il « tonneau », chiamato talvolta anche « vite orizzontale » o, assai raramente, « frullo orizzontale », è una spettacolare evoluzione acrobatica dell'aereo, che assume caratteristiche assai diverse a seconda del modo con il quale la si effettua.

Se ne possono distinguere tre tipi fondamentali: 1) il « tonneau in asse » o « pseudo-tonneau »; 2) il « tonneau corretto » o « in canone »; 3) il « tonneau spurio » o « con deviazione ciclica ».

mentre il baricentro di esso descrive una traiettoria elicoidale ad asse orizzontale di raggio relativamente piccolo rispetto al passo, e il sostentamento dell'aereo nell'intero giro è assicurato esclusivamente dall'azione risultante della forza aerodinamica e dalla forza centrifuga.

Nel « tonneau spurio » o « con deviazione ciclica » (fig. 3) l'aereo ruota intorno al proprio asse longitudinale e il suo baricentro descrive una traiettoria elicoidale ad asse orizzontale come nel « tonneau in canone », ma per il sostentamento utilizza periodicamente anche una quota parte di

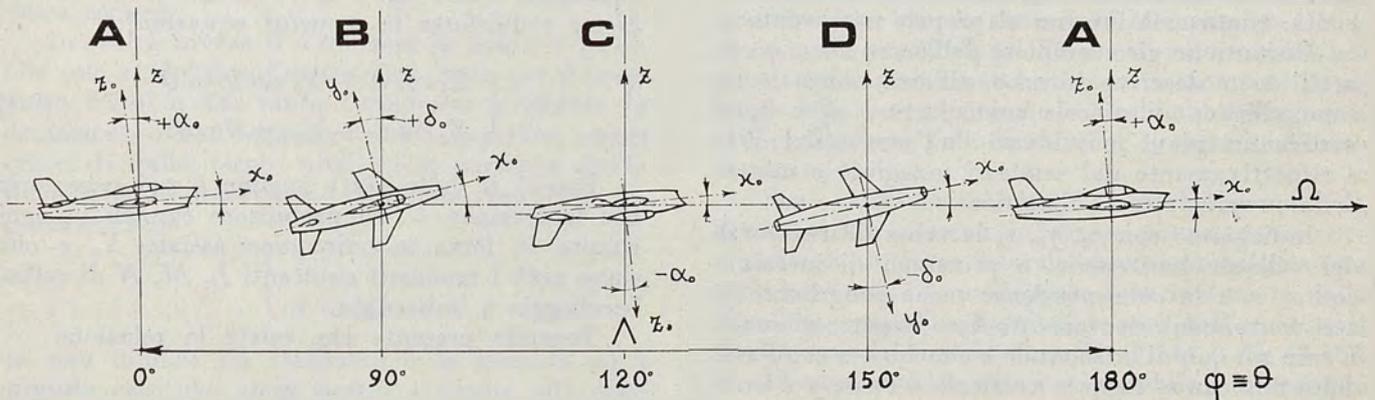


Fig. 1.

Nel « tonneau in asse » (fig. 1) l'aereo ruota intorno ad un asse rettilineo orizzontale lungo cui il baricentro di esso trasla di moto uniforme, o quasi. Nel « tonneau in asse » durante ogni giro completo l'aereo per due volte, quando il piano alare viene a trovarsi in posizione verticale, deve sostentarsi utilizzando esclusivamente la devianza aerodinamica.

Nel « tonneau corretto » o « in canone » (fig. 2) l'aereo ruota intorno al proprio asse longitudinale,

devianza aerodinamica. Perciò l'aereo durante ogni giro deve imbardare ciclicamente da una parte e dall'altra in modo da presentare nei punti B e D di fig. 3 le deviazioni laterali massime $\pm \delta$.

Esamineremo ora successivamente i tre tipi di « tonneau » sopradescritti, in modo da ricavare, con mezzi semplici, una visione per quanto possibile completa di questa interessante figura acrobatica nelle sue condizioni di regime periodico.

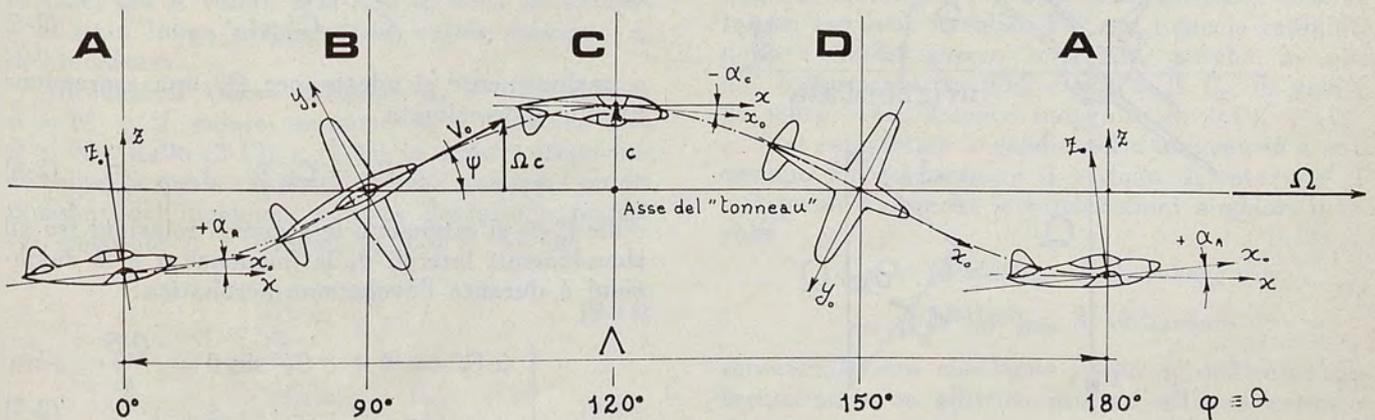


Fig. 2.

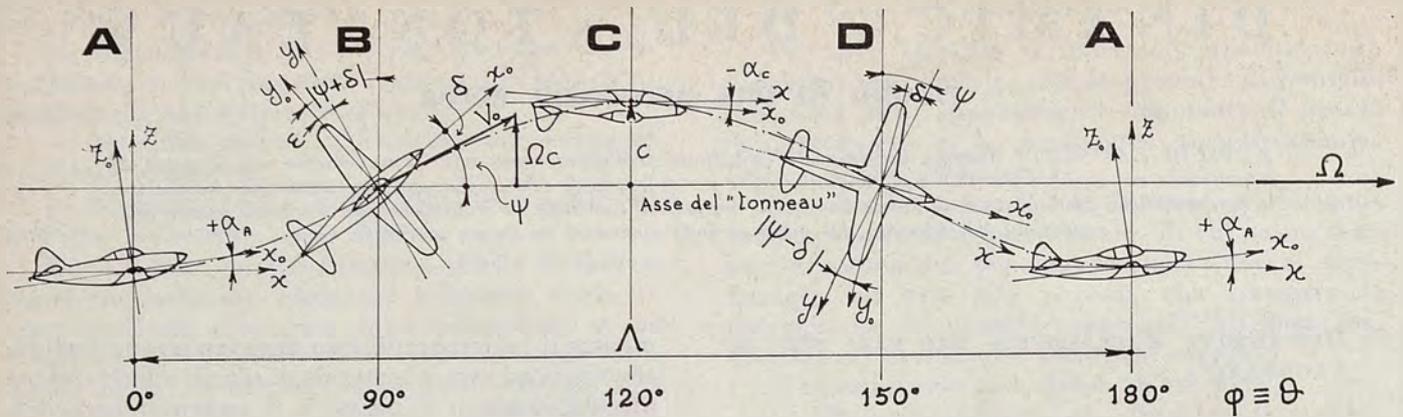


Fig. 3.

2. «TONNEAU IN ASSE» O «PSEUDO TONNEAU»

Nel «tonneau in asse» (fig. 1) il baricentro dell'aereo percorre una traiettoria rettilinea orizzontale in moto uniforme, o quasi, mentre l'aereo ruota su se stesso intorno ad un proprio asse longitudinale baricentrico contenente il vettore velocità, ruota cioè intorno al proprio asse vento x .

Durante un giro completo dell'aereo l'asse corpo x_0 di esso descrive intorno all'asse vento x un cono ellittico di piccole semiaperture α_0 e δ_0 al vertice nei piani individuati dall'asse x del cono e rispettivamente dai semiassi maggiore e minore della propria ellisse direttrice.

Indichiamo con x_0, y_0, z_0 la terna di assi corpo del velivolo baricentrici e principali di inerzia e con x, y, z la corrispondente terna congruente di assi vento, con orientamento fisso rispetto al suolo. L'asse x è quindi orizzontale e coincidente con l'asse del «tonneau», l'asse z verticale e l'asse y è orizzontale e normale tanto ad x che a z .

Ciò premesso, perchè il velivolo compia un

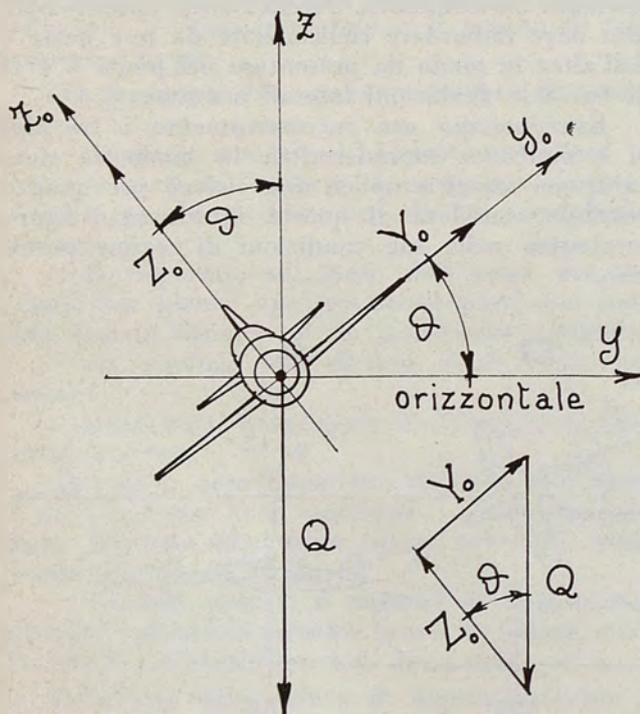


Fig. 4.

«tonneau in asse» e non viri e non derapi, trascurando le componenti normali della trazione \mathcal{T} del propulsore nel piano $x y$, è necessario che il peso Q , la forza aerodinamica normale Z_0 , coincidente praticamente con la portanza P , e la forza aerodinamica laterale Y_0 si facciano in ogni istante equilibrio. Dalla fig. 4 si vede allora che devono essere soddisfatte le seguenti equazioni:

$$\begin{cases} Z_0 \cos \vartheta + Y_0 \sin \vartheta = Q \\ Z_0 \sin \vartheta - Y_0 \cos \vartheta = 0 \end{cases} \quad (2-1)$$

Perchè il moto sia a regime è poi necessario che la trazione \mathcal{T} del propulsore eguagli in ogni istante la forza aerodinamica assiale X_0 e che siano nulli i momenti risultanti L, M, N di rollio, beccheggio e imbardata.

Tenendo presente che esiste la relazione

$$P \simeq Z_0 \quad (2-2)$$

e dividendo tutti i termini di entrambe le equazioni (2-1) per

$$\frac{1}{2} \rho V^2 S = q S \quad (2-3)$$

si ottiene:

$$\begin{cases} C_p \cos \vartheta + C_Y \sin \vartheta = \frac{Q/S}{q} \\ C_p \sin \vartheta - C_Y \cos \vartheta = 0 \end{cases} \quad (2-4)$$

Se si pone, come d'abitudine,

$$C_p = C_p' \alpha \quad (2-5)$$

e analogamente si adotta per C_Y una espressione lineare approssimata

$$C_Y = C_Y' \delta \quad (2-6)$$

dalle (2-4) si ottengono le seguenti relazioni fra gli sbandamenti laterali ϑ , le incidenze α e le deviazioni δ durante l'evoluzione acrobatica:

$$\begin{cases} \alpha C_p' \cos \vartheta + \delta C_Y' \sin \vartheta = \frac{Q/S}{q} \\ \alpha C_p' \sin \vartheta - \delta C_Y' \cos \vartheta = 0 \end{cases} \quad (2-7)$$

Da esse con la regola di Leibnitz - Cramer si deducono subito simbolicamente i valori di α e di δ in funzione di ϑ . Si ha:

$$\alpha = \frac{\begin{vmatrix} (Q/S)/q & C_{Y'} \sin \vartheta \\ 0 & -C_{Y'} \cos \vartheta \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} C_p' \cos \vartheta & C_{Y'} \sin \vartheta \\ C_p' \sin \vartheta & -C_{Y'} \cos \vartheta \end{vmatrix}} \quad (2-8)$$

$$\delta = \frac{\begin{vmatrix} C_p' \cos \vartheta & (Q/S)/q \\ C_p' \sin \vartheta & 0 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} C_p' \cos \vartheta & C_{Y'} \sin \vartheta \\ C_p' \sin \vartheta & -C_{Y'} \cos \vartheta \end{vmatrix}} \quad (2-9)$$

Siccome il determinante dei coefficienti

$$\begin{aligned} & -C_p' C_{Y'} \cos^2 \vartheta - C_{Y'} C_p' \sin^2 \vartheta = \\ & = -C_p' C_{Y'} (\cos^2 \vartheta + \sin^2 \vartheta) \quad (2-10) \\ & = -C_p' C_{Y'} \end{aligned}$$

è certamente sempre diverso da zero, in quanto C_p' e $C_{Y'}$ sono entrambe grandezze essenzialmente positive, diverse da zero, la soluzione matematica esiste sempre.

In realtà invece il « tonneau in asse » è possibile solo se durante l'intero giro, ossia per ϑ compreso fra 0 e 2π , tanto l'incidenza α quanto la deviazione δ non superano mai i rispettivi valori critici di stallo, oltre i quali sia la portanza che la forza laterale decrescono. Delle due condizioni sopraenunciate

$$\begin{cases} \alpha < \alpha_{CR} \\ \delta < \delta_{CR} \end{cases} \quad (2-11)$$

la sola difficile da realizzare è la seconda ed è proprio essa che viene perciò a negare alla massima parte degli aerei acrobatici la possibilità di eseguire il « tonneau in asse ».

Ricaviamo ora esplicitamente i valori di α e di δ dalla (8) e dalla (9). Si ha:

$$\alpha = \frac{Q/S}{q} \cdot \frac{\cos \vartheta}{C_p'} \quad (2-12)$$

$$\delta = \frac{Q/S}{q} \cdot \frac{\sin \vartheta}{C_{Y'}} \quad (2-13)$$

In funzione di ϑ l'incidenza α e la deviazione δ variano dunque con leggi sinusoidali in quadratura di fase, ma il valore massimo δ_0 della deviazione è di gran lunga maggiore del valore massimo α_0 dell'incidenza.

