

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. 4 . APRILE 1971

SOMMARIO

ATTI DELLA SOCIETÀ

- Lettere dai Soci: *Giuseppe Boffa su « Urbanistica di Torino »* pag. 81
C. MORTARINO, *Il camminatore osserva: Alluvione in Val Pattonera* » 82

RASSEGNA TECNICA

- Problemi termici ed acustici nell'edilizia prefabbricata* . . . » 83
E. M. TRINGALI - *Risultati pratici di esperienze sui caratteri termoacustici nell'edilizia scolastica prefabbricata* . . . » 83
F. ALBORCHETTI - *Risultati di esperienze sulle costruzioni prefabbricate di edifici di civile abitazione* » 88
M. BORINI - *Le implicazioni che la corretta soluzione dei problemi acustici e termici comporta nella prefabbricazione civile* » 92
G. LAUDI - *Sistema di riscaldamento nell'edilizia prefabbricata* » 96
G. SACERDOTE - *Problemi acustici nell'edilizia prefabbricata* . . » 100
G. A. PUGNO, O. GRESPAN - *L'isolamento acustico nell'edilizia prefabbricata* » 104
A. SACCHI - *Comportamento termico delle pareti prefabbricate* » 106

Direttore: Carlo Mortarino.

Comitato di redazione: Gaudenzio Bono, Cesare Codegone, Federico Filippi, Mario Federico Roggero, Rinaldo Sartori, Paolo Verzone, 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



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 Eterlute (m. d.): translucide 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.

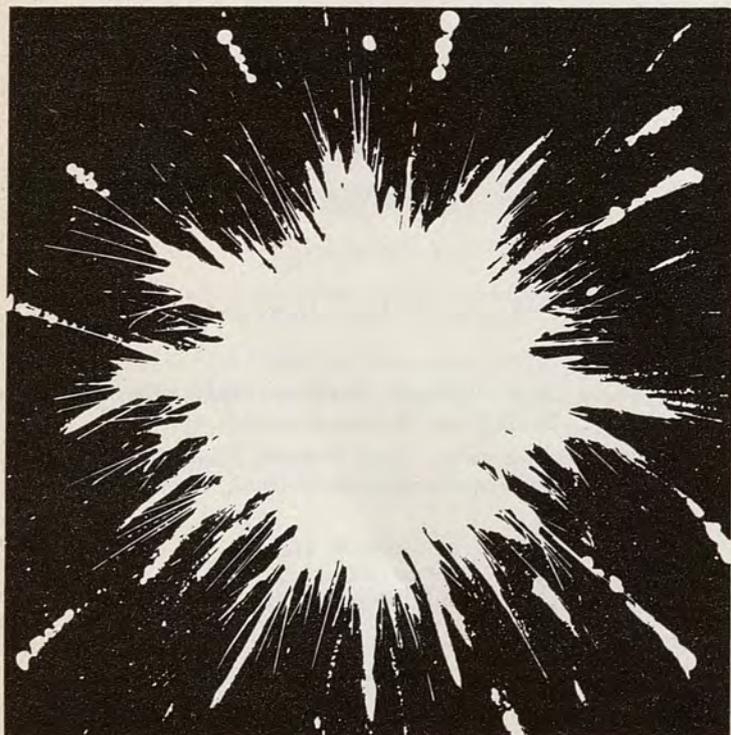
GESSO

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



ACCIAI
 DI ALTA QUALITA'
 DA MINERALE
 DI GRANDE PUREZZA

SOCIETA' NAZIONALE
COGNE

DESIGN: STUDIO BERGAMO | COGNE PUBBLICITA' 202

Il Comitato Direttivo della Società è dell'avviso che la nostra rivista, oltre a pubblicare lavori originali od informativi, rispecchi sempre più la vita della Società, faccia conoscere il pensiero dei Soci, faciliti il dibattito di problemi interessanti l'attività professionale di tutti noi, la nostra Città, la regione piemontese.

È quindi auspicabile che i Consoci collaborino in questo senso, comunichino per iscritto alla Presidenza suggerimenti, proposte, critiche, sollevino spunti di discussioni e riferiscano anche su convegni, dibattiti, visite tecniche, congressi ai quali abbiano partecipato.

Ogni contributo sarà accolto ed esaminato con la massima attenzione, nell'intento di dare al periodico della Società sempre maggiore vivacità, snellezza, interesse di attualità per tutti i lettori, Soci e non Soci, e soprattutto con il proposito di portare efficaci contributi allo studio dei tanti problemi che debbono venire risolti.

GUIDO BONICELLI

LETTERE DAI SOCI:

Giuseppe Boffa su "Urbanistica di Torino"

Nel numero di gennaio 1971 sono state pubblicate le deliberazioni della Giunta Municipale in data 20-4-1970 (C.C. 21-4-70) ed in data 10-9-1970 (C.C. 17-9-70) aventi all'oggetto rispettivamente: « Piano Regolatore Generale. Varianti specifiche. Variante n. 13. Modifica a talune disposizioni delle N.U.E.A. Adozione » e « Piano Regolatore Generale. Varianti Specifiche. Variante n. 13. Modifica a talune disposizioni delle N.U.E.A. Adozione. Deliberazioni 21 aprile e 26 maggio 1970. Modifiche. Approvazione ».

Successivamente le due deliberazioni sono state integrate con la deliberazione della Giunta Municipale in data 4-12-1970 (C.C. 14-12-70) con oggetto: « Piano Regolatore Generale. Variante n. 13. Integrazioni e chiarimenti. Approvazione » (1).

In questa deliberazione la Città rispondendo alla Prefettura del 17 novembre 1970 forniva chiarimenti e integrazioni relativamente alla disciplina delle aree collinari poste al di sopra della quota 400 metri ed in merito alla validità dei piani di lottizzazione approvati anteriormente al 21/4/1970.

Questa deliberazione è stata restituita dalla Prefettura al Comune con il « visto tutorio » il 23 dicembre 1970 e da quel giorno ha avuto inizio l'iter per l'approvazione della Variante n. 13.

Vale la pena di soffermarsi su questo « iter » perchè forse non a tutti è noto quanto esso sia lungo e complesso.