Siccome il valore massimo α_0 si verifica per $\vartheta = 0^\circ$ e il valore massimo δ_0 si verifica per $\vartheta = 90^\circ$, dalle (2-12) e (2-13) si deduce immediatamente in quale rapporto devono trovarsi i valori massimi dell'incidenza e della deviazione perchè sia possibile il « tonneau in asse ». Si ha:

$$\frac{\delta_0}{\alpha_0} = \frac{C_p'}{C_{Y'}} \quad (2-14)$$

ossia

$$\delta_0 = \frac{C_p' \alpha_0}{C_{Y'}} = \frac{C_{p_0}}{C_{Y'}} \quad (2-15)$$

L'incidenza α_0 , e il corrispondente C_{p_0} , delle (2-14) e (2-15), che si verificano per $\vartheta = 0$, corrispondono naturalmente a quelli del volo orizzontale uniforme alla stessa velocità V_0 di traslazione orizzontale con cui si esegue il « tonneau in asse ».

Nel « tonneau in asse », come si è detto, il baricentro del velivolo descrive una traiettoria rettilinea in moto uniforme: non si genera adunque su di esso alcuna forza di inerzia e quindi il fattore di contingenza n , definito come rapporto fra la portanza P e il peso Q

$$n = \frac{P}{Q} \quad (2-16)$$

varia fra ± 1 ed è nullo per $\vartheta = 0^\circ$ e $\vartheta = 270^\circ$.

Siccome è necessario che la deviazione massima δ_0 non superi mai la deviazione critica δ_{CR} , ossia che si soddisfi la condizione

$$\delta_0 \leq \delta_{CR}$$

è il valore della δ_{CR} che in definitiva limita le possibilità di effettuazione del « tonneau in asse ».

I valori della δ_{CR} superano i 20° , ma in volo non conviene che le deviazioni oltrepassino i 15° : Si assume perciò $\delta_0 = 15^\circ$ come valore massimo accettabile, anche per contenere i momenti risultanti delle forze di inerzia sul velivolo conseguenti dell'oscillazione periodica fra $\pm \delta_0$ durante l'acrobazia.

Sono pochi in realtà gli aerei che possono effettuare il « tonneau in asse » perchè raramente accade che la forza laterale aerodinamica massima utilizzabile $C_{Y'} \delta_0$, sviluppata principalmente dalla fusoliera, eguagli o superi il peso Q dell'aereo, e si riesca quindi a soddisfare la (2-14) o la (2-15).

Il « tonneau in asse » è possibile per esempio quando

$$C_p = 0.10 \quad \text{e} \quad C_{Y'} = 0.40$$

(entrambi riferiti alla superficie alare S) e quindi per la (2-15)

$$\delta_0 = \frac{0.10}{0.40} = 0.25 \text{ rad.} = 14^\circ 30'$$

Queste condizioni si possono realizzare in un caccia moderno con carico alare elevatissimo, e quindi con ala molto ridotta rispetto alla fusoliera oppure con un aereo acrobatico dell'inizio degli anni trenta, quando si usavano fusoliere a sezione quadra, molto più portanti delle attuali a sezione tonda, ma sono irrealizzabili con i caccia raffinati della seconda guerra mondiale, perchè in essi $C_{Y'}$ è compreso fra 0.15 e 0.20 e il C_{p_0} di volo è di solito sensibilmente maggiore di 0.10.

Per completare lo studio del « tonneau in asse » restano da determinare il periodo di rotazione T e il passo A , nonchè le accelerazioni angolari massime

$$\dot{q}_{\max} = (d^2\alpha/dt^2)_{\max} \text{ di beccheggio e}$$

$$\dot{r}_{\max} = (d^2\delta/dt^2)_{\max} \text{ di imbardata}$$

dovute al fatto che l'asse corpo x_0 dell'aereo descrive un cono ellittico intorno all'asse vento x durante ogni ciclo.

Se V_0 è la velocità di volo ed Ω la velocità di rotazione intorno all'asse del « tonneau », il periodo T e il passo A dell'evoluzione acrobatica sono ovviamente

$$T = \frac{2\pi}{\Omega} \quad (2-17)$$

$$A = TV = \frac{2\pi}{\Omega} V \quad (2-18)$$

La velocità angolare Ω coincide praticamente con quella di rollio a regime alla barra τ degli alettoni prescelta per la manovra, dato che $\cos \alpha_0$ e $\cos \delta_0$ sono entrambi prossimi all'unità.

Con alettoni estesi a metà apertura alare e profondi 1/5 della corda si ha con buona approssimazione:

$$\Omega \simeq 0.70 \frac{V_0}{b} \tau \quad (2-19)$$

La (2-19) quando si ponga V_0 , velocità di volo, in m/sec, e b , apertura alare, in metri, fornisce Ω in rad/sec se si pone τ in radianti, e Ω in gradi/sec se si pone τ in gradi.

Le accelerazioni angolari \dot{p} e \dot{r} si deducono facilmente per derivazione dalle (2-11) e (2-12) le quali, siccome $\alpha_0 = (Q/S)/\rho C_p'$ e

$\delta_0 = (Q/S)/\rho C_Y'$ si possono scrivere così:

$$\alpha = \alpha_0 \cos \vartheta = \alpha_0 \cos \Omega t = \alpha_0 \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (2-20)$$

$$\delta = \delta_0 \sin \vartheta = \delta_0 \sin \Omega t = \delta_0 \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (2-21)$$

Le derivate prime delle (2-20) e (2-21) forniscono le velocità angolari istantanee:

$$q = \frac{d\alpha}{dt} = -\alpha_0 \frac{2\pi}{T} \sin \frac{2\pi}{T} t \quad (2-22)$$

$$r = \frac{d\delta}{dt} = \delta_0 \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi}{T} t \quad (2-23)$$

dalle quali per successiva derivazione si ottengono le accelerazioni angolari cercate:

$$\dot{q} = \frac{d^2\alpha}{dt^2} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \alpha \quad (2-24)$$

$$\dot{r} = \frac{d^2\delta}{dt^2} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \delta \quad (2-25)$$

I valori massimi delle accelerazioni si ottengono quindi dalle (2-24) e (2-25) ponendo in esse $\alpha = \alpha_0$ e $\delta = \delta_0$. Siccome $\delta_0 \gg \alpha_0$ l'unica accelerazione da determinare è quella imbarcante, perchè l'altra non desta di sicuro preoccupazioni.

In un « tonneau in asse » molto rapido si può avere $T = 3$ sec. $\delta = 15^\circ = 0.262$ rad, quindi

$$\dot{r}_{\max} = \left(\frac{2\pi}{3}\right)^2 0.262 = 1,12 \text{ rad/sec}^2$$

a cui corrispondono, a cinque metri di distanza dal baricentro a prua o a poppa, accelerazioni di $6,2 \text{ m/sec}^2$. Il pilota, supposto si trovi a circa un

metro dal baricentro, verrebbe a subire fastidiose accelerazioni alterne verso destra e verso sinistra di circa $0,12 g$.

3. « TONNEAU CORRETTO » O « IN CANONE ».

La scarsa capacità portante dei fusi e delle fusoliere, e quindi l'esiguità della forza massima laterale sviluppata dall'aereo in assetti deviati, limitano molto le possibilità di effettuazione del tonneau in asse. Solo aerei molto veloci e con fusoliere grandi rispetto all'ala possono effettuare perfettamente questa figura acrobatica.

Analoghe limitazioni esistono del resto nell'esecuzione delle virate in assenza di sbandamento. Ma come nella virata, sbandando lateralmente l'aereo e facendo intervenire una componente della portanza per equilibrare la forza centrifuga, diventa possibile percorrere traiettorie orizzontali piane a piccolo raggio di curvatura, così nel tonneau, ponendo istante per istante in equilibrio fra loro portanza, forza centrifuga e peso, è possibile far compiere al velivolo una traiettoria elicoidale ad asse orizzontale e di piccolo raggio di curvatura, costituente il « tonneau corretto » o « in canone » (fig. 2).

Questa figura acrobatica, a differenza del « tonneau in asse », è effettuabile da tutti gli aerei, purchè la loro resistenza strutturale lo consenta.

Per lo studio del « tonneau in canone », esaminiamo il velivolo nelle diverse successive posizioni che assume durante un mezzo giro di vite orizzontale: nell'altra metà il moto si ripete simmetricamente. Tali posizioni sono presentate in fig. 5 e per ciascuna di esse sono indicate le tre

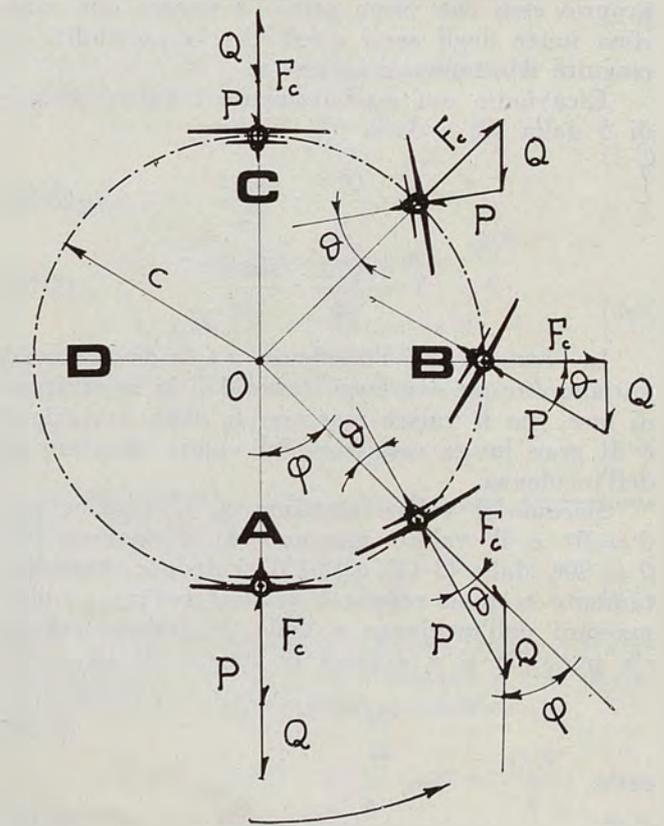


Fig. 5.

forze che devono farsi equilibrio: il peso Q , la portanza P e la forza centrifuga F_c .

Se con φ si indica l'angolo di posizione formato dalla forza peso Q con la retta OG congiungente radialmente l'asse della traiettoria O con il baricentro G del velivolo; con ϑ l'angolo di sbandamento dal velivolo, ossia l'angolo fra la direzione della portanza P e quella del raggio OG ; con c il raggio OG del « tonneau », ossia il raggio del cilindro che contiene la traiettoria elicoidale percorsa dal baricentro del velivolo; e infine con Ω la velocità angolare, supposta costante, del baricentro del velivolo intorno all'asse O ; la forza centrifuga F_c agente sull'aereo è

$$F_c = \frac{Q}{g} \Omega^2 c \quad (3-1)$$

costante essa pure, e diretta sempre radialmente lungo OG .

Allora per l'equilibrio delle forze nel piano di fig. 5 è necessario che fra peso Q , portanza P e forza centrifuga F_c , sia soddisfatta per ogni valore di φ la seguente equazione, fornita dal teorema di Carnot

$$P = \sqrt{Q^2 + \left(\frac{Q}{g} \Omega^2 c\right)^2 - 2Q \cdot \frac{Q}{g} \Omega^2 c \cos(180^\circ - \varphi)} \quad (3-2)$$

ossia

$$P = Q \sqrt{1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi} \quad (3-3)$$

Dalla (3-3) si deduce allora il fattore di contingenza istantanea n del tonneau

$$n = \frac{P}{Q} = \sqrt{1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi} \quad (3-4)$$

i cui valori massimi e minimi in un giro sono rispettivamente

$$n_{\max} = \frac{\Omega^2 c}{g} + 1 \text{ per } \varphi = 0^\circ \quad (3-5)$$

$$n_{\min} = \frac{\Omega^2 c}{g} - 1 \text{ per } \varphi = 180^\circ \quad (3-6)$$

Dalla (3-5) si deduce il raggio c del cilindro la cui superficie contiene la traiettoria elicoidale di un « tonneau in canone » di velocità angolare Ω e di contingenza massima n_{\max} .

$$c = \frac{g(n_{\max} - 1)}{\Omega^2} \quad (3-7)$$

Per calcolare i valori che assume il fattore di contingenza n nei vari punti della traiettoria, ossia in funzione di φ , in un « tonneau in canone » di assegnata contingenza massima è comodo trasformare la (3-5) nella forma seguente:

$$n = \sqrt{1 + (n_{\max} - 1)^2 + 2(n_{\max} - 1) \cos \varphi} \quad (3-8)$$

che si ottiene ricavando $\Omega^2 c/g$ dalla (3-5) e introducendolo nella (3-4).

La supposta effettuazione in condizioni di regime impone poi che in ogni punto della traiettoria del « tonneau » e nella direzione tangente ad essa, durante ogni intero giro sia garantito, istante per istante, l'equilibrio tra la forza traente \mathcal{C} del propulsore e la resistenza aerodinamica R , cioè che sia soddisfatta la condizione

$$\mathcal{C} = R \quad (3-9)$$

In realtà le variazioni di assetto dell'aereo in funzione di φ fanno sì che la resistenza R vari alquanto da punto a punto della traiettoria, e che perciò, per il soddisfacimento esatto della (3-9) occorrerebbe che l'apparato propulsore adeguasse passo a passo la propria forza propellente \mathcal{C} alla resistenza aerodinamica istantanea R . Ciò è quasi impossibile da ottenere esattamente in pratica, cosicchè nascono piccole accelerazioni e decelerazioni assiali, che non alterano globalmente le caratteristiche di regime periodico dell'evoluzione, purchè nell'intero giro l'apparato propulsore sia in grado di fornire la corrispondente quantità di energia dissipata a causa delle resistenze aerodinamiche.

Durante un giro completo di « tonneau in canone », come si vede chiaramente in fig. 5, lo sbandamento ϑ varia istante per istante in funzione degli angoli di posizione φ .

Dal teorema dei seni, applicato ad uno qualunque dei triangoli di equilibrio delle forze P , Q , F_c di fig. 5, si ricava la relazione

$$\frac{Q}{\sin \vartheta} = \frac{P}{\sin(180^\circ - \varphi)} \quad (3-10)$$

ossia

$$\frac{Q}{\sin \vartheta} = \frac{P}{\sin \varphi} \quad (3-11)$$

e quindi

$$\frac{\sin \varphi}{\sin \vartheta} = \frac{P}{Q} = n \quad (3-12)$$

e

$$\sin \vartheta = \frac{\sin \varphi}{n} \quad (3-13)$$

da cui, sostituendo ad n il suo valore (3-4) o (3-8) si ottengono infine le seguenti due espressioni di ϑ :

$$\vartheta = \arcsin \frac{\sin \varphi}{\sqrt{1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi}} \quad (3-14)$$

$$\vartheta = \arcsin \frac{\sin \varphi}{\sqrt{1 + (n_{\max} - 1)^2 + 2(n_{\max} - 1) \cos \varphi}} \quad (3-15)$$

Un quadro interessante delle caratteristiche di questa evoluzione acrobatica è fornito dai diagrammi di fig. 6 e di fig. 7, nei quali sono riportati rispettivamente i valori dei fattori di contingenza n e degli angoli di sbandamento ϑ in funzione degli angoli di posizione φ per tre diversi « tonneau in canone » di contingenze massime

$$n_{\max} = 2,5 \quad 3,5 \quad 4,5$$

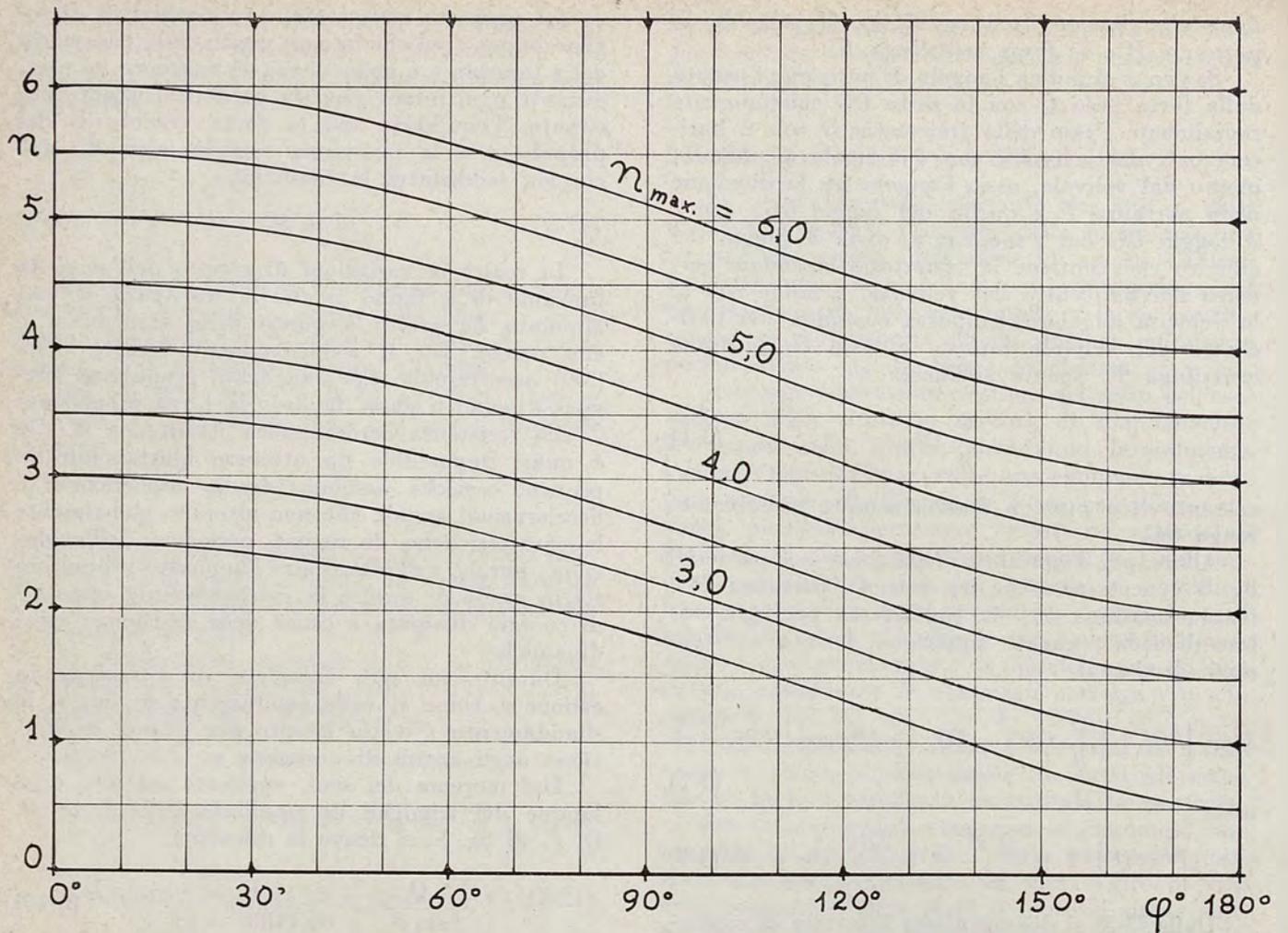


Fig. 6.

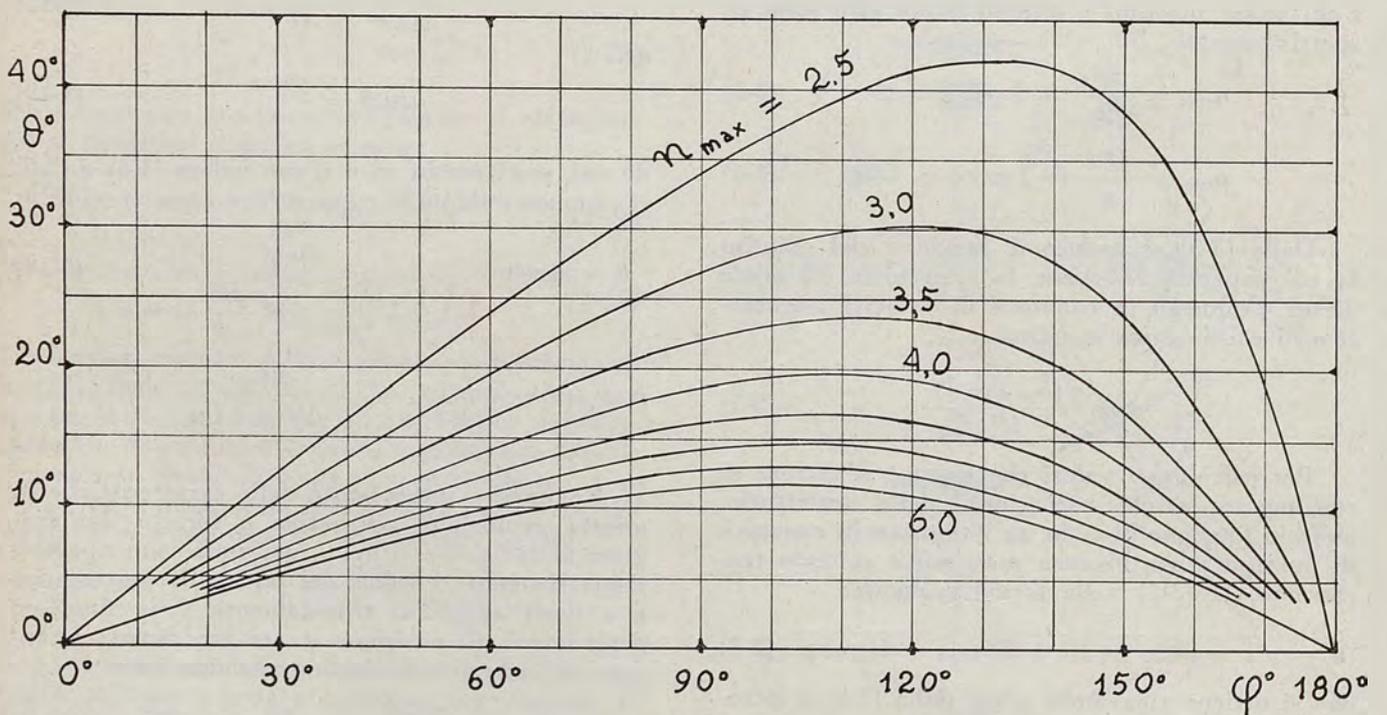


Fig. 7.

Come risulta chiaramente dalla fig. 7, al crescere della contingenza massima n_{\max} gli sbandamenti massimi ϑ_{\max} diminuiscono e si realizzano per angoli di posizione φ via via più prossimi ai valori di 90° e 270° . Al crescere della contingenza massima il « tonneau in canone » diventa dunque sempre più elegante, perchè nelle posizioni corrispondenti a $\varphi = 90^\circ$ e $\varphi = 270^\circ$ si ha l'impressione che il piano alare sia verticale e durante tutta l'evoluzione sembra che l'aereo ruoti rigidamente intorno all'asse della sua traiettoria elicoidale.

A scanso di equivoci si noti che nel « tonneau in canone » lo sbandometro a pallina di bordo resta sempre centrato, perchè la risultante della forza peso e della forza di inerzia è sempre contenuta nel piano di simmetria del velivolo, mentre lo sbandamento ϑ , che è l'angolo formato dall'asse corpo z_0 del velivolo con il raggio OG del « tonneau », varia secondo la legge rappresentata in fig. 7.

Anche per il « tonneau in canone » occorre calcolare il periodo T e il passo Λ . Data la velocità angolare Ω , con la quale il baricentro dell'aereo ruota intorno all'asse della sua traiettoria elicoidale, il periodo è naturalmente

$$T = \frac{2\pi}{\Omega} \quad (3-16)$$

e il passo Λ (fig. 2) vale

$$\Lambda = TV_0 \cos \psi = \frac{2\pi}{\Omega} V_0 \cos \psi \quad (3-17)$$

L'angolo ψ della (3-17), come risulta chiaramente dalla fig. 2, posizione B , si deduce dalla relazione

$$\sin \psi = \frac{\Omega c}{V_0} \quad (3-18)$$

ed è di solito compreso fra 3° e 10° e quindi $\cos \psi$ varia, a seconda dei casi, da 0,999 a 0,985. Si può quindi adottare per esso un valore medio di 0,992, accettabile in ogni caso, e introdurlo nella (3-17) ottenendo

$$\Lambda = 0.992 TV_0 = 6.22 \frac{V_0}{\Omega} \quad (3-19)$$

che fornisce in ogni caso valori di Λ con errori massimi inferiori a $\pm 1\%$.

Per imprimere al velivolo la velocità angolare Ω desiderata, il pilota deve dare agli alettoni una « barra fondamentale » τ il cui valore, come già per il « tonneau in asse » è deducibile dalla (2-19) risulta rispetto a τ .

Ma per l'effettuazione del tonneau in canone, durante un intero ciclo il velivolo deve sbandare nel primo mezzo giro da una parte, nel secondo mezzo giro dall'altra, degli angoli ϑ indicati in fig. 7 in funzione del proprio angolo di posizione φ . L'aereo deve quindi compiere ad ogni giro una

oscillazione completa di ampiezza massima ϑ_{\max} rispetto ad una terna di assi fissa al baricentro di esso, e costituita da un asse x' parallelo all'asse vento x , da un asse z' intersecante costantemente l'asse O del tonneau e da un asse y' normale ai due suddetti, la qual terna ruota come il baricentro dell'aereo con velocità angolare Ω costante intorno ad O .

Per ottenere questa oscillazione, che al crescere della contingenza massima tende sempre più ad accostarsi ad una oscillazione di tipo sinusoidale (fig. 7), il pilota deve ciclicamente manovrare gli alettoni in un senso o nell'altro fino ad una barra massima di $\pm \tau_{s\max}$, secondo una legge $\tau_s = \tau_s(\varphi)$ tale da assicurare la realizzazione della legge $\vartheta = \vartheta(\varphi)$ stabilita dalla (3-15).

La barra $\tau_s = \tau_s(\varphi)$ variabile periodicamente nella manovra si chiama « barra ciclica » e va sommata alla barra fondamentale τ per ottenere in ogni istante, ossia per ogni valore dell'angolo di posizione φ , il valore della « barra totale » τ_T che il pilota deve dare agli alettoni durante la manovra.

Per concludere presentiamo un esempio di calcolo numerico relativo ad un « tonneau in canone » di contingenza massima $n_{\max} = 2.5$ e barra fondamentale di manovra degli alettoni $\tau = 15^\circ$, effettuato ad una velocità $V_0 = 125$ m/sec a 4000 metri di quota da un caccia della seconda guerra mondiale, il Macchi-Castoldi MC-202 « Folgore » di cui si ricordano qui appresso le caratteristiche più importanti:

— apertura alare	$b = 11,40$ m
— superficie alare	$S = 19,60$ m ²
— peso totale	$Q = 2950$ kg
— allungamento alare	$L \lambda = \frac{b^2}{S} = 6,60$
— carico alare	$Q/S = 150$ kg/m ²
— potenza max. continuativa alla quota di adattamento	
$z_a = 4.000$ m	$\Pi_a = 1175$ CV
— coeff. di resistenza min.	$C_{r0} = 0.020$

Per una « barra fondamentale » di manovra degli alettoni $\tau = 15^\circ = 0.262$ rad. e una velocità di volo $V_0 = 150$ m/sec dalla (2-19) si ottiene la seguente velocità angolare del « tonneau »

$$\begin{aligned} \Omega &= 0.70 \frac{V_0}{b} \tau = 0.70 \frac{125}{11.4} 0.262 = \\ &= 1.95 \text{ rad/sec} = 110^\circ/\text{sec}. \end{aligned}$$

Per $n_{\max} = 2.5$ la (3-7) fornisce subito il raggio del « tonneau »

$$c = \frac{g(n_{\max} - 1)}{\Omega^2} = \frac{9.81(2.50 - 1)}{1.95^2} = 3.90 \text{ m}.$$

Si possono allora calcolare il periodo T e il passo A con la (3-16) e la (3-18). Si ha

$$T = \frac{2\pi}{\Omega} = \frac{6.28}{1.95} = 3.22 \text{ sec}$$

$$A = 0.992 V_0 T = 0.002 125 3,22 = 398 \text{ m.}$$

Noti V_0 , Ω e c si può calcolare il valore di ψ in questo « tonneau » e controllare che si trovi effettivamente nel campo indicato fra 3° e 10° . Dalla (3-18) si ottiene

$$\sin \psi = \frac{\Omega c}{V_0} = \frac{1.95 3.90}{125} = 0,0608$$

cui corrispondono

$$\psi = 3^\circ 20' \quad \cos \psi = 0.9981$$

Con questo valore esatto di ψ il passo A del « tonneau » in esame risulterebbe di 401 m anziché di 398 m. L'errore della (3-18) è dunque inferiore all'1%.

Con le (3-5) e (3-6) si possono calcolare le contingenze massima e minima e verificare che quella massima coincida con quella imposta come dato dal problema. Si ha

$$n_{\max} = \frac{\Omega^2 c}{g} + 1 = \frac{1.95^2 3.90}{9.81} + 1 = 2.50$$

$$n_{\min} = \frac{\Omega^2 c}{g} - 1 = \frac{1.95^2 3.90}{9.81} - 1 = 0.50$$

È interessante calcolare ancora per le posizioni più basse e più alte A e C delle figg. 2 e 5, raggiunte dal velivolo nel « tonneau », i coefficienti di portanza C_{pA} e C_{pC} , i coefficienti di resistenza C_{RA} e C_{RC} e le potenze necessarie corrispondenti Π_A e Π_C , e verificare poi che non si superi mai l'incidenza critica di stallo $C_{p\max}$, che la potenza massima disponibile $\eta \Pi_a$ sviluppata dall'apparato propulsore a 4000 m sia sufficiente, e che le accelerazioni assiali in A e in C siano veramente piccole rispetto a quelle normali. I calcoli sono ordinatamente riportati qui appresso:

$$q = \frac{1}{2} \rho_0 \delta V_0^2 = \frac{1}{2} 0.125 0.6686 125^2 = 652 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{p_0} = \frac{Q/S}{q} = \frac{150}{652} = 0.230$$

$$C_{pA} = n_{\max} C_{p_0} = 2.50 0.230 = 0.576$$

$$C_{pC} = n_{\min} C_{p_0} = 0.50 0.230 = 0.115$$

$$C_{RA} = C_{R_0} + \frac{C_{pA}^2}{e\pi\lambda} = 0.020 + \frac{0.576^2}{0.9 3.14 6.60} = 0.0377$$

$$C_{RC} = C_{R_0} + \frac{C_{pC}^2}{e\pi\lambda} = 0.020 + \frac{0.115^2}{0.9 3.14 6.60} = 0.0272$$

$$\begin{aligned} \Pi_A &= \frac{1}{2} \rho V_0^3 S C_{RA} = q V_0 S C_{RA} = \\ &= 652 125 19.60 0.0377 = 1001 \text{ CV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi_C &= \frac{1}{2} \rho V_0^3 S C_{RC} = q V_0 S C_{RC} = \\ &= 652 125 19.60 0.0272 = 725 \text{ CV} \end{aligned}$$

La potenza necessaria media nell'evoluzione acrobatica è quindi

$$\Pi_m = \frac{\Pi_A + \Pi_C}{2} = \frac{1001 + 725}{2} = 863 \text{ CV}$$

Siccome la potenza massima disponibile fornita dal motore a 4000 m è

$$\eta \Pi_a = 0.80 1175 = 940 \text{ CV}$$

l'evoluzione può svolgersi a regime a gas leggermente ridotti.