Dopo il « visto tutorio » le deliberazioni sono ripubblicate all'Albo Pretorio per trenta giorni consecutivi ed esposte unitamente al Piano Regolatore Generale in libera visione del pubblico che ne è stato informato a mezzo di avvisi murali e stampa cittadina.

Nei trenta giorni successivi a quello della pubblicazione, i privati, le associazioni e gli enti interessati alle previsioni del Piano Regolatore presentano le osservazioni per le quali il Consiglio Comunale dovrà poi in seguito formulare le proprie controdeduzioni.

A questo punto tutti gli atti, sia tecnici, sia am-

ministrativi, comprese le osservazioni, le controdeduzioni e le osservazioni eventualmente accolte dal Consiglio Comunale con le relative varianti, verranno trasmesse alla Sezione Urbanistica del Provveditorato alle Opere Pubbliche per l'inoltro al Ministero dei LL.PP.

L'Amministrazione Comunale inoltre, con deliberazione della Giunta Municipale in data 12 febbraio 1971 (C.C. 8-3-71), ha assunto un ulteriore provvedimento con l'oggetto: « Criteri per l'applicazione della Variante n. 13 del piano Regolatore Generale adottata con deliberazione del Consiglio Comunale 17 settembre 1970 n. 2203. Coordinamento con i criteri fissati nelle deliberazioni del Consiglio Comunale 20 ottobre 1969 nn. 2151 e 2169. Modifiche della deliberazione del C.C. 20 ottobre 1969 n. 2169 » (1). In tale deliberazione sono fissati i criteri per l'applicazione della Variante n. 13, criteri che si riferiscono essenzialmente all'art. 2 bis e in particolare ai commi 1, 3 e 6. Questi criteri data la semplicità del testo della deliberazione non richiedono delucidazioni particolari; giova evidenziare la riconferma dell'intento da parte dell'Amministrazione a controllare l'edilizia privata al fine di impedire che vengano resi insufficienti i servizi pubblici di zona previsti dal P.R.G.; la partecipazione ai sensi di legge agli oneri di tutte le opere di urbanizzazione relative all'insediamento in caso di rilascio di licenza singola è ora concessa solo agli ampliamenti di edifici residenziali compresi tra i 100 ed i 500 mc, agli edifici per attività produttive, commerciali, artigianali, uffici e magazzini, agli edifici la cui costruzione comporti il soddisfacimento di prevalenti interessi pubblici, quali asili, scuole, ospedali, cliniche e simili, quando non siano del tutto esenti da oneri in quanto di proprietà dello Stato, Regione, Provincia, Comune, ecc.

La deliberazione prescrive ancora che sono esenti dai suddetti contributi i restauri e i risanamenti conservativi. Tale comma integra gli arti-

(1) Sarà pubblicato su un prossimo numero.

coli 3 delle deliberazioni 21 aprile 1970 e 17 settembre 1970 dove al secondo comma del medesimo è detto: «nella zona centrale aulica è consentita la conservazione delle volumetrie esistenti in caso di progetto che preveda il restauro ed il risanamento conservativo; il tutto subordinatamente alla demolizione dei fabbricati interni, in quanto privi di valore storico-ambientale o successivi all'epoca di costruzione del fabbricato principale».

Questo articolo integrato con la norma precedentemente accennata relativa all'esenzione dai contributi di urbanizzazione dei restauri e dei risanamenti conservativi, rappresenta forse l'elemento più positivo della Variante n. 13 in quanto è l'espressione della volontà della Civica Amministrazione di ammettere e consentire nel Centro Storico della Città determinati interventi che diano nuovamente prestigio e decoro a fabbricati aventi determinate caratteristiche storico-ambientali. In tal modo si può prevenire un ulteriore degrado delle strutture e degli ambienti del Centro Storico causato dai noti fattori di ordine economico e sociale.

L'ammettere la conservazione delle volumetrie esistenti e l'esonerare dai contributi di urbanizza-

zione è un esplicito incentivo ad operare su tali tessuti.

Appare forse difficile determinare distintamente i limiti del risanamento conservativo e del restauro, ma può venire in aiuto a chiarire queste definizioni quanto è specificato nella Circolare Ministeriale del 28 ottobre 1967 comprendente le istruzioni per l'applicazione della legge 6 agosto 1967, n. 765, dove recita: «Per opere di restauro devono considerarsi quelle tendenti non solo alla conservazione dell'edificio nella sua inscindibile unità formale-strutturale, ma anche alla valorizzazione dei suoi caratteri architettonico-decorativi, al ripristino di parti alterate ed alla eliminazione di superfetazioni degradanti. Il restauro deve rispettare tanto l'aspetto esterno quanto l'impianto strutturale tipologico-architettonico dell'interno e le parti decorative, pur provvedendo in ordine alle esigenze igieniche e di abitabilità. Potranno inoltre essere consentiti eventuali adattamenti a nuove destinazioni d'uso qualora queste siano compatibili con il carattere urbanistico oltre che storico ed artistico del complesso e, soprattutto, non contrastino con la concezione unitaria propria dei singoli organismi edilizi».

IL CAMMINATORE OSSERVA

Alluvione in Val Pattonera

Avvenuta il 28 maggio 1968 e documentata il 2 giugno successivo. Risulta chiaro il significato delle motivazioni con cui la Giunta municipale di Torino ha illustrato i motivi della variante 13 per la parte collinare «... precario assetto idrogeologico del territorio collinare ... alterazioni che conseguono ad interventi anche non consistenti, ma con diffusione tale da ammettere di fatto eccessivi sviluppi di tracciati stradali, di muri di sostegno, eliminazione o sostituzione di alberature e culture, coercizioni degli alvei dei corsi d'acqua, ecc... » ⁽¹⁾.

CARLO MORTARINO

⁽¹⁾ Dalla deliberazione del 4 dicembre 1970, di prossima pubblicazione sulla nostra rivista.



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

In questo fascicolo completiamo la pubblicazione, iniziata nel fascicolo di marzo, delle relazioni presentate al Convegno tenuto dalla Sezione piemontese dell'Associazione termotecnica italiana, il 12 marzo 1971. Nel fascicolo di maggio verranno pubblicate le discussioni svolte nel corso del convegno e la mozione conclusiva, completando così gli atti di detto Convegno. Il tema rimane aperto a tutti i Soci per la discussione per mezzo di interventi scritti.