Le accelerazioni assiali a_A e a_C , dovute alle differenze fra la trazione \bar{c} , supposta costante ed eguale al suo valore medio necessario, nell'evoluzione, e la resistenza R , variabile con l'assetto, si ricavano nel modo seguente:

$$\begin{aligned} a_A &= \frac{\bar{c} - R}{Q/g} = \frac{\bar{c} V_0 - R V_0}{(Q/g) V_0} = \frac{75 (\Pi_m - \Pi_A)}{(Q/g) V_0} = \\ &= \frac{75 (863 - 1001)}{(2950/9,81) 125} = -0.275 \text{ m/sec}^2 \end{aligned}$$

e analogamente si trova

$$a_C = +0.275 \text{ m/sec}^2$$

Questi risultati numerici confermano che, nel caso particolare studiato, anche se il propulsore non è in grado di variare passo a passo le proprie prestazioni per adeguarle alle resistenze aerodinamiche istantanee, ma fornisce una trazione media costante, le accelerazioni assiali sono molto piccole rispetto a quelle normali e quindi è lecito trascurarle nello studio di insieme di questa figura acrobatica.

4. TONNEAU SPURIO O CON IMBARDATA

La traiettoria del « tonneau spurio » (fig. 3), non differisce da quella del « tonneau in canone » quando la velocità di traslazione V_0 , la velocità angolare Ω e il raggio c dell'elica siano eguali nei due casi, ma è il velivolo che, visto di fronte, si presenta nei vari punti dell'evoluzione con sbandamenti ϑ diversi e non mai superiori a quelli corrispondenti del tonneau corretto, e visto di fianco presenta le deviazioni $+\delta$ nel punto B e $-\delta$ nel punto D di fig. 3.

Se si esamina il velivolo in un punto generico di un tonneau spurio (fig. 8), e si indica con φ l'angolo di posizione, formato dalla verticale, OV con la retta OG che congiunge il baricentro G dell'aereo con l'asse O della traiettoria, si nota che l'angolo di sbandamento ϑ fra il piano di sim-

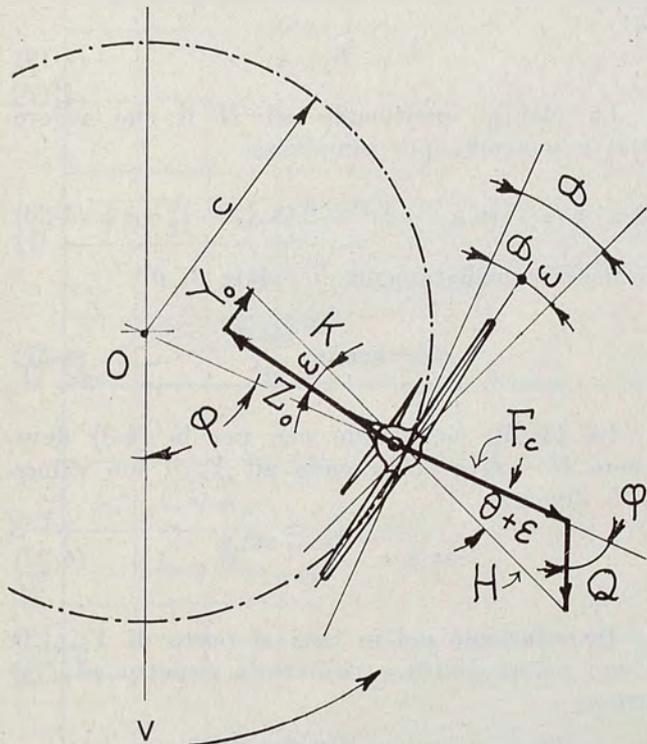


Fig. 8.

metria del velivolo e il raggio OG non è sufficiente a mantenere la risultante \vec{H} della forza peso \vec{Q} e della forza centrifuga \vec{F}_c .

$$\vec{H} = \vec{Q} + \vec{F}_c \quad (4-1)$$

nel piano di simmetria longitudinale, e che pertanto, oltre alla forza aerodinamica normale \vec{Z}_0 deve esistere una laterale \vec{Y}_0 in modo che la loro risultante \vec{K}

$$\vec{K} = \vec{Z}_0 + \vec{Y}_0 \quad (4-2)$$

sia eguale e contraria ed abbia egual retta d'azione della risultante \vec{H} e la possa così equilibrare.

Dalla condizione di equilibrio testè accennata

$$\vec{H} = \vec{K} \quad (4-3)$$

scaturisce tutta la trattazione del «tonneau spurio».

Il valore, o modulo, di \vec{H} , applicando il teorema di Carnot, risulta:

$$H = \sqrt{Q^2 + \left(\frac{Q}{g} \Omega^2 c\right)^2 - 2Q \frac{Q}{g} \Omega^2 c \cos(180^\circ - \varphi)} \quad (4-4)$$

ossia

$$H = Q \sqrt{1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi} \quad (4-5)$$

Analogamente, ma con il teorema di Pitagora perchè \vec{Z}_0 e \vec{Y}_0 sono fra loro normali, si ricava:

$$K = \sqrt{Z_0^2 + Y_0^2} \quad (4-6)$$

Eguagliando fra loro i moduli di H e di K forniti dalla (4-5) e dalla (4-6), per ottemperare alla condizione di equilibrio (4-3), e quadrando si ottiene

$$Z_0^2 + Y_0^2 = Q \left[1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi \right] \quad (4-7)$$

Ora, con ottima approssimazione, si può considerare la forza normale Z_0 eguale alla portanza P , e scrivere

$$Z_0 \simeq P \quad (4-8)$$

e si può supporre che l'imbardata destra e sinistra, che il pilota deve effettuare periodicamente nel debito sincronismo nei successivi cicli dell'evoluzione acrobatica, venga eseguita con legge rigorosamente sinusoidale, in modo da sviluppare una forza laterale Y_0 corrispondente alla seguente equazione:

$$Y_0 = Y_{0\max} \sin \varphi \quad (4-9)$$

Secondo (4-9) la Y_0 è massima per $\varphi = 90^\circ$ e $\varphi = 270^\circ$, come è necessario per diminuire il più possibile lo sbandamento ϑ del velivolo nel tonneau.

Sostituendo la (4-8) e la (4-9) al primo membro della (4-7) e risolvendo rispetto a P^2 si ottiene:

$$P^2 = Q^2 \left[1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi \right] - Y_{0\max}^2 \sin^2 \varphi \quad (4-10)$$

E così il fattore di contingenza n nella manovra risulta essere

$$n = \frac{P}{Q} = \sqrt{1 + \frac{\Omega^4 c^2}{g^2} + 2 \frac{\Omega^2 c}{g} \cos \varphi - \frac{Y_{0\max}^2 \sin^2 \varphi}{Q^2}} \quad (4-11)$$

da confrontare con quello (3-3) del tonneau in canone, nel quale manca l'ultimo termine sotto radice della (4-11).

Siccome la contingenza è massima per $\varphi = 0$, ossia quando $\sin \varphi = 0$ e $\cos \varphi = 1$, si deduce che, anche per il tonneau spurio, si ha:

$$\begin{cases} n_{\max} = \frac{\Omega^2 c}{g} + 1 \\ n_{\min} = \frac{\Omega^2 c}{g} - 1 \end{cases} \quad (4-12)$$

Ricavando $\frac{\Omega^2 c}{g}$ dalla prima delle (4-12) e introducendolo nella (4-11) si ottiene:

$$n = \sqrt{1 + (n_{\max} - 1)^2 + 2(n_{\max} - 1) \cos \varphi + \left(\frac{C_Y' \delta_0}{C_p' d_0}\right)^2 \sin^2 \varphi} \quad (4-13)$$

Nella (4-13) il termine $C_Y' \delta_0 / C_p' \alpha_0$ che compare al posto di $Y_{0\max} / Q$, si deduce da questo tenendo presente le note relazioni:

$$\begin{cases} Q = \frac{1}{2} \rho V_0^2 C_p' \alpha_0 S \\ Y_{0\max} = \frac{1}{2} \rho V_0^2 C_Y' \delta_0 S \end{cases} \quad (4-14)$$

la prima delle quali stabilisce l'equilibrio fra peso e portanza nel volo rettilineo orizzontale a regime alla velocità V_0 .

I fattori di contingenza n del « tonneau spurio » forniti dalla (4-13), nelle posizioni $\varphi = 0^\circ$ e $\varphi = 180^\circ$ coincidono esattamente con i corrispondenti n del « tonneau in canone » e nelle posizioni intermedie ne differiscono di pochissimo, perchè il rapporto $C_Y' \delta_0 / C_p' \alpha_0$ deve essere sempre minore di 1,00, onde evitare che per $\varphi = 90^\circ$ e $\varphi = 270^\circ$ il sostentamento sia fornito esclusivamente dalla forza aerodinamica laterale come nello « pseudo-tonneau ».

Dalla prima delle (4-12) si ricava il valore del raggio c del « tonneau spurio »

$$c = \frac{g(n_{\max} - 1)}{\Omega^2} \quad (4-15)$$

identico a quello del « tonneau in canone » di pari n_{\max} ed Ω , quest'ultima fornita sempre ancora dalla (2-19) se si stabilisce la « barra fondamentale » τ di manovra degli alettoni.

Fissato adunque il massimo valore del rapporto fra la forza laterale $Y_{0\max}$ e il peso Q

$$\frac{Y_{0\max}}{Q} = \frac{C_Y' \delta_0}{C_p' \alpha_0} = \frac{C_{Y_0}}{C_{P_0}} \quad (4-16)$$

si può calcolare la legge di variazione del fattore di contingenza n in funzione di φ per ogni tonneau spurio di n_{\max} prefissato.

L'altra condizione necessaria per l'equilibrio, e cioè che i vettori \vec{H} e \vec{K} abbiano anche la stessa retta d'azione permette di determinare l'angolo di sbandamento ϑ del velivolo in funzione dell'angolo di posizione φ .

Applicando il teorema dei seni al triangolo delle forze \vec{F}_c , \vec{Q} e \vec{H} di fig. 4-1 si ottiene:

$$\frac{\sin \vartheta'}{Q} = \frac{\sin(180^\circ - \varphi)}{H} \quad (4-17)$$

Dal triangolo rettangolo avente per cateti le forze aerodinamiche Z_0 e Y_0 si ricava:

$$\sin \varepsilon = \frac{Y_0}{H} \quad (4-18)$$

e infine, come risulta chiaramente dalla fig. 4-1 si ha:

$$\vartheta' = \vartheta + \varepsilon \quad (4-19)$$

La (4-17), sostituendo ad H il suo valore (4-5) e ponendo, per semplicità

$$n^* = \sqrt{1 + (n_{\max} - 1)^2 + 2(n_{\max} - 1) \cos \varphi} \quad (4-20)$$

fornisce immediatamente il valore di ϑ'

$$\vartheta' = \arcsin \frac{\sin \varphi}{n^*} \quad (4-21)$$

La (4-18), ricordando che per la (4-3) deve essere $H = K$ e sostituendo ad Y_0 il suo valore (4-9) diventa:

$$\sin \varepsilon = \frac{Y_{0\max} \sin \varphi}{Q n^*} \quad (4-22)$$

Introducendo poi in essa al posto di $Y_{0\max} / Q$ il suo valore (4-16) e risolvendo rispetto ad ε si ottiene

$$\varepsilon = \arcsin \frac{C_Y' \delta_0}{C_p' \alpha_0} \frac{\sin \varphi}{n^*} \quad (4-23)$$

Sostituendo poi nella (4-19) a ϑ' e ad ε i loro rispettivi valori (4-21) e (4-23) si ottiene infine l'angolo di sbandamento ϑ del velivolo in funzione di φ nel tonneau spurio

$$\vartheta = \arcsin \frac{\sin \varphi}{n^*} - \arcsin \frac{C_Y' \delta_0}{C_p' \alpha_0} \frac{\sin \varphi}{n^*} \quad (4-24)$$

Gli sbandamenti ϑ in funzione degli angoli di posizione φ per diversi valori di n_{\max} e per

$$\frac{C_Y' \delta_0}{C_p' \alpha_0} = 0,25 \quad 0,50 \quad 0,75$$

sono forniti dai tre diagrammi sovrapposti di fig. 9.

Da essi si deduce che si possono ottenere notevoli riduzioni degli sbandamenti massimi ϑ_{\max} solo se l'aereo ha caratteristiche prossime a quelle necessarie a consentirgli l'esecuzione del « tonneau in asse ».

5. CONDIZIONI DI SICUREZZA PER IL PILOTA E GLI SPETTATORI

I numerosi incidenti mortali per i piloti e gli spettatori, che continuano ad accadere durante le manifestazioni aeree, invitano a concludere la pre-

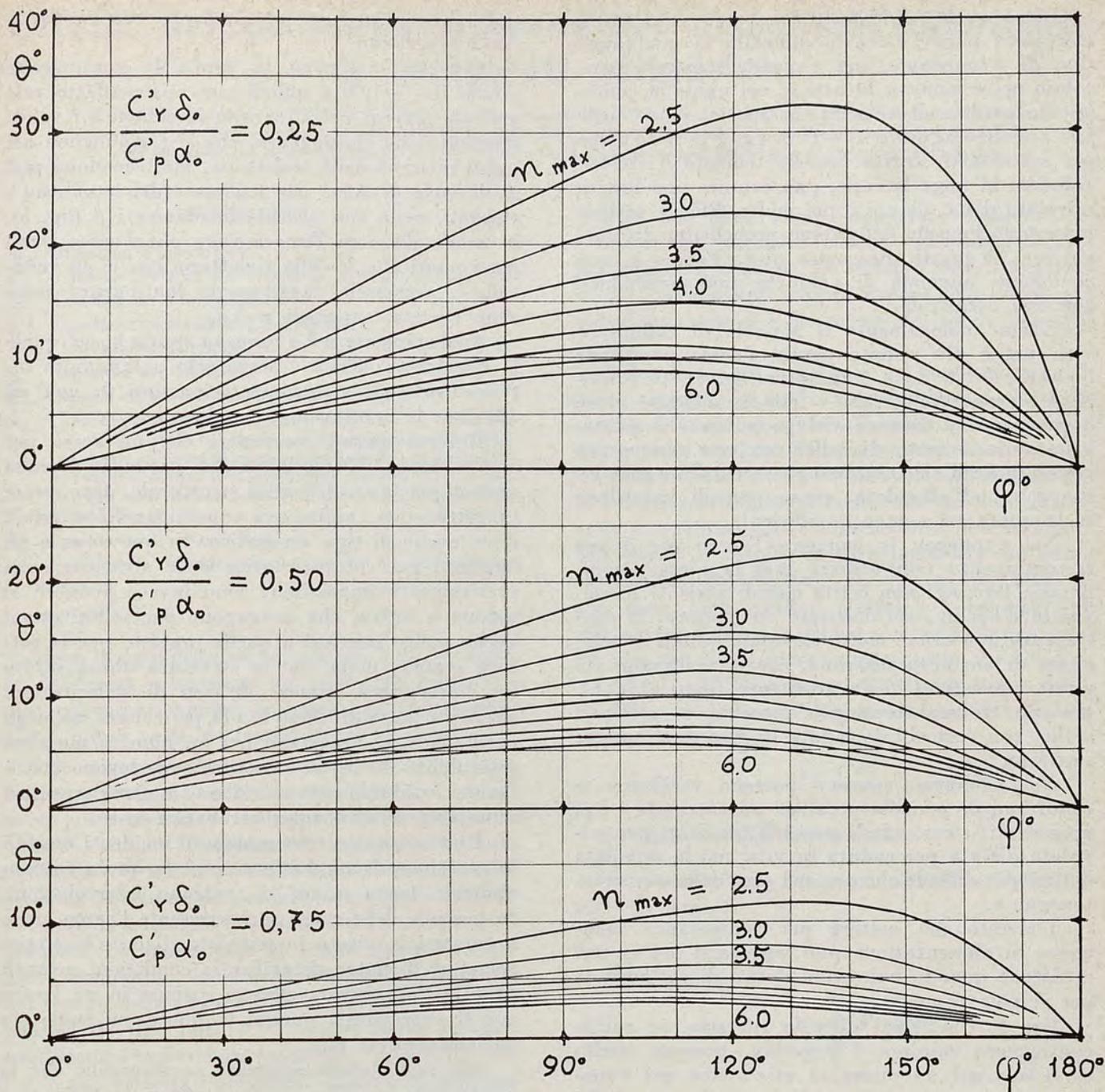


Fig. 9.

sente memoria con un esame delle condizioni di sicurezza nelle quali si svolgono i « tonneau » dei vari tipi.

A parte malesseri momentanei del pilota, rari ma sempre possibili, o fatali errori di manovra, più frequenti di quanto non si creda, specialmente nelle acrobazie collettive, come cause possibili di incidenti nelle acrobazie aeree in genere, e nei « tonneau » in particolare, si possono annoverare le seguenti:

1) Improvviso arresto dell'apparato propulsore per avaria meccanica o per mancanza momentanea di alimentazione in combustibile;

2) Scivolate d'ala o cadute in vite per difetto di velocità rispetto alla deviazione laterale o all'incidenza di volo;

3) Rottura di parti strutturali (ala, piani di coda etc.) o di comandi del velivolo, o per fatica o per eccesso di carichi dinamici momentanei, cioè per superamento della contingenza massima ammissibile;

4) Quota minima di evoluzione sul suolo eccessivamente bassa.

Esaminiamo separatamente queste cause di incidente nei vari tipi di « tonneau ».

L'improvviso arresto del motore per avaria meccanica pone l'aereo in difficoltà in qualunque tipo di « tonneau », ma è particolarmente pericoloso nel « tonneau in asse », nel quale la conseguente perdita di velocità, in special modo nelle fasi prossime ai punti *B* e *D* di fig. 1 in cui l'aereo per sostentarsi sfrutta prevalentemente o esclusivamente la forza laterale, può causare una brusca scivolata d'ala, da cui è poi molto difficile uscirne mancando l'ausilio della forza propellente. In questo caso il guasto meccanico porta l'aereo in una condizione anomala di volo che può concludersi con una catastrofe.

Esiste analogamente il pericolo di caduta in vite, ma è più remoto perchè l'aereo passa per i punti *A* e *C* della traiettoria (fig. 1), in condizioni lontane dallo stallo e quindi, anche se viene a mancare la trazione del propulsore, il pilota, arrestando il moto di rollio con una tempestiva manovra degli alettoni, può passare dallo « pseudo-tonneau » all'affondata, senza pericoli immediati se la quota sul campo è sufficiente.

Nel « tonneau in canone » l'aereo per il suo sostentamento non utilizza mai la forza aerodinamica laterale: non esiste quindi pericolo di scivolata d'ala in caso d'arresto del motore; la contingenza può essere molto elevata e quindi i coefficienti di portanza massima, che si realizzano nei punti inferiori *A* della traiettoria (figg. 2 e 5), possono trovarsi assai più prossimi a quelli di stallo, con pericolo di caduta in vite se il motore s'arresta.

Nel « tonneau spurio » possono verificarsi le condizioni di pericolo peculiari ad entrambi i tipi precedenti: sono quindi possibili incidenti per scivolata d'ala o per caduta in vite, ma la scivolata d'ala è più difficile che non nel caso dello « pseudo-tonneau ».

L'arresto del motore per temporanea mancanza di alimentazione può verificarsi nei motori a pistone quando non siano dotati di carburatore per il volo rovescio.

Ora le condizioni di volo rovescio, in cui la contingenza minima è negativa, possono verificarsi solo nel « tonneau in asse » non nel « tonneau in canone » nè in quello « spurio », cosicchè è solo per eseguire lo « pseudotonneau » che è necessario disporre di un motore con carburatore per volo rovescio.

Il tramonto del motore a pistoni in campo aeronautico, sostituito via via anche nei piccoli aerei dalle turboeliche o dai turboreattori, fa sì che la condizione di funzionamento in volo rovescio resti sempre soddisfatta, e svaniscano i rischi di arresto dell'apparato propulsore per mancata alimentazione.

Le conseguenze d'un arresto del motore per mancanza di alimentazione sono naturalmente identiche dell'arresto per avaria meccanica, ma resta la speranza di una ripresa del funzionamento al cessare delle condizioni di volo rovescio, e i pericoli sono quindi potenzialmente minori.

Gli incidenti per rottura statica delle strutture possono verificarsi solo se nel « tonneau » si su-

pera la contingenza massima per cui l'aereo è stato progettato.

Ora nel « tonneau in asse » la contingenza oscilla fra ± 1.00 e quindi non esiste affatto tale pericolo. Invece nel « tonneau in canone » i valori massimi della contingenza, che si raggiungono nei punti inferiori della traiettoria, non scendono mai al di sotto di 2.5 e per realizzare dei « tonneau » eleganti, ossia con piccoli sbandamenti θ (fig. 5), in modo da dare l'impressione che l'aereo passi per i punti *B* e *D* della traiettoria con le ali verticali, è necessario raggiungere contingenze massime elevate, superiori a 4,5.

Analogamente nel « tonneau spurio », nel quale la deviazione ciclica δ serve solo a diminuire ulteriormente gli sbandamenti massimi θ , non ad alleviare le contingenze massime.

Bisogna quindi concludere che un aereo per essere idoneo all'esecuzione dei « tonneau » senza pericoli per la sua integrità strutturale, deve essere progettato per contingenze superiori a 4,5 e quindi deve essere di tipo acrobatico. In questo caso gli incidenti per rottura statica delle strutture sono praticamente impossibili: sono invece possibili le rotture a fatica, che avvengono per sollecitazioni anche molto inferiori a quelle previste per la rottura statica, dopo che la struttura abbia subito un determinato numero di cicli di sollecitazioni alterne o pulsanti. Sono le più pericolose, ma negli aerei moderni, progettati per un numero massimo prestabilito di ore di esercizio, esse devono considerarsi assolutamente eccezionali e comunque non imputabili all'evoluzione acrobatica in sè.

Una causa non trascurabile di incidenti mortali in occasione di acrobazie aeree è la quota eccessivamente bassa a cui si svolgono le evoluzioni. Se per una delle cause sopraccennate l'aereo viene a trovarsi in vite o in scivolata d'ala, c'è sempre speranza di poter ristabilire le condizioni normali di volo o di trovare almeno scampo in un lancio con il paracadute, purchè la quota sul suolo sia sufficientemente alta.

Per una elevata sicurezza occorrerebbe che la quota minima sul suolo fosse sempre sufficiente a compiere almeno tre giri di vite, ma una tale quota, superiore ai 2000 m in taluni moderni caccia a reazione, toglierebbe quasi ogni attrattiva spettacolare alle acrobazie, e in particolare al « tonneau », e quindi raramente si rispetta questa condizione di sicurezza.

Per concludere si può dire che il « tonneau in canone » o quello « spurio » con moderate deviazioni cicliche δ , non sono acrobazie di per sè stesse pericolose, semprechè l'aereo sia idoneo, cioè acrobatico, il pilota capace, e la quota di volo non troppo bassa, mentre il « tonneau in asse » è assai pericoloso nelle fasi in cui il piano alare passa per la verticale e quindi come acrobazia non è consigliabile, neanche quando l'aereo è teoricamente capace di eseguirlo.

Attilio Lausetti

Effetti del proporzionamento del disco sull'imbutitura di recipienti cilindrici

LUDMIL KARAGHIOSOFF, in base al calcolo numerico della tensione d'imbutitura per un dato materiale, confronta fra loro i singoli componenti determinanti della tensione d'imbutitura ed indica la possibilità di definire gli effetti del proporzionamento del disco sull'esito dell'operazione di imbutitura di recipienti cilindrici.

SIMBOLOGIA

σ_{imb}	tensione d'imbutitura
F_0	sezione portante del recipiente $F_0 = \pi \cdot d_0 \cdot s_0$
β_0	coefficiente d'imbutitura
β	coefficiente variabile d'imbutitura
μ	coefficiente d'attrito
s_0	spessore del materiale
R_m	raggio di arrotondamento della matrice
σ_m	resistenza media alla deformazione: $\sigma_m = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_2)$ dove σ è la resistenza alla deformazione all'estremità interne della flangia formata dallo sbizzato all'atto dell'imbutitura, mentre σ_2 è la resistenza alla deformazione all'estremità esterna della detta flangia
p	pressione di prelamiera
σ_{st}	tensione a trazione nella sezione critica del pezzo imbutito

Scopo di ogni processo tecnologico è di assicurare la desiderata produzione nel modo più economico cioè col minor numero di operazioni tecnologiche e con minor costo del materiale di partenza.

Tale esigenza vale naturalmente anche per l'imbutitura profonda delle lamiere d'acciaio e comporta un determinato sviluppo della tecnologia in questo campo. L'esigenza di imbutire un dato recipiente col minor possibile numero di operazioni significa effettuare le operazioni in modo tale, da ottenere la massima possibile deformazione degli sbizzati. Si arriva così al limite delle deformazioni ammissibili, cioè, con altre parole, si lavora nel campo delle tensioni limite consentite dal materiale. Il superamento di questi limiti in date condizioni d'imbutitura (materiale, geometria dell'attrezzo, velocità e condizioni dinamiche dell'operazione) determina il noto «distacco» del fondo del recipiente.

Nella fig. 1 è illustrato lo schema dell'operazione tecnologica costituita dall'imbutitura. Lo sbizzato è compresso con una certa forza fra il prelamiera e la matrice, allo scopo di evitare la formazione di grinze all'atto dell'imbutitura. Il punzone si sposta verso il basso e stira la lamiera attraverso l'apertura della matrice, formando così un recipiente cilindrico. Lo sforzo necessario a tale scopo viene esercitato dalla pressa, al cui portautensili è montato il punzone. Il valore di tale sforzo dipende, per un dato materiale, dal rapporto fra il diametro D_0 dello sbizzato ed il diametro d_0 del punzone, nonché dalla geometria dei bordi attivi della matrice e dalle perdite determinate dall'attrito e dalla piegatura. Il valore di tale sforzo è però limitato

poichè esso deve essere sopportato dalla sezione portante del recipiente imbutito, in corrispondenza del fondo del punzone. Lo sforzo d'imbutitura deve essere, ovviamente, sempre minore dello sforzo che determinerebbe il «distacco» del fondo del recipiente.

Il fenomeno del «distacco del fondo» ha costituito oggetto di molte ricerche basate sia sulle caratteristiche del materiale, cioè sulle caratteristiche della lamiera d'acciaio da imbutire, che sul complesso dei fattori che influiscono sull'imbutitura. L'influenza di tali caratteristiche e dei detti fattori sono interdipendenti e difficilmente determinabili. Il distacco si verifica in corrispondenza del bordo arrotondato del punzone, cioè in corrispondenza di una zona, nella quale il materiale è deformato in misura relativamente debole e conserva quasi invariate le sue caratteristiche meccaniche iniziali, non modificate dall'incrudimento. Ciò permette di esprimere la condizione d'imbutitura con la relazione

$$\sigma_{imb} < \sigma_R \quad (1)$$

La tensione d'imbutitura $\sigma_{imb} = \frac{P_{imb}}{\pi \cdot d_0 \cdot s_0}$ deve essere minore della resistenza a trazione del materiale da imbutire.

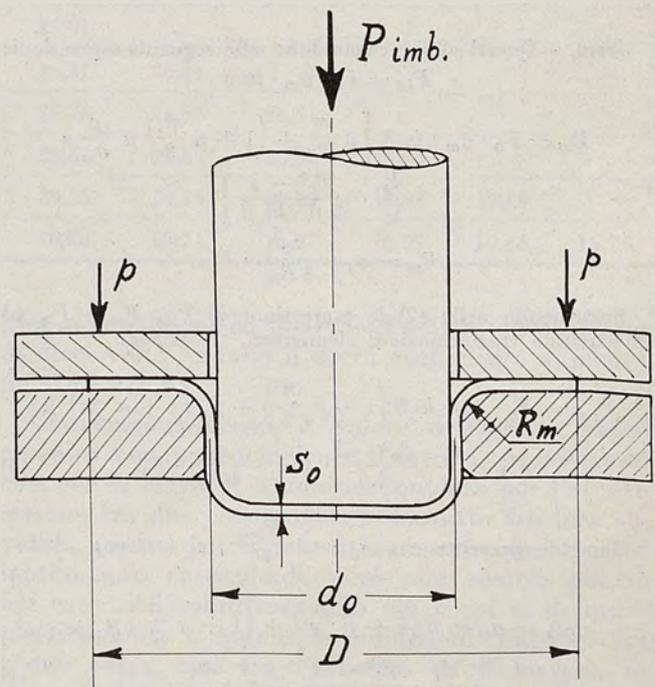


Fig. 1

Le presenti considerazioni hanno lo scopo di contribuire alla determinazione dell'influenza esercitata sul valore di σ_{imb} dai seguenti fattori: rapporto $\beta_0 = \frac{D_0}{d_0}$; spessore relativo dello sbozzato $\frac{D}{s \cdot 100} \left(\frac{d_0}{s_0} \right)$ per un dato β ; attrito espresso dal coefficiente d'attrito; valore del raggio relativo di arrotondamento $\frac{s_0}{R_m}$.