Risultati pratici di esperienze sui caratteri termoacustici nella edilizia scolastica prefabbricata

Ezio M. Tringali *

Premessa.

Nel 1962, per conto del Ministero P. I., l'ISES iniziava i primi interventi di edilizia prefabbricata scolastica, nelle zone terremotate dell'Irpinia, in attuazione della ben nota legge n. 17 del 1962.

In considerazione delle non certo cospicue esperienze in materia di industrializzazione edilizia, ed in previsione di successivi specifici interventi, si rendeva ovviamente necessario iniziare una particolare attività di studio e di ricerca sistematica, che permettessero l'acquisizione di opportune conoscenze e quindi un perfezionamento delle tecniche costruttive e dei materiali, per una migliore rispondenza ai requisiti funzionali di ciò che si andava a realizzare.

Vennero allora impostate le prime metodologie di ricerca, che misero subito in evidenza una fondamentale carenza delle procedure adottate, la mancanza cioè di corrette indicazioni normative, che intervenissero a definire quegli aspetti di sicurezza e di comfort rispondenti ai necessari caratteri globali dell'edilizia scolastica, a quanto cioè oggi definiamo aspetti e requisiti tecnologici delle tipologie specifiche.

Motivo per cui, la sistematizzazione del rilevamento operativo, dello studio delle tipologie, della ricerca tecnologica, della normazione e della sperimentazione per l'affinamento dei requisiti normativi ed i successivi controlli capitolari, divenivano una costante del lavoro svolto dall'Istituto nel campo della industrializzazione per l'edilizia scolastica, attraverso la collaborazione continua ed attenta di Enti ed Istituti Universitari, fra i quali si citano in particolare lo I.E.N. Galileo Ferraris per

(*) I.S.E.S. - (Istituto per lo Sviluppo dell'Edilizia Sovvenzionata) - Roma.

l'acustica e l'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino per la termica.

La validità delle procedure adottate, ha in effetti trovato una verifica nei risultati ottenuti sulle opere realizzate in successione di tempo, e precisamente in attuazione delle leggi n. 1358 e n. 1142 e della recente legge n. 641.

Con l'attuazione della normativa ed il controllo del suo rispetto nella realizzazione delle opere, è possibile rilevare cioè come, sotto il profilo tecnologico e quindi sotto l'aspetto della generale idoneità dei procedimenti costruttivi e dei componenti industrializzati, le caratteristiche delle opere siano andate progressivamente migliorando e ciò non tanto nel mero rispetto del numero indice prescritto dalla norma, quanto nella comprensione del significato della norma stessa e quindi del suo rapporto al contesto delle condizioni di confortevolezza, di godibilità e funzionalità dell'insieme.

Ciò si è potuto appunto ottenere attraverso la continuità della sperimentazione ed il controllo del rispetto della normativa; i risultati, via via raccolti e schedati a costituire un cospicuo materiale di indagine, hanno permesso un costante perfezionamento anche degli atti dell'Amministrazione, la cui tipica espressione, il Capitolato speciale d'Appalto, diviene un Capitolato di prestazioni, così come viene concepito nel quadro di una moderna politica del componente; atto quindi che non nasce più da un tradizionale criterio di fiscalismo amministrativo, ma ha una sua importante funzione fiancheggiatrice dei settori produttivi per una ricerca tesa verso più corretti indirizzi nelle nuove problematiche della industrializzazione.

Si è ritenuto pertanto interessante riassumere con una esposizione sia pure molto sintetica, le risultanze di tale processo di sviluppo nel tempo, individuando tre periodi dal 1963 al 1965, dal

1966 al 1968 e dal 1969 al 1970 con riferimento ai precedentemente indicati dispositivi legislativi. Per quanto riguarda le questioni di acustica, essendo tuttora in corso gli interventi relativi al più recente dei periodi, quest'ultimo non è stato considerato, essendo la raccolta e l'esame dei dati tuttora incompleti, anche perchè, in buona parte, relativi a verifiche di cantiere.

La presente relazione, che si basa sulla elaborazione dei valori medi dei dati presi in esame, intende quindi rispecchiare solamente l'assunto generale posto in premessa, attraverso la visualizzazione grafica dei dati medesimi, relativi a fatti acustici, di laboratorio ed in opera, ed a fatti termici di laboratorio, rilevati nelle costruzioni di edilizia scolastica prefabbricata e riportati nella successione cronologica indicata per meglio seguirne le curve di sviluppo.

Si sono cioè presi in esame, con riferimento, si intende, alle prescrizioni normative dei Capitolati, i risultati ottenuti per:

— l'isolamento acustico delle tramezzature, in laboratorio ed in opera;

— il livello di rumore di calpestio dei solai, in opera;

— l'isolamento termico delle murature esterne, in laboratorio.

ACUSTICA

Si sono graficizzati i dati ottenuti dalle esperienze svolte, come risultati di laboratorio, e verifiche di collaudo in cantiere, con riferimento ai requisiti richiesti dal Capitolato speciale d'appalto, relativamente ai componenti edilizi verticali ed orizzontali e cioè elementi di divisione interna (tra aula e aula) e solai ai piani.

Sono stati presi in esame tali componenti, essendo essi i fondamentali dell'insieme edilizio, anche se, ai fini del comfort acustico ambientale, concorrono altri fenomeni come l'assorbimento acustico delle plafonature, e l'isolamento dei servizi; il cui interesse però, pur trattandosi di requisiti con prescrizioni contrattuali di capitolato, riveste ai fini della presente trattazione di ordine pratico un'importanza minore.

Elementi di tramezzatura.

Nelle tavv. 1 e 2 si sono riportati i dati ottenuti nel rilevamento delle caratteristiche di isolamento acustico degli elementi di tramezzatura, relativamente ai periodi 1963-65 e 1966-68.

Nella tav. 1, fig. 1, è definito, limitatamente alle esperienze di laboratorio, il campo di valori ottenuto in base a tutti i risultati delle prove e la conseguente curva indicativa dei valori medi, alle frequenze fondamentali.

Si tenga conto che non si tratta di una indicazione statistica, ma reale, in quanto gli estremi del campo sono definiti dagli andamenti, nella curva più alta ed in quella più bassa, di curve reali. Nella fig. 2 della tav. 1 sono poi indicati gli stessi dati, ma relativamente alle prove, quindi alle verifiche, effettuate in opera, cioè nel contesto dell'edificio già realizzato.

PERIODO 1963 - 1965

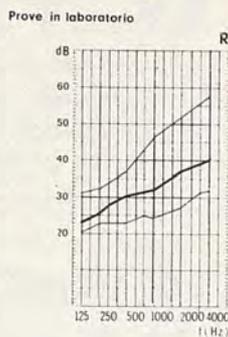


Fig. 1

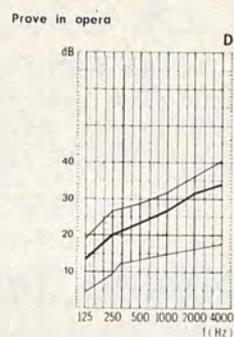


Fig. 2

PERIODO 1966 - 1968

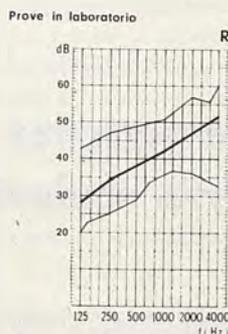


Fig. 3

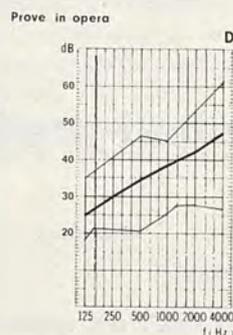


Fig. 4

Tav. 1 - Rilevamento delle caratteristiche di isolamento acustico degli elementi di tramezzatura.

Si rileva subito come i risultati globali espressi dalla curva media, si trovino abbastanza lontani da quei livelli di indicazione normativa che avrebbero dovuto garantire delle idonee condizioni di comfort, pur tenendo conto, per le prove in opera, delle tolleranze piuttosto elastiche, previste dalle prime disposizioni Capitolari.

Si pone altresì in evidenza l'ampiezza dello scarto tra i livelli ottenuti in laboratorio, in condizioni quindi ideali, e quelli ottenuti in opera; scarto che in opera denuncia chiaramente il fenomeno del notevole abbattimento dei livelli acustici, conseguente alla imperfezione dei primi procedimenti costruttivi ed alla scarsa conoscenza dei fenomeni di trasmissione in ambiente, dei rumori.

L'approfondimento di tali fenomeni, ha contribuito a sensibilizzare non solo la produzione, ma la stessa committenza, sulla importanza dei problemi di isolamento acustico. Ciò è rilevabile dall'esame dei risultati ottenuti sulle opere realizzate nel successivo periodo 1966-68 sia in laboratorio che in opera, rappresentati nella tavola 1, figg. 3 e 4, sempre attraverso la individuazione del campo dei valori sperimentali, e la definizione di una curva media di campo, alle usuali frequenze.

Si sono quindi (tav. 2) messe a confronto tali curve medie dei risultati ottenuti in laboratorio ed in opera, per i periodi 1963-65 (fig. 1) e 1966-68 (fig. 2); si nota subito come al miglioramento generale dei livelli acustici del periodo 1966-68,

corrisponda per quest'ultimo anche una sensibile riduzione degli scarti tra risultati di laboratorio e risultati in opera; tale scarto si mantiene cioè entro limiti normalmente accettabili (sull'ordine dei 4-5 dB di prevedibile abbattimento acustico) e non raggiunge il valore riscontrato nel primo periodo, dell'ordine di 8÷10 dB, decisamente inaccettabile.

CONFRONTO TRA PROVE DI LABORATORIO E IN OPERA

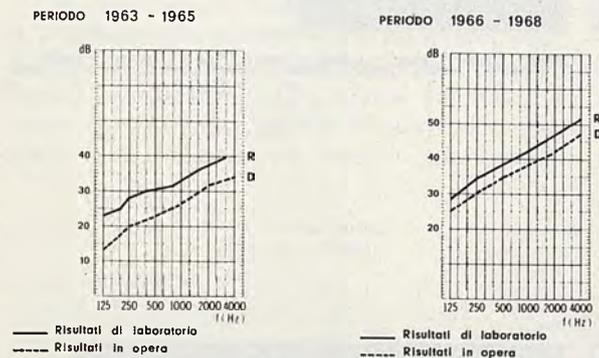


Fig. 1

Fig. 2

Solai.

Il comportamento dei solai, relativamente alle prove effettuate in opera, di livello di rumore di calpestio, secondo le prescrizioni normative di Capitolato, è rappresentato per il periodo 1963-65 nella fig. 1 della tav. 3, ove si rileva come la curva ottenuta con il procedimento precedentemente indicato, presenti un andamento piuttosto prossimo a quello della curva prescritta dalla norma.

Il campo di valori e la relativa curva media ottenuti per il successivo periodo 1966-68, sono rappresentati nella fig. 2 della medesima tavola.

LIVELLO DI RUMORE DI CALPESTIO

CONFRONTO TRA PROVE DI LABORATORIO

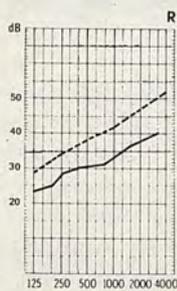


Fig. 3

CONFRONTO TRA PROVE IN OPERA

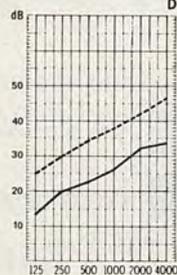


Fig. 4

PERIODO 1963 - 1965

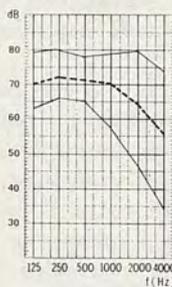


Fig. 1

PERIODO 1966 - 1968

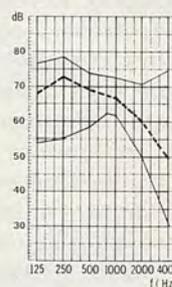


Fig. 2

Tav. 2 - Rilevamento delle caratteristiche di isolamento acustico degli elementi di tramezzatura.