Lo sforzo d'imbutitura è uguale alla somma dei seguenti sforzi: sforzo teorico ideale d'imbutitura P_{id} ; sforzo determinato dalle perdite per attrito P_{at} ; sforzo P_m necessario per superare la resistenza in corrispondenza del bordo attivo della matrice [1].

$$P_{imb} = P_{id} + P_{at} + P_m = F_0 (\sigma_A + \sigma_B + \sigma_D) = F_0 \sigma_{imb} \quad (\text{V. Nota}) \quad (2)$$

Assumendo ora [1]:

$$\sigma_A = \sigma_m \ln \beta \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) \quad (5)$$

$$\sigma_B = \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) \cdot \mu \cdot p \cdot \frac{d_0}{s_0} \cdot \frac{\beta_0^2 - 1}{2\beta} \quad (6)$$

$$\sigma_C = \sigma_1 \frac{s_0}{4 R_m} \quad (7)$$

si vede come σ_A esprime la tensione teorica d'imbutitura moltiplicata col coefficiente $\left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right)$ che dipende soltanto dal coefficiente d'attrito. Lo stesso coefficiente $\left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right)$ si trova anche nell'espressione per σ_B , la quale, per un dato coef-

Nota. - Questi sforzi rispondono alle seguenti espressioni:

$$P_{id} = F_0 \cdot \sigma_m \cdot \ln \beta$$

$$P_{at} = F_0 \cdot \sigma_m \cdot \ln \beta \left[\mu \frac{\pi}{2} + \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) \mu \frac{p}{\sigma_m} \cdot \frac{d_0}{s_0} \cdot \frac{\beta_0^2 - 1}{2\beta \cdot \ln \beta} \right]$$

$$P_m = \sigma_1 \cdot \frac{s_0}{4 R_m} \cdot F_0$$

Sostituendo nella (2) le espressioni di P_{id} , P_{at} e P_m ed effettuando trasformazioni elementari, si ottiene:

$$P_{imb} = F_0 \cdot \sigma_m \cdot \ln \beta \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) + F_0 \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) \mu \cdot p \cdot \frac{d_0}{s_0} \cdot \frac{\beta_0^2 - 1}{2\beta} + \sigma_1 \cdot \frac{s_0}{4 R_m} \cdot F_0 \quad (3)$$

Tenendo presente che $\sigma_{imb} = \frac{P_{imb}}{F_0}$, si ottiene:

$$\sigma_{imb} = \sigma_m \ln \beta \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) + \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) \mu \cdot p \cdot \frac{d_0}{s_0} \cdot \frac{\beta_0^2 - 1}{2\beta} + \sigma_1 \frac{s_0}{4 R_m} \quad (4)$$

ficiente d'imbutitura, esprime l'influenza di $\frac{d_0}{s_0}$ e di « p », mentre σ_C esprime l'influenza del parametro geometrico $\frac{s_0}{R_m}$.

L'influenza di questi parametri sul valore di σ_{imb} può essere determinata confrontando fra loro le tre tensioni σ_A , σ_B e σ_C . Il valore di queste tensioni in relazione a β può essere calcolato per un determinato materiale. Quale esempio viene scelta una lamiera d'acciaio dolce tipo FePO2 (v. UNI 5866)

con le caratteristiche seguenti:

$$\sigma_R = 35 \text{ kg/mm}^2 \quad \text{e} \quad \delta = 22,8 \%$$

Per determinare σ_A in relazione a β , occorre determinare la resistenza media alla deformazione $\sigma_m = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_2)$. I valori delle tensioni σ_1 e σ_2 possono essere trovati in base alla curva teorica tensione-deformazione. L'equazione della curva teorica tensione-deformazione è del tipo [2]:

$$\sigma = C \cdot \varphi^n \quad (8)$$

Le costanti « C » e « n » si trovano dalle equazioni

$$n = \ln \frac{1}{1 - \delta} = \ln \frac{1}{1 - 0,228} \approx 0,23$$

$$C = \sigma_R \frac{e^n}{n^n} \approx 60$$

per cui l'equazione (8) della curva tensione-deformazione assume la forma

$$\sigma = 60 \varphi^{0,23} \quad (9)$$

Tenendo presente che la deformazione nell'imbutitura profonda si esprime con

$$\ln \frac{D}{d_0} = \ln \beta = \varphi \quad (10)$$

si può scrivere:

$$\sigma = 60 (\ln \beta)^{0,23} \quad (11)$$

La determinazione di σ_1 e di σ_2 non presenta ora alcuna difficoltà. σ_1 è la resistenza alla deformazione in corrispondenza dell'estremità interna della flangia dello sbozzato, dove $\ln \beta = \ln 1,002$ corrispondente al limite di snervamento. Alla tensione σ_2 corrisponde invece la deformazione $\ln \beta_0$, dove β_0 è il coefficiente d'imbutitura per il quale viene eseguita l'operazione.

Di conseguenza

$$\sigma_m = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_2) = \frac{60}{2} (\ln 1,002)^{0,23} + (\ln \beta_0)^{0,23}$$

$$\sigma_m = 30 [0,409 + (\ln \beta_0)^{0,23}]$$

Nella tabella 1 sono riportati i valori di σ_m in relazione a β .

Il valore di $\left(1 + \mu \frac{\pi}{2}\right)$ dipende dal coefficiente d'attrito « μ ». Con tutta probabilità, il valore di « μ » varia fra 0,02 e 0,2 [1] e quindi $\left(1 + \mu \frac{\pi}{2}\right)$ varierà fra 1,03 e 1,31. Per il caso in esame, il coefficiente d'attrito viene assunto con $\mu = 0,2$ pari al valore più sfavorevole.

Nella tabella 2 sono riportati i valori di

$$\sigma_A = \sigma_m \ln \beta \left(1 + \mu \frac{\pi}{2}\right)$$

I valori indicati nella tabella 2 forniscono la curva della relazione fra la tensione σ_A ed il coefficiente d'imbutitura β . Questa curva è illustrata nella fig. 2.

0,02 e 0,2 si può trascurare il termine $\mu^2 \frac{\pi}{2}$. Il valore di σ_B cresce quindi in modo direttamente

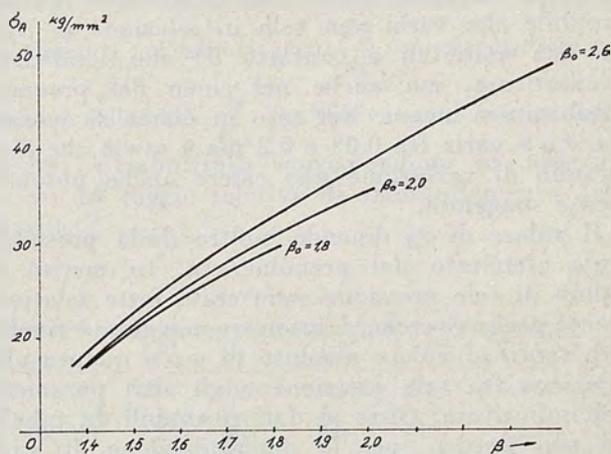


Fig. 2

TABELLA 1.

β	2,27	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
σ_m	42,27	41,97	41,37	40,47	39,87	38,37	38,22	37,50	36,66	35,67

TABELLA 2.

β	$\ln \beta$	σ_A $\beta_0 = 2,6$	σ_A $\beta_0 = 2,4$	σ_A $\beta_0 = 2,2$	σ_A $\beta_0 = 2,0$	σ_A $\beta_0 = 1,8$	σ_A $\beta_0 = 1,7$	σ_A $\beta_0 = 1,68$	σ_A $\beta_0 = 1,66$	σ_A $\beta_0 = 1,64$	σ_A $\beta_0 = 1,6$	σ_A $\beta_0 = 1,5$	σ_A $\beta_0 = 1,4$
2,6	0,95	52,65											
2,4	0,87	48,24	47,56										
2,2	0,78	43,45	42,83	41,89									
2,0	0,69	38,21	37,67	36,84	35,88								
1,8	0,58	32,36	31,90	31,21	30,39	29,59							
1,7	0,53	29,22	28,81	28,18	27,44	26,71	26,61						
1,68	0,51	28,56	28,15	27,54	27,54	26,11	26,01	25,91					
1,66	0,50	27,90	27,50	26,90	26,20	25,50	25,41	25,31	25,16				
1,64	0,49	27,23	26,85	26,26	25,57	24,90	24,80	24,70	24,57	24,51			
1,6	0,47	25,91	25,54	24,98	24,33	23,69	23,60	23,50	23,37	23,32	23,15		
1,5	0,40	22,33	22,01	21,53	20,97	20,41	20,33	20,25	20,14	20,09	19,95	19,50	
1,4	0,33	18,52	18,26	17,86	17,39	16,93	16,87	16,80	16,71	16,67	16,55	16,18	15,74

Il valore di σ_B è particolarmente interessante poichè dipende da parametri che esprimono le condizioni dell'operazione tecnologica dell'imbutitura.

$$\sigma_B = \left(1 + \mu \frac{\pi}{2}\right) \mu \cdot p \cdot \frac{d_0}{s_0} \frac{\beta_0^2 - 1}{2}$$

In primo luogo, nell'espressione per il valore di σ_B è chiaramente presente il coefficiente d'attrito μ :

$$\left(1 + \mu \frac{\pi}{2}\right) \cdot \mu = \mu + \mu^2 \frac{\pi}{2} \approx \mu.$$

Assumendo che il valore di μ può variare fra

proporzionale col coefficiente d'attrito ed aumenta di dieci volte quando il detto coefficiente aumenta da 0,02 a 0,2.

Convenzionalmente, il valore dell'attrito viene espresso con un coefficiente d'attrito, supponendo così che la legge di Amontou-Coulomb per l'attrito esterno fra due corpi rigidi a contatto fra loro sia valida anche per l'imbutitura profonda. Questa ipotesi non corrisponde però alla realtà, poichè nel caso dell'imbutitura uno dei corpi si deforma plasticamente e quindi le condizioni d'attrito fra i due corpi, cioè fra l'attrezzo ed il metallo in corso di deformazione, non corrispondono alle con-

dizioni per le quali è stata formulata la detta legge. Nel caso dell'imbutitura è quindi più giusto considerare il coefficiente d'attrito non come fattore di valore costante, bensì come fattore di valore variabile che varia non solo in relazione al tipo dei due materiali a contatto ed alle condizioni d'imbutitura, ma anche nel corso del processo d'imbutitura stesso. Nel caso in esame si assume che « μ » varia fra 0,02 e 0,2 ma è ovvio che l'intervallo di variazione può essere anche notevolmente maggiore.

Il valore di σ_B dipende inoltre dalla pressione « p » esercitata dal premilamiera. In merito al valore di tale pressione sono state fatte relativamente poche ricerche. L'interesse maggiore è rivolto non tanto al valore assoluto di « p » quanto alla relazione fra tale pressione e gli altri parametri dell'imbutitura. Oltre ai dati ricavabili da tabelle ad uso pratico, per la determinazione di « p » sono note anche le seguenti relazioni empiriche:

Relazione di Siebel [3]:

$$p = (0,002 \div 0,0025) \left[(\beta_0 - 1)^2 + 0,005 \frac{d_0}{s_0} \right] \sigma_R \quad (12)$$

Relazione di Sciofman [4] [5]:

$$p = 0,2 (\beta - 1,2) \frac{D}{s \cdot 100} \text{ kg/mm}^2 \quad (13)$$

La relazione (13) fornisce solo valori numerici della tensione di compressione. Per conservare le dimensioni, tale relazione può essere scritta

$$p = 0,2 (\beta - 1,2) \frac{D}{s \cdot 100} \cdot \Delta \sigma \quad (14)$$

dove $\Delta \sigma$ è l'unità della tensione di compressione in kg/mm^2 .

Mentre la relazione (12) tiene conto delle caratteristiche del materiale, nella relazione (13) queste caratteristiche vengono trascurate. Indipendentemente dal carattere empirico di queste relazioni, è interessante notare che entrambe tengono conto dello spessore relativo dello sbozzato da imbutire.

Infatti, essendo $\beta = \frac{D}{d_0}$ e quindi $\frac{D}{s_0 \cdot 100} = \frac{\beta}{100} \cdot \frac{d_0}{s_0}$, dove D è il diametro variabile della flangia, l'espressione (14) acquista, dopo trasformazioni elementari, la seguente forma

$$p = 0,002 \cdot \beta \cdot \frac{d_0}{s_0} (\beta - 1,2) \Delta \sigma \quad (15)$$

Sostituendo nella (6) si ottiene

$$\sigma_B = \left(1 + \mu \frac{\pi}{2} \right) \cdot \mu \cdot 0,001 \cdot \left(\frac{d_0}{s_0} \right)^2 \cdot (\beta - 1,2) \cdot (\beta_0^2 - 1) \Delta \sigma \quad (16)$$

Tenendo conto che il valore di $\frac{d_0}{s_0}$ è notevolmente maggiore di 1 e può essere assunto in pratica con 600 ed oltre, dalla (16) appare evidente che il

valore di σ_B dipende soprattutto dallo spessore relativo dello sbozzato da imbutire, espresso da $\frac{d_0}{s_0}$ per un dato valore di β . Il valore dello spessore relativo dello sbozzato appare evidente dalla fig. 3, nella quale σ_B è espressa in relazione al $\frac{d_0}{s_0}$, assumendo $\beta = \beta_0 = 2,0$.

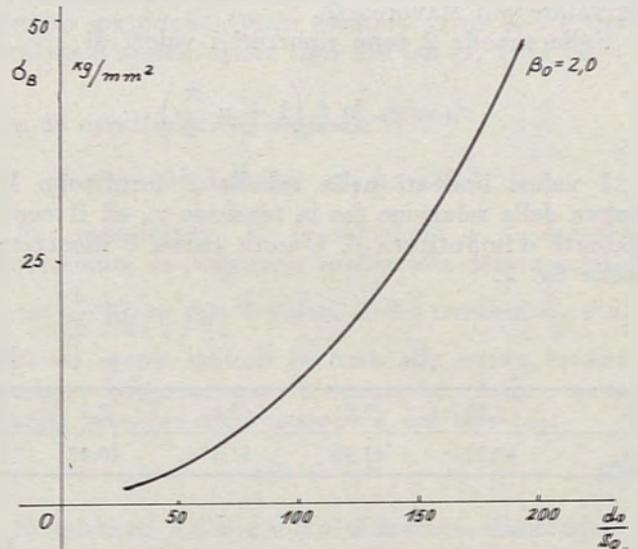


Fig. 3

Da questa figura appare evidente che già per uno spessore relativo $\frac{d_0}{s_0} = 53$, la tensione σ_B presenta un valore di $3,5 \text{ kg/mm}^2$, mentre per $\frac{d_0}{s_0} = 92$, il valore di σ_B sale a $10,5 \text{ kg/mm}^2$.

Per rendere più intuitiva questa relazione, si può considerare il seguente esempio. Per una lamiera di spessore 0,8 mm e con un punzone di diametro 42,4 mm, si ottiene nel primo caso, per il diametro dello sbozzato un valore di 84 mm. Nel secondo caso invece, a parità di spessore della lamiera, si ottiene $d_0 = 73,6 \text{ mm}$ e $D_0 = 147,2 \text{ mm}$. Entrambi i casi sono assai frequenti in pratica.

La variazione di σ_B in relazione a $\frac{d_0}{s_0}$ comporta quindi la necessità, molto importante in pratica, di determinare i coefficienti d'imbutitura non solo in relazione alla qualità del materiale ed alla geometria del recipiente che si vuole imbutire, ma anche in relazione allo spessore dello sbozzato. Nella letteratura sono citati dei casi, nei quali, a parità di qualità della lamiera d'acciaio, vengono imbutiti facilmente piccoli recipienti cilindrici con coefficiente d'imbutitura 2,22, mentre risulta difficile imbutire recipienti cilindrici maggiori, perfino con coefficienti d'imbutitura 1,67, nonostante che il materiale sia lo stesso. L'influenza dello spessore relativo dello sbozzato può essere notevolmente maggiore dell'influenza delle caratteristiche plastiche di un dato materiale. Quando, in pratica, non viene tenuto debito conto della circostanza di

cui sopra, si arriva a porre esigenze tecnologicamente ingiustificate alla qualità del materiale ed a trascurare materiali tecnologicamente più convenienti ma considerati a torto qualitativamente non idonei per una determinata operazione. Lo spessore relativo dello sbozzato esercita una influenza decisiva sulla qualità dell'imbutitura di recipienti di forma emisferica, o simile, come risulta evidente considerando le difficoltà per eliminare la formazione di grinze nello sbozzato.