Nelle figg. 3 e 4 della medesima tav. 2, si sono quindi messe a confronto le curve risultanti dei valori ottenuti per le due modalità di prova (in laboratorio ed in cantiere) nei rispettivi due periodi di tempo. Ciò mette in evidenza il notevole incremento relativo ottenuto, rilevandosi come l'indice di valutazione a 500 Hz per la curva media di laboratorio sia passata da 35 a 43,5 dB, e per quella in ambiente da 29 a 39 dB. Incremento quest'ultimo che ha consentito uno standard di livello acustico d'ambiente, ritenuto discretamente confortevole.

Una rapida analisi di tali risultati permette di affermare, attraverso la conoscenza delle condizioni operative, che a determinare il miglioramento rilevato sono stati una serie di fattori che vanno individuati non solo nell'aumento dei pesi unitari superficiali delle pareti (si passa difatti dal peso medio di circa 40 kg/mq del primo periodo ai circa 70 kg/mq del secondo periodo), ma anche in un aggiornamento dei criteri progettuali,

CONFRONTO VALORI MEDI

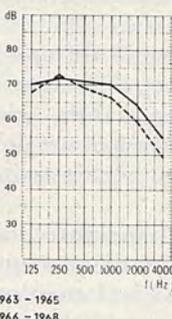


Fig. 3

CONFRONTO RISULTATI TRA SOLAI IN C.A. E SOLAI IN LAMIERA GRECATA

PERIODO 1966 - 1968

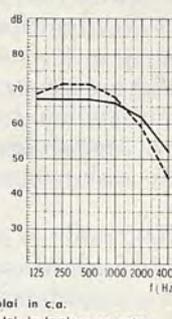


Fig. 4

Tav. 3 - Rilevamento delle caratteristiche di isolamento al calpestio degli elementi di solaio.

La situazione, in materia di isolamento al calpestio, presenta però degli aspetti di incertezza, essendo evidenti dall'andamento del contorno del campo dei valori rilevati, la presenza di risultati piuttosto anomali, particolarmente nel secondo periodo dell'intervento, che hanno inciso sull'andamento generale delle curve specifiche, così come

è posto più chiaramente in evidenza dal confronto tra le curve dei valori medi di cui alla fig. 3 della tav. 3.

Si è verificato un modesto miglioramento nell'indice di valutazione alla frequenza nominale di 500 Hz, che passa dai 71 dB ai 65,5 dB del secondo periodo in esame. Nonostante ciò si deve dire che il miglioramento non evidenzia la ricerca, effettuata sulle più recenti realizzazioni, delle ottimali condizioni di esecuzione del componente strutturale orizzontale e delle migliorate condizioni di posa in opera. Ciò è quanto si è verificato nelle ultimissime realizzazioni, e che non può rilevarsi dai grafici, essendo la influenza ponderale di tali ultime esperienze, peraltro ancora incomplete, percentualmente minore rispetto alle precedenti, influenza che ha quindi contenuto in valore assoluto, l'indice di generale miglioramento in realtà ottenuto.

Tale miglioramento è conseguente ad una serie di interventi che riguardano in via principale lo studio accurato di punti particolari di collegamento nonché la quasi generale adozione del pavimento galleggiante, ottenuto con tecniche e con materiali sempre più perfezionati i quali pur non incidendo sui pesi e gli spessori d'impalcato, che non possono ovviamente subire sostanziali variazioni strutturali consentono notevoli attenuazioni acustiche, dell'insieme.

Come si evidenzia nella fig. 4, tav. 3 che pone a confronto strutture in latero-cemento e strutture leggere in lamiera grecata si nota come la differenza tra le due categorie base di strutture, non sia rilevante (si intende qui solo sotto il profilo acustico), ciò che conferma l'ipotesi suesposta.

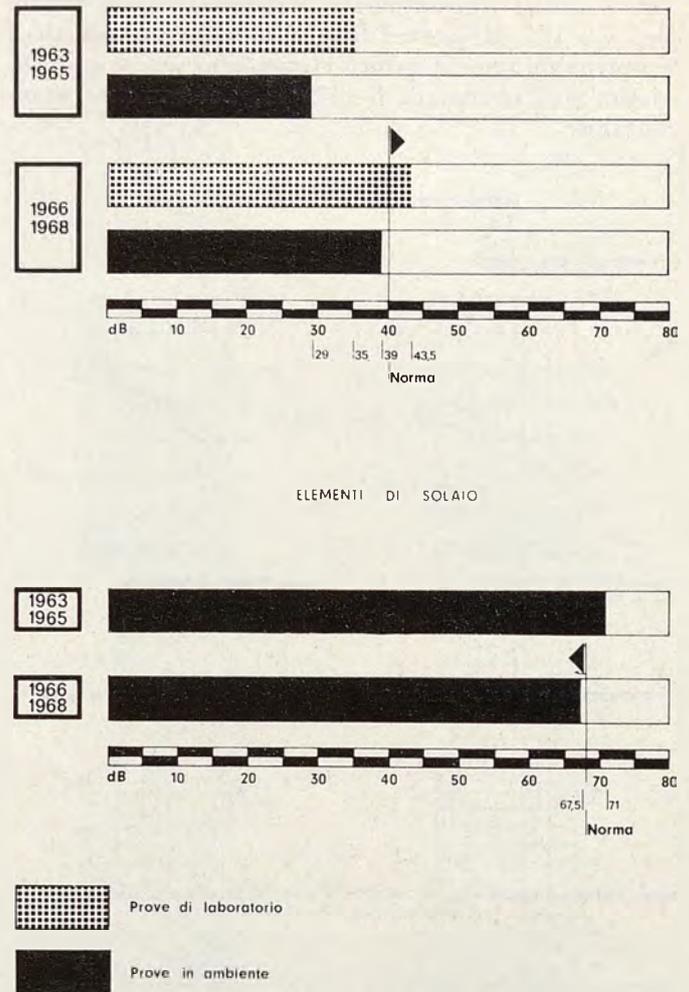
In effetti la differenza che si riscontra fra i due gruppi di tipi di solai, essendo 67 dB l'indice di valutazione per quelli pesanti e 68,5 dB per quelli leggeri alla frequenza nominale di 500 Hz, come pure la diversificazione nell'andamento delle curve risultanti, può essere posta in diretta relazione al diverso peso per unità di superficie ed alle diverse caratteristiche di rigidità dei due tipi considerati di strutture.

Da tenere presente che alle bande estreme, per l'ultimo tipo di struttura si rilevano sovente delle situazioni anomale, che possono talora giocare un ruolo importante nella determinazione dell'indice di valutazione, così come richiesto dalla Norma.

Nella tavola 4 infine si sono riassunti graficamente i risultati complessivi ottenuti per quanto attiene le caratteristiche globali di isolamento acustico dei componenti verificati, a mo' di consuntivo; per quanto attiene cioè tramezzature e solai, si sono quantizzati gli incrementi ottenuti, con preciso riferimento agli indici di valutazione prescritti dalle Norme, in modo da ottenere un quadro sinottico dei miglioramenti rilevati.

TERMICA

Le questioni relative al comfort termico sono quelle che hanno più stretto rapporto con le condizioni determinanti il benessere fisiologico del-



Tav. 4 - Caratteristiche di isolamento acustico di componenti edilizi.

l'individuo in un ambiente, fatto che assume notevole importanza nel caso specifico dell'edilizia scolastica ed in genere dell'edilizia di servizio sociale.

La soluzione, se può così dirsi, dei problemi di termica d'ambiente è però legata ad una serie di fattori di difficile parametrizzazione che riguardano fatti e fenomeni di diversa estrazione, ma di incidenza egualmente importante a partire dalla localizzazione dell'intervento, sino a condizioni climatologiche, a criteri di progettazione, a caratteristiche e proprietà dei materiali, ecc.

Nondimeno, fra tanti fattori, l'inerzia termica delle pareti perimetrali, nei confronti non solo del riscaldamento invernale, ma in particolare dell'irraggiamento estivo, considerata la ben nota impermeabilità dei vetri alle grandi lunghezze d'onda, è indubbiamente una delle caratteristiche fondamentali nello stabilirsi di condizioni di benessere d'ambiente. Tale circostanza fu una delle prime osservazioni di fondo rilevate in periodo estivo specialmente, nei primi esperimenti di edilizia scolastica industrializzata, nei quali era stato fatto largo uso di pareti perimetrali leggere, le quali, nonostante il basso valore di trasmittanza specifica, per la assenza di qualsiasi effetto di inerzia termica, determinavano delle condizioni

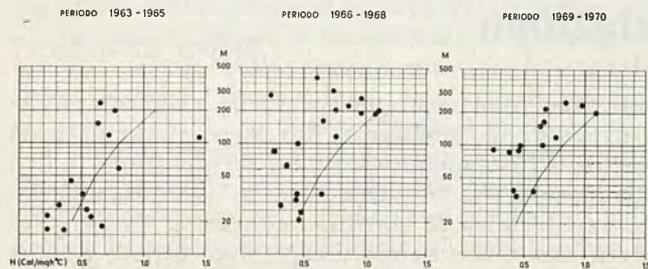
globali di termica ambientale, talora eccessivamente fastidiose.

Le prime prescrizioni Capitolari quindi relative alla trasmittanza della parete esterna quale valore indice unico, in regime permanente, si dimostravano poco rispondenti.

Nel grafico della tav. 5 relativo al periodo 1963-1965, si evince appunto come il valore medio della trasmittanza delle pareti perimetrali, fosse di 0,66 kcal/mq h°C, pur con pesi superficiali delle pareti medesime piuttosto bassi.

Ma nonostante tale valore, per come si è detto, il comfort non risultava affatto garantito.

Introdotta il concetto del valore della trasmittanza in relazione alla massa media, tale fatto, come si rileva dal grafico relativo al periodo 1966-1968, determinava un nuovo orientamento nella



Tav. 5 - Rilevamento delle caratteristiche di isolamento termico degli elementi di tamponatura.

soluzione dei problemi di isolamento termico, che si riteneva potesse essere risolto con il solo aumento della massa.

Nel grafico del successivo periodo 1969-70 si nota però come il fenomeno venga giustamente ridimensionato, in conseguenza di più accurati studi nella realizzazione degli isolamenti.

Il confronto fra gli elementi riportati sui tre grafici della tav. 5, si rileva pertanto interessante se si analizzano i risultati medi relativi ai valori sia della trasmittanza, che del peso per unità di superficie, dei componenti.

I valori medi della trasmittanza dallo 0,66 kcal/mq h°C del primo periodo (v. tav. 6) discendono nel secondo periodo a 0,63 kcal/mq h°C e su tale livello si mantengono nel terzo periodo in esame.

Nel primo periodo in esame i livelli ottenuti di trasmittanza sono relativi a componenti che per una notevole parte sono del tipo leggero; ma a causa della loro scarsa inerzia termica, si determina un aumento generalizzato nei pesi medi dei componenti medesimi, non controllato, nell'evidente intento di sopperire in tal modo alla carenza di capacità termica delle pareti leggere, naturalmente però, con inconvenienti di altra natura relativi agli aspetti esecutivi. Il peso medio per unità di superficie sale a 148 kg/mq, contro i circa 63 kg/mq del primo periodo. Il perfezionamento del concetto di trasmittanza considerato successivamente in regime oscillatorio, legato cioè alle escursioni di temperatura esterna di progetto e quindi alla attenuazione ed allo sfasamento dell'onda termica, determina un affinamento delle tecnologie costruttive del componente, una utilizza-

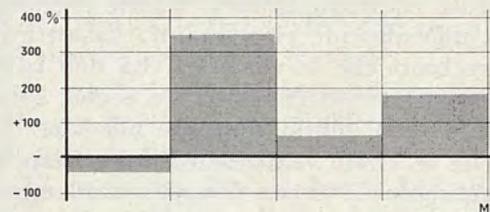
zione più razionale dei materiali per l'isolamento, che, studiati agli effetti dell'irraggiamento solare e della costanza dei caratteri igrotermici d'ambiente nel contesto di una inerzia termica dell'insieme, permettono di ottenere i medesimi risultati nell'isolamento termico, pur con pesi superficiali inferiori, cioè (tav. 6 $H = 0,64$ kcal/mq h°C per $M_m = 131$ kg/mq).

Tale andamento riflette quindi la possibilità di adeguamento alla norma e di ottenere nell'ambito di corrette metodologie, positivi risultati nell'interesse degli sviluppi degli attuali processi costruttivi.