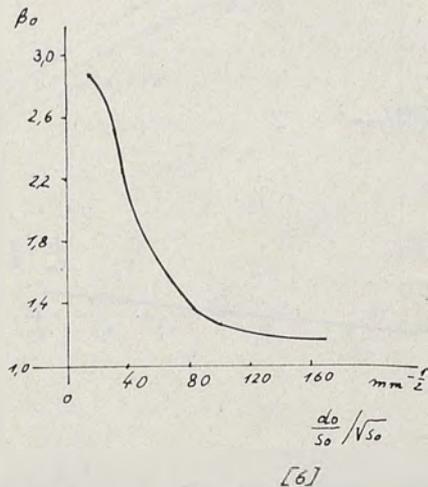


Fig. 4

Dalla relazione (15) appare evidente che « p » non costituisce un valore costante ma varia durante il processo d'imbutitura. Indipendentemente dal fatto che la relazione empirica (15) non fornisce, ovviamente, la dipendenza fra « p » e « β », dalla detta relazione (15) risulta che con $\beta = 1,2$ si ottiene $p = 0$ e quindi $\sigma_B = 0$. Ciò significa in pratica che con $\beta = 1,2$ è possibile effettuare l'imbutitura senza l'ausilio di premilamiera, indipendentemente dallo spessore relativo dello sbozzato. A prescindere dal fatto che nel caso dell'imbutitura senza premilamiera acquistano grande importanza la forma e la grandezza del bordo attivo della matrice, la conclusione di cui sopra viene confermata dalle ricerche precedenti [6] [1]. I risultati di queste ricerche sono illustrati nella fig. 4, nella quale il coefficiente limite d'imbutitura è dato in funzione di $\frac{d_0}{s_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{s_0}}$.

Dalla fig. 5 risulta invece evidente la variazione di σ_B in relazione a β_0 , tenendo conto dello spessore relativo limite praticamente ammissibile (v. tabella 3) [5]. I valori di « p » sono calcolati in base alla formula (12).

La fig. 6 illustra invece la dipendenza di σ_B secondo l'equazione (16) dal coefficiente d'imbutitura, nel caso di $\beta_0 = 2,0$ e per diversi spessori relativi dello sbozzato. I valori di σ_B per $\beta < 2,0$ sono sempre minori, come dimostrato da $\beta_0 = 1,9$ per $\frac{d_0}{s_0} = 92$ e 53.

L'espressione per σ_C tiene conto del raggio relativo di arrotondamento $\frac{s_0}{R_m}$ della matrice. Anche

in questo caso, analogamente allo spessore relativo dello sbozzato, il valore di $\frac{s_0}{R_m}$ influisce indirettamente sul coefficiente d'imbutitura. I maggiori coefficienti d'imbutitura $\frac{D_0}{d_0}$ corrispondono ai minori valori di $\frac{s_0}{R_m}$ e, viceversa, i minori coefficienti d'imbutitura corrispondono ai maggiori valori del raggio relativo di arrotondamento della matrice.

TABELLA 3.

β_0	1,67	1,72	1,82	1,89	2,0	2,08
$1/\beta_0$	0,6	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
$s_0 \cdot 100/D$	0,1	0,3	0,6	1,0	1,5	2,0
d_0/s_0	600	191	92	53	33,4	24

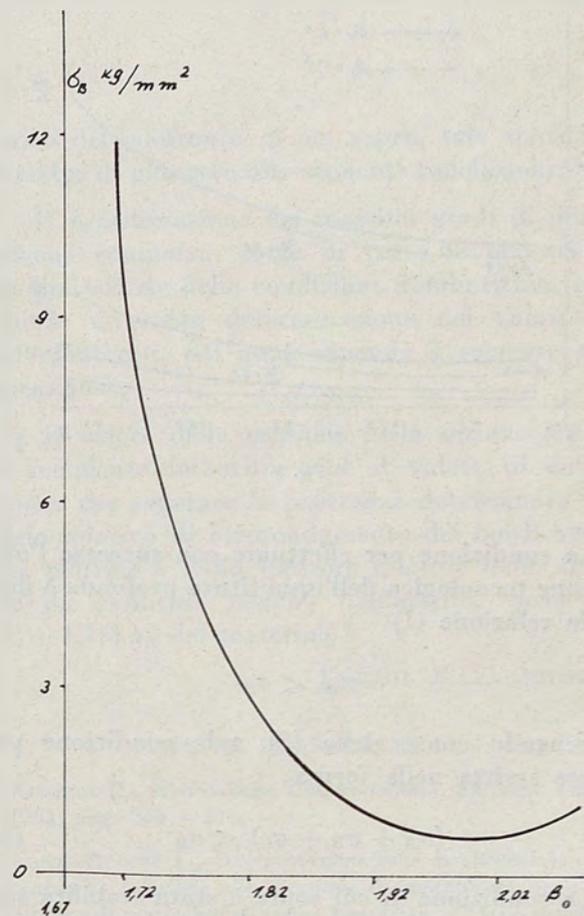


Fig. 5

Per determinare σ_C è necessario determinare la resistenza alla deformazione σ_1 in corrispondenza dell'estremità interna della flangia dello sbozzato, cioè in corrispondenza del bordo arrotondato della matrice.

$$\sigma_C = \frac{1}{4} \frac{s_0}{R_m} \sigma_1 \quad (17)$$

$$\sigma_1 = C (\ln \beta)^n \quad (18)$$

Sostituendo la (18) nella (17) si ottiene

$$\sigma_C = \frac{1}{4} \frac{s_0}{R_m} \cdot C \cdot (\ln \beta)^n \quad (19)$$

Con $C = 60$ e $n = 0,23$ si ottiene

$$\sigma_C = 15 \frac{s_0}{R_m} (\ln \beta)^{0,23} \quad (20)$$

Assumendo per $\frac{s_0}{R_m}$ i valori $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ e $\frac{1}{10}$ si

ottengono i valori di σ_C in relazione a β che permettono di tracciare le curve illustrate nella fig. 7.

Il confronto delle tensioni σ_A , σ_B e σ_C risulta dalla fig. 8, nella quale il valore di queste tensioni è dato in relazione a β .

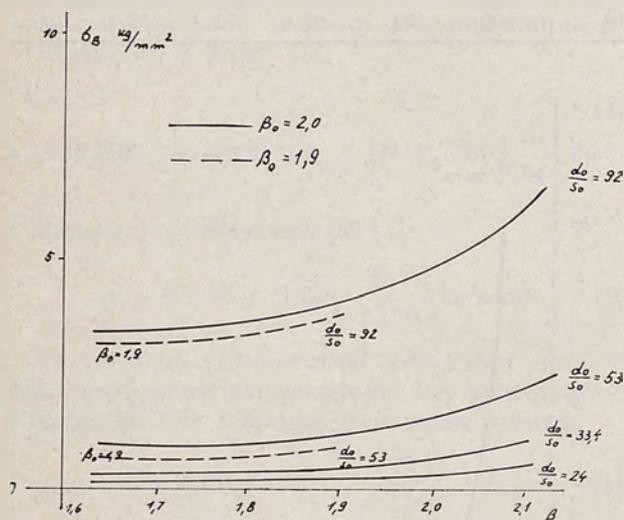


Fig. 6

La condizione per effettuare con successo l'operazione tecnologica dell'imbutitura profonda è data dalla relazione (1)

$$\sigma_{imb} < \sigma_R$$

Tenendo conto della (2), tale condizione può essere scritta nella forma

$$(\sigma_A + \sigma_B + \sigma_C) < \sigma_R \quad (21)$$

La condizione di cui sopra è stata stabilita supponendo che il materiale non abbia subito deformazioni nella sezione critica. Ad ogni grado di deformazione corrisponde una determinata tensione che si manifesta nella sezione critica e limita le possibilità d'imbutitura a determinare condizioni dell'operazione, supponendo che il raggio d'arrotondamento del punzone sia uguale al raggio d'arrotondamento della matrice. La tensione determinante nella sezione critica è costituita dalla tensione a trazione che è in genere maggiore di σ_R [5].

$$\sigma_{st} \leq 1,15 \cdot \sigma_R$$

dove σ_{st} è la tensione a trazione nella sezione critica. Di conseguenza, adottando una certa sicurezza, l'espressione completa per la condizione d'imbutitura sarà in pratica

$$(\sigma_{imb} = \sigma_A + \sigma_B + \sigma_C) \leq 1,1 \cdot \sigma_R \quad (22)$$

I valori di σ_A , σ_B e σ_C nella fig. 8 sono calcolati per materiali con $\sigma_R = 35 \text{ kg/mm}^2$, cioè per il

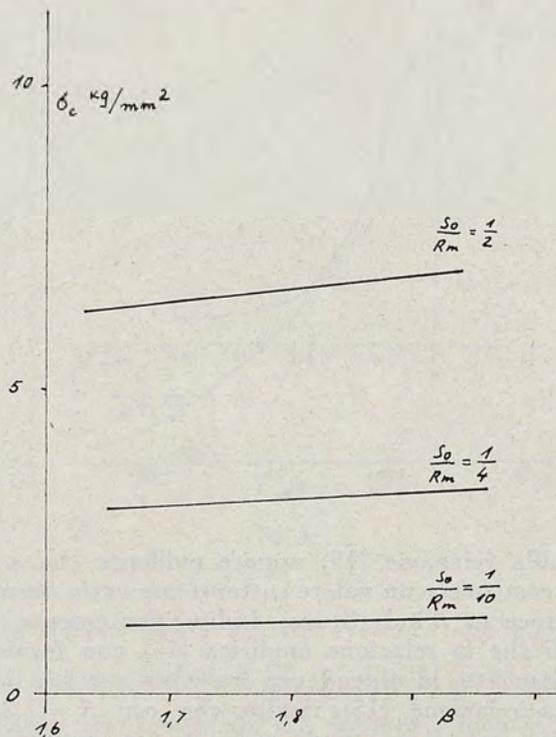


Fig. 7

caso, indicato nella fig. 8 I, in cui $\sigma_A + \sigma_B + \sigma_C \leq 38 \text{ kg/mm}^2$.

Quali sono ora le possibilità per l'esecuzione dell'imbutitura, assumendo un coefficiente d'attrito 0,2 per tutto il decorso dell'imbutitura stessa?

a) Dalla fig. 8 I appare evidente che il coefficiente massimo d'imbutitura deve essere scelto con $\beta_0 = 2$. Quale riserva per le perdite determinate dalle rimanenti condizioni $\frac{d_0}{s_0}$ e $\frac{s_0}{R_m}$ si dispone allora soltanto di circa 3 kg/mm^2 . È ovvio che l'ulteriore aumento del coefficiente d'imbutitura determinerebbe il distacco del fondo del recipiente.

b) Lo spessore relativo $\frac{d_0}{s_0}$ dello sbizzato può essere scelto al massimo con 33,4 determinando così un carico di circa 1 kg/mm^2 della sezione critica. Scegliendo per lo spessore relativo dello sbizzato un valore di 53, occorre prevedere un grande raggio di arrotondamento della matrice,

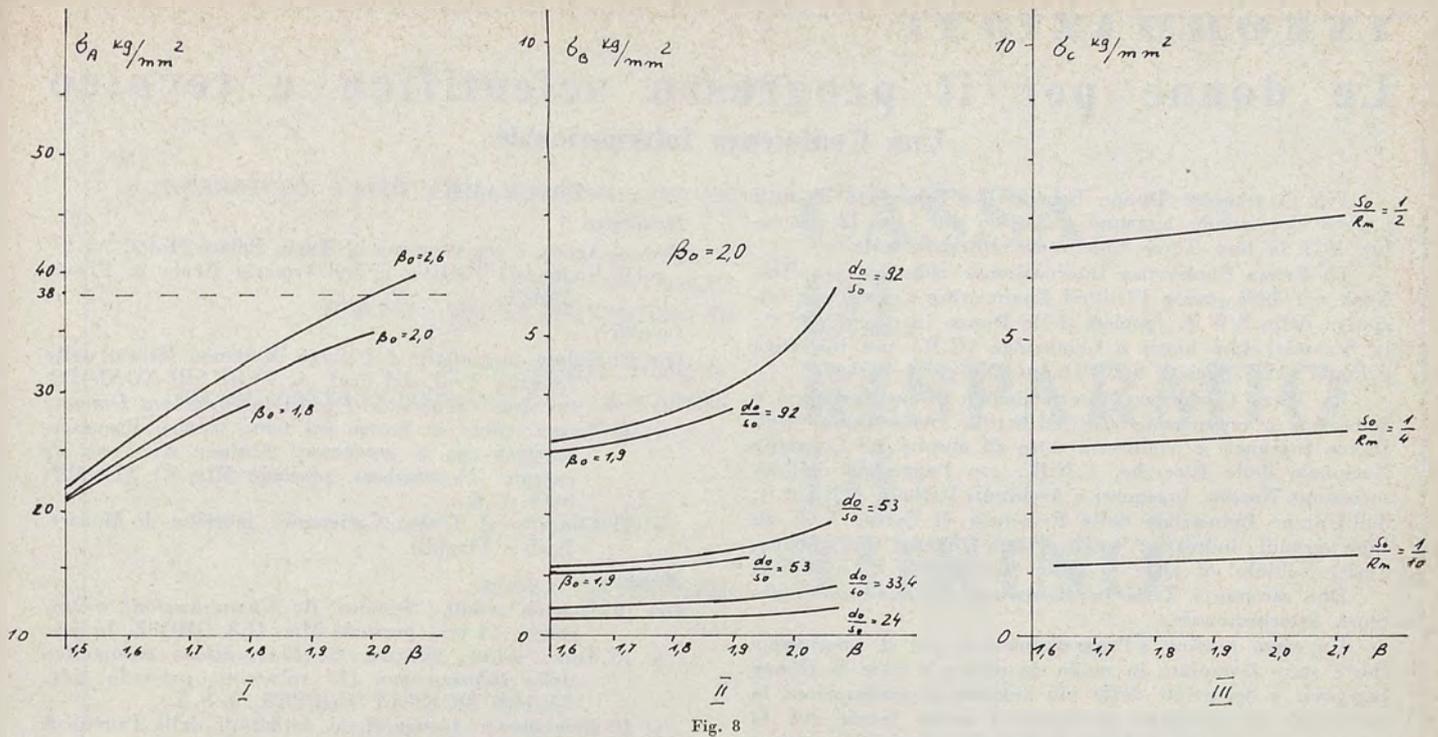


Fig. 8

cioè $\frac{s_0}{R_m} < \frac{1}{10}$, il che non risulta raccomandabile, data la necessità di esercitare una pressione col premilamiera per evitare la formazione di grinze nello sbozzato.

c) Il raggio di arrotondamento della matrice deve essere scelto con $R_m = (8 \div 9) s_0$, determinando così un ulteriore carico di circa 2 kg/mm² della sezione critica.

L'imbutitura può essere effettuata anche con valori minori del raggio di arrotondamento della matrice, per esempio con $R_m = (5 \div 6) s_0$, ma con uno spessore relativo $\frac{d_0}{s_0} = 24$, cioè con sbozzato relativamente spesso, mantenendosi sempre nei limiti di un carico supplementare di 3 ÷ 4 kg/mm² della sezione critica del recipiente imbutito.

In pratica, non sono rari i casi, nei quali si procede ad una accurata lisciatura dei bordi attivi della matrice, allo scopo di aumentare il loro grado di levigatezza e quindi di ridurre il valore di σ_B , oppure si cerca ad aumentare il raggio di arrotondamento della matrice fino ai limiti richiesti, allo scopo di ridurre il valore di σ_C . La riduzione di σ_B mediante riduzione dello spessore relativo $\frac{d_0}{s_0}$ dello sbozzato risulta antieconomica, in quanto comporta un aumento dello spessore del materiale. Di conseguenza, il valore di $\frac{d_0}{s_0}$ deve essere determinato nel corso dei lavori e dei calcoli preliminari d'impostazione.

A prescindere dal carattere esemplificativo e nu-

merico del confronto di cui sopra, tale confronto permette di giungere alle seguenti conclusioni:

1) L'utilizzazione dei massimi gradi di deformazione comporta, come in tutte le operazioni, una limitazione delle condizioni d'imbutitura, cioè richiede un'esatta determinazione dei valori dei vari parametri, dai quali dipende il successo dell'operazione.

2) Il valore della tensione nella sezione critica del recipiente imbutito, cioè il valore di cui si dispone per superare la resistenza determinata dal raggio relativo di arrotondamento dei bordi attivi della matrice e dallo spessore relativo dello sbozzato da imbutire, nonché dall'attrito, varia fra (1,1 ÷ 1,15) σ_R del materiale.

LUDMIL KARAGHIOFF

FONTI CONSULTATE

- [1] KIENZLE O., *Mechanische Umformtechnik*, Springer Verlag 1968, pag. 260 ÷ 277.
- [2] KARAGHIOFF L., *Determinazione delle caratteristiche delle lamiere in relazione alla direzione di laminazione per l'imbutitura di particolari di forma complessa*, « Atti e rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti di Torino », Settembre 1969.
- [3] SIEBEL E., *Der Niederhalterdruck beim Tiefziehen*, « Stahl und Eisen », 74 (1954).
- [4] SCIOFMAN L. A., *Elementi della teoria dello stampaggio a freddo*, MASHGHIS, 1952 (trattato generale, in russo).
- [5] ROMANOWSKI W. P., *Handbuch der Stanzereitechnik*, VEB Verlag Technik, Berlin, 1965, pag. 201 ÷ 208 (tradotto in tedesco, dal russo).
- [6] SHAWKI G. S. A., *Die Grenzen beim niederhalterlosen Tiefziehen von Feinblechen*, « Metallkunde » 52, Heft 10.

INFORMAZIONI

Le donne per il progresso scientifico e tecnico Una Conferenza Internazionale

Più di trecento Donne Ingegneri e Scienziate di tutti i paesi del mondo terranno a Torino dal 5 al 12 settembre 1971 la loro Terza Conferenza Internazionale.

La Prima Conferenza Internazionale ebbe luogo a New York nel 1964 presso l'United Engineering Center per iniziativa della S.W.E. (Società delle Donne Ingegneri, USA); la Seconda ebbe luogo a Cambridge (G.B.) per iniziativa della W.E.S. (Società delle Donne Ingegneri Inglesi).

La Terza Conferenza Internazionale Donne Ingegneri e Scienziate è organizzata dall'A.I.D.I.A. (Associazione Ital. Donne Ingegneri e Architetti) sotto gli auspici del Consiglio Nazionale delle Ricerche, C.N.R., con l'appoggio dell'Associazione Nazion. Ingegneri e Architetti Italiani, A.N.I.A.I., dell'Unione Industriale della Provincia di Torino e di alcune grandi industrie, quali Fiat, Olivetti, Pininfarina, Facis, Nebiolo ed altre, e delle Società S.W.E. e W.E.S.

Due saranno i Temi in discussione nella Terza Conferenza Internazionale.

Un tema tecnico « Programmazione per il progresso » che è stato formulato in modo da offrire a tutte le Donne Ingegneri e Scienziate delle più svariate specializzazioni la possibilità di prendere in esame i nuovi mezzi che la scienza e la tecnica mettono a disposizione dell'umanità e di indicare tra questi una scelta ai fini di un vero progresso umano, al quale devono contribuire anche le donne.

Il tema tecnico sarà affrontato in sei diversi campi: Fonti di energia, Comunicazioni e trasporti, Elaborazione automatica delle informazioni, Edilizia e urbanistica, Produzione industriale ed Ingegneria umana.

Le relazioni già annunciate su questi argomenti sono più di settanta e tra queste alcune porteranno il contributo di Donne Ingegneri e Scienziate di chiara fama.

Il tema sociologico « Doveri professionali e familiari della donna » vuole porre in evidenza il dilemma in cui si dibatte la donna che si è preparata ad esercitare un'attività professionale, a cui non vuole rinunciare quando si crea una famiglia ed a questa è tenuta a dare anzitutto le sue cure.

L'occasione di trovare insieme riunite alcune centinaia di donne provenienti da paesi di diversa tradizione e cultura offrirà una base unica per prendere in esame i problemi comuni ed i diversi modi di affrontarli da parte di donne che vogliono dare un contributo attivo al progresso della società.

Il Tema sociologico sarà esaminato sotto diversi punti di vista. Anzitutto il fatto che così poche donne esercitano una professione tecnica deriva da questioni di attitudini o di tradizioni?

Come può la donna integrare le alternative e cioè assolvere alternativamente agli impegni della famiglia senza trascurare la professione e viceversa?

Il progresso tecnico incalza ed affretta il ritmo dell'evoluzione della società tutta, formata per una buona metà dalle donne. Il confronto tra l'evoluzione del ruolo della donna nei diversi continenti sarà certo del massimo interesse.

E infine la parità, ossia le eguali opportunità di svolgere un ruolo qualificato nello sviluppo della scienza e della tecnica, sono da considerare un diritto della donna od una concessione che va richiesta all'altrui benevolenza?

Le relazioni già annunciate su questi temi sono una trentina ed è facile prevedere che le discussioni saranno molto animate, poichè si tratta di problemi vitali che condizionano tutta l'esistenza di una donna.

PROGRAMMA DELLA CONFERENZA

Domenica 5

Ore — Arrivo e registrazione al Turin Palace Hotel.

- » 15 Visita del Palazzo e dell'Armeria Reale in Piazza Castello.

Lunedì 6

Ore 10 Seduta inaugurale a Palazzo Madama. Saluto delle Autorità. Prol. del Prof. A. FERRARI TONIOLO sul tema: *Progresso Tecnico e Progresso Umano*.

- » 15 Prima seduta di lavoro sul tema tecnico *PROGRAMMAZIONE PER IL PROGRESSO*, Sessione A: *Fonti di energia* (14 relazioni, presiede Miss C. THOMPSON, U.K.).
- » 21 Concerto al Teatro Carignano: musiche di Mozart, Bach e Vivaldi).

Martedì 7

Ore 9 Seconda seduta. Sessione B: *Comunicazioni e trasporti* (14 rel., presiede Mrs. ILA GHOSE, India).

- » 15 Terza seduta, Sessione C: *Elaborazione automatica delle informazioni* (12 relazioni, presiede Cdr. GRACE MURRAY HOPPER, U.S.A.).
- » 19 Ricevimento Ingegneri ed Architetti della Provincia di Torino.

Mercoledì 8

Ore 9 Quarta seduta di lavoro, Sessione D: *Edilizia e Urbanistica* (18 relazioni, presiede l'Ing. LAURA LANGE, Italia).

- » 15 Visite tecnico-turistiche effettuate in pullman a industrie ed opere d'arte in Piemonte, lungo cinque diversi itinerari.
- » 21 Proiezione di film e documentari prodotti dalle Congressiste.

Giovedì 9

Ore 9 Quinta seduta di lavoro, Sessione E: *Produzione Industriale* (8 relazioni, presiede Mme LYDWINE E. CONTESSO, Francia).

- » 11 Sessione F: *Ingegneria umana* (6 relazioni, presiede Miss D. MIZOGUCHI, Giappone).
- » 11 Prima seduta sul tema sociologico *DOVERI PROFESSIONALI E FAMILIARI DELLA DONNA* (presiede Mme JACQUELINE JUILLARD, Svizzera); Sessione A: *Problemi di attitudini o di tradizioni?* (7 rel.); Sessione B: *Come integrare le alternative* (4 rel.).
- » 21 Riunione Internazionale delle rappresentanti delle Associazioni nazionali per decidere il programma della Quarta Conferenza Internazionale.

Venerdì 10

Ore 9 Visita alla Fiat in pullman.

- » 15 Seconda seduta sul tema sociologico (presiede la Prof. LIDIA DE RITA, Italia); Sessione C: *Evoluzione del ruolo della donna* (9 rel.); Sessione D: *Eguali opportunità - diritto o concessione?* (8 rel.).
- » 20 Banchetto di chiusura.

Sabato 11

Ore 9 Partenza per due visite tecnico-turistiche: ad un impianto idroelettrico in Piemonte o ad un centro residenziale in costruzione in Lombardia.

Domenica 12

Ore 9 Partenza per il viaggio post-conferenza a Roma, dal 12 al 19 settembre.

Partenza per il ritorno al paese d'origine.

Segreteria della Conferenza - Corso Vinzaglio 14, 10121 Torino, telef. 54 33 31.

Direttore responsabile: **CARLO MORTARINO**

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

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO

FONDATA NEL 1827

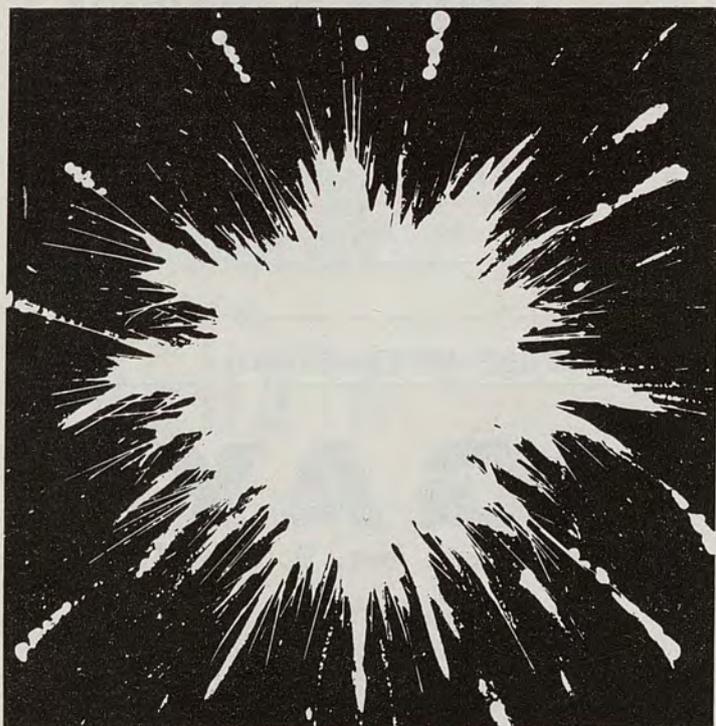
SEDE CENTRALE:
TORINO - VIA XX SETTEMBRE, 31

31 DIPENDENZE IN CITTÀ
158 DIPENDENZE IN PIEMONTE E VALLE D'AOSTA

RISERVE 45 MILIARDI

CASSA DI RISPARMIO DI TORINO

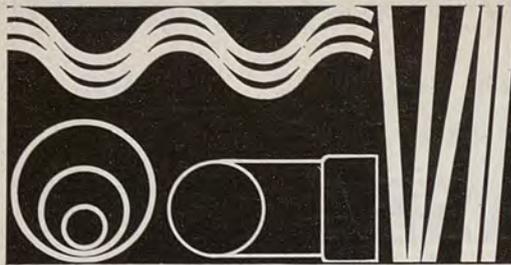
TUTTE LE OPERAZIONI ED I SERVIZI DI BANCA ALLE MIGLIORI CONDIZIONI



ACCIAI
DI ALTA QUALITÀ
DA MINERALE
DI GRANDE PUREZZA

SOCIETÀ' NAZIONALE
COGNE

DESIGN: STUDIO BERGAMO | COGNE PUBBLICITÀ 202



Eternit

marchio
 depositato

AMIANTO-CEMENTO

LASTRE: ondulate e piane per coperture, rivestimenti, soffittature, pannelli, isolamento elettrico e termoacustico, applicazioni speciali, ecc.

TUBI: per condotte forzate, acquedotti, irrigazione, gasdotti, oleodotti, fognature stradali ed edilizie, scarichi, drenaggi, pluviali, ecc.

PRODOTTI DIVERSI: traverse ferroviarie, canne per condotte di aereazione, canne fumarie, cappe, camini, canali, canalette portacavi, recipienti, vasi per fiori, ecc.; pannelli ed elementi di amianto-cemento estruso per pannellature, recinzioni, pareti divisorie e parti prefabbricate per edilizia, ecc.

MATERIA PLASTICA

LASTRE *Eterluce* (m. d.): traslucide ondulate e piane accoppiabili alle lastre di amianto-cemento, per coperture, rivestimenti, pareti divisorie, serre, pensiline, ecc.

TUBI *Eterplast* (m. d.): per acquedotti, irrigazione, fognature, scarichi, pluviali, drenaggi, ecc.

GESSO

LASTRE *Eterib* (m. d.): per intonaco a secco, per pareti divisorie, rivestimenti e soffittature normali e fonoassorbenti, pannelli composti, ecc.

Eternit

s.p.a. - 16121 GENOVA - CAPITALE SOCIALE L. 6.000.000.000 INTERAMENTE VERSATO

FILIALE PER IL PIEMONTE E LA VALLE D'AOSTA - 10121 TORINO

Uffici: Corso Matteotti, 28 - Telefoni: 51.08.81 - 53.09.61 - 53.17.17 - 54.47.48
Magazzini: Via Miglietti, 17 - 48.82.76
Via Monfalcone, 177 - 36.24.22



asfalt - c. c. p.

TORINO S. p. A.
Strada di Settimo 6 - Tel. 20.11.00 - 20.10.86

COPERTURE IMPERMEABILI - MARCIAPIEDI - STRADE

ASFALTI COLATI E TAPPETI STRADALI COLORATI

LAVORI GARANTITI

PRODUZIONE, APPLICAZIONE E VENDITA DI ASFALTI
A FREDDO GELBIT E GELBIPLAST

Coperture impermeabili di durata
e a larghi margini di sicurezza

Ditta

PALMO & GIACOSA

Coperture tipo Americano brevettata "ALBI-TEX" 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 - Tel. 652.768 - 682.158 - 700.304

DOTT. ING. VENANZIO LAUDI

S. n. c.

IMPIANTI RAZIONALI TERMICI
E IDRICO SANITARI

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

COPERTURE IMPERMEABILI

GAY

di Dott. Ing. V. BLASI

Impermeabilizzazioni e manti
per tetti piani o curvi, cornicioni,
terrazzi, sottotetti, fondazioni.

VIA MAROCHETTI 6. TORINO. TEL. 690.568