RIPARTIZIONE PERCENTUALE DEGLI ELEMENTI DI TAMPONAMENTO IN FUNZIONE DEL PESO PER UNITÀ DI SUPERFICIE

PERIODO	M ≤ 50	50 < M ≤ 100	100 < M ≤ 200	M > 200	M _m Kg/mq	H _m Kcal/mq h°C
1963 - 1965	64	7	22	7	63	0,66
1966 - 1968	35	10	30	25	148	0,63
1969 - 1970	19	31	31	19	131	0,63

VARIAZIONI PERCENTUALI DAL 1963 AL 1970 DEI COMPONENTI IN FUNZIONE DEL PESO PER UNITÀ DI SUPERFICIE



Tav. 6 - Rilevamento delle caratteristiche di isolamento termico degli elementi di tamponatura.

CONCLUSIONI

Gli argomenti trattati ed i casi esposti, limitatamente alla esperienza fatta dall'Istituto nel campo dell'edilizia scolastica industrializzata, evidenziano quindi il progressivo adeguamento della produzione alle esigenze qualitative indicate dal disposto normativo e di conseguenza un costante miglioramento delle caratteristiche dei componenti.

Ciò conferma la validità dei metodi dell'industrializzazione edilizia e l'esigenza di una generalizzazione applicativa, ma conferma altresì che ciò è possibile solo attraverso la presenza di una corretta normativa e di una attenta verifica del rispetto della norma.

Bisogna però purtroppo ammettere che la discontinuità della programmazione, la saltuarietà degli interventi e remore di natura varia, non consentono ancora il raggiungimento di quegli standard che potrebbero permettere un adeguamento della produzione nei suoi diversi aspetti tipologici, a livelli ottimali; produzione che è invece tuttora caratterizzata da livelli qualitativi diversi, la cui causa non secondaria è la abituale carenza di

applicazione della Norma, anche nel settore cosiddetto tradizionale, cui pure essa è rivolta.

Sarebbe pertanto auspicabile, così come è avvenuto per l'edilizia scolastica, che determinati fatti normativi divenissero requisiti di legge, pur con le opportune riserve per i necessari aggiornamenti e perfezionamenti.

L'ISES ha inteso, sin dai primi interventi, operare per il raggiungimento dei necessari standard qualitativi, attraverso un apporto di ricerche e di studi, a tutti i possibili livelli, alle esperienze nel campo della industrializzazione, intendendo gli strumenti di controllo dell'amministrazione, non come mezzo fiscale di rigida applica-

zione della norma, ma come atti di collaborazione anche sperimentale, perchè fosse consentita una evoluzione metodologica e tecnologica, nel processo di industrializzazione edilizia.

Il costante miglioramento delle qualità, delle caratteristiche tipologiche del prodotto edilizio, delle « prestazioni » cioè, come si rileva dalle circostanze esposte, conforta comunque l'operato dell'Ente, anche se, per la limitazione degli interventi che si sono potuti effettuare, i risultati, che avrebbero potuto essere nel quadro di un ampliamento degli interventi indubbiamente migliori, non possono essere ancora considerati al livello di una ottimale generalizzazione.

Risultati di esperienze sulle costruzioni prefabbricate di edifici di civile abitazione

Franco Alborghetti *

Si premette anzitutto che questa relazione ha unicamente lo scopo di esporre obiettivamente dati tecnici e risultanze riferentisi ai problemi che sono oggetto della giornata di studio promossa dall'A.T.I. - Sezione Piemontese in collaborazione con l'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino.

I dati son quelli che l'I.A.C.P. di Torino ha ottenuto, sia attraverso le sue realizzazioni, sia tramite prove effettuate in loco, o fatte eseguire in laboratori ufficialmente riconosciuti, sia attraverso infine altre fonti che le varie attività dell'Istituto stesso hanno permesso di conoscere e che, solo in alcuni casi, hanno quindi carattere ufficiale.

Dato che le citate realizzazioni sono state eseguite a partire dal 1962 con diversi criteri impostativi per quanto riguarda le prescrizioni circa gli isolamenti termici ed acustici, o per meglio dire con richieste diverse che man mano hanno tenuto conto delle esperienze precedenti, si ritiene opportuno elencare per ciascuna delle realizzazioni eseguite dall'Istituto i dati sia d'impostazione che le eventuali osservazioni.

Si premette innanzitutto, quale notizia di carattere generale, che tutte le realizzazioni eseguite finora dall'Istituto con sistemi di prefabbricazione, non sono state conseguenze di una scelta a priori dell'Istituto stesso, ma i risultati di appalti-concorsi, liberi a tutti gli imprenditori qualificati, con partecipazione permessa a tutti i sistemi costruttivi, tradizionali, industrializzati, e di prefabbricazione leggera o pesante.

La prima realizzazione riguarda il nucleo residenziale del Quartiere Mirafiori Sud eseguito per conto della Gestione ancora INA-CASA, ultimato nel 1966 e comprendente 798 alloggi per n. 4494 vani legali, tutti eseguiti con il sistema « Baretts », mediante la prefabbricazione dei vari pannelli in cantiere.

Nel bando di appalto-concorso e nel discipli-

nare tipo, non vi erano specifiche richieste cui le costruzioni da realizzare dovessero rispondere in merito all'isolamento termico ed acustico; unico obbligo era che le pareti esterne avessero una resistenza termica R non inferiore ad 1. Occorre tener presente che bando e capitolato furono redatti dall'Istituto insieme con la Gestione, la quale però non aveva ancora in preparazione le norme tecniche, pubblicate due anni più tardi.

La composizione delle pareti esterne, onde rispondere alle prescrizioni sopra citate, sono state così realizzate, cominciando dall'interno verso l'esterno:

— intonaco cementizio sul quale è stata poi incollata carta da parati;

— blocchi forati in calcestruzzo di cemento dell'altezza di cm 14;

— lastra di polistirolo espanso in corrispondenza delle nervature fra blocco e blocco, dello spessore di cm 2,5;

— lastre di calcestruzzo cementizio armato con maglie di ferro saldato e con le precitate nervature;

— rivestimento esterno in graniglia o cemento a vista; quest'ultimo poi tinteggiato successivamente con vernici a base di resine acriliche.

Lo spessore totale di dette pareti è di cm 30 per i pannelli di testata e di cm 25 per quelli della facciata.

Gli orizzontamenti non sono stati interamente prefabbricati; pur essendo realizzati con blocchi forati in calcestruzzo a nervature risvoltate, la prefabbricazione è stata arrestata al livello superiore dei blocchi stessi; lo spessore totale del solaio è stato raggiunto gettando in opera una cappa di calcestruzzo di cm 4 avente lo scopo di proteggere, sia le tubazioni in plastica riservate al passaggio dei cavi elettrici, sia quelle del riscaldamento o dell'impianto idrico.

Su questa cappa è stato eseguito uno strato cementizio liscio che ha costituito il supporto dei pavimenti, tutti realizzati con piastrelle termoplastiche.

(*) I.A.C.P. - (Istituto Autonomo delle Case Popolari) - Torino.

L'impianto di riscaldamento, centralizzato per tutti gli alloggi, è stato realizzato nel seguente modo: le tubazioni che alimentano tutti i radiatori di un alloggio corrono a pavimento, incorporate nella suaccennata cappa di cm 4 e sono fasciate di materiale coibente ed elastico che permette alle tubature stesse di dilatarsi liberamente; vi sono tre colonne montanti per alloggio, andata, ritorno e sfogo d'aria, poste nei locali ripostigli, con la possibilità di intercettazione tramite opportuna saracinesca.

Tale sistema è stato adottato anche in tutte le altre realizzazioni in prefabbricato realizzate ed in corso di realizzazione per conto dell'I.A.C.P., con la sola variante del posizionamento delle colonne montanti, situate in cavedi ispezionabili dai vani scala.

Circa l'isolamento termico degli alloggi di questa prima realizzazione si segnala quanto segue.

In vari di essi si è manifestata la presenza di umidità specie nelle pareti, quasi sempre quelle peggior esposte, nonché lungo una striscia orizzontale sempre di dette pareti, lungo il pavimento.

Le cause sembrano non essere sempre le stesse; infatti l'umidità è comparsa, sia in alloggi ove gli assegnatari hanno eliminato o mantenuto nella cucina la cappa di aerazione, sia ove l'indice di affollamento nelle camere da letto è alto come pure ove è limitato, sia sulle pareti esposte a nord, come pure su quelle esposte a sud e su quelle divisorie di alloggi in corrispondenza dei giunti di dilatazione. In alcuni casi essa è comune a vari alloggi vicini della stessa colonna, eppure ad un solo alloggio o ad alloggi fra loro distanti con una casistica notevolmente varia.

Occorre tenere presente alcuni dati che si ritengono abbiano una certa importanza circa il fenomeno segnalato:

a) l'intermittenza notturna del funzionamento dell'impianto di riscaldamento;

b) la carente ventilazione invernale dei locali da parte degli assegnatari, ventilazione che nei casi di maggior presenza di umidità viene quasi totalmente abolita, anziché aumentata;

c) i pannelli portanti in corrispondenza dei giunti di dilatazione sono in calcestruzzo armato di cm 14 senza coibentazione; lo spessore dei giunti, uno per ogni corpo di scala, è risultato variabile a seconda della stagione in cui è stato costruito il fabbricato, per cui si hanno d'inverno delle larghezze dei giunti da 4 a 6 cm fra i due pannelli confinanti; si viene a creare una lama di ventilazione la quale, specie per i fabbricati posti ad Ovest del nucleo e quindi più esposti ai venti dominanti, è in certi giorni piuttosto notevole.

Un primo intervento, ordinato dalla Commissione di collaudo, è stato quello di aumentare le superfici radianti dei locali interessati per primi al fenomeno; questo in quanto si era constatato una carenza di temperatura ambiente.

Contemporaneamente l'Istituto, per le due gestioni da esso condotte ha disposto che il servizio di riscaldamento fosse esteso, nel periodo di maggior freddo, a tutte le 24 ore.

Infine furono fatte delle prove di sigillatura dei giunti sia verticali che orizzontali di una testata, fra pannello e pannello; tali prove hanno dato sinora risultati accettabili per cui si è fatta strada anche l'ipotesi che si possano avere delle infiltrazioni, dovute forse ad assestamenti che hanno determinato la fessurazione del calcestruzzo di sigillatura fra pannello e pannello; anche in mancanza di vere e proprie infiltrazioni, cosa che sembra d'altro lato doversi escludere per la modalità di esecuzione dei giunti, tali fessurazioni, possono avere determinato la formazione di punti deboli termici. Questi d'altronde possono essersi formati anche a causa di una esecuzione non perfetta delle giunzioni dei pannelli.

Le richieste di approfondire tali prove per determinare un intervento radicale, non hanno però avuto esito sperato in quanto la Gestione Case Lavoratori, viste le lamentele degli assegnatari, ha preferito deferire la vertenza all'autorità giudiziaria.

Circa l'isolamento acustico, pur non essendovi, come già detto prima, prescrizioni specifiche, furono eseguite prove per un controllo, al di fuori perciò alle richieste dell'appalto.

È stato scelto un alloggio al 1° piano ed il rumore di calpestio è stato applicato al pavimento dell'alloggio sovrastante, tramite una macchina normalizzata; i livelli di rumore massimo riscontrati sono stati di 81,2 dB e 80,5 dB per le frequenze fra 125 e 4000 Hz.

Per i muri e le pareti divisorie in calcestruzzo pieno si sono considerati due casi:

a) quello fra due camere adiacenti dello stesso alloggio, con una parete dello spessore di cm 7 e con peso di kg/mq 175.

b) quello fra due cucine di due alloggi contigui con una parete di cm 14 e con peso kg/mq 350.

I risultati sono stati:

— nel caso a) potere-fono-isolante 25 dB per frequenze fra 125 e 4000 Hz;

— nel caso b) potere-fono-isolante 43 dB per le stesse frequenze.

La seconda realizzazione in prefabbricato da parte dell'Istituto, questa volta di case costruite con il contributo dello Stato, è stata quella del 33° Quartiere, sito in Torino - Corso Taranto comprendente 652 alloggi per complessivi 3561 vani legali.

Il sistema impiegato dall'Impresa vincente l'appalto-concorso è stato l'Acier Beton-Estiot tramite prefabbricazione in officina; le abitazioni furono ultimate nel luglio 1967.

Anche in questo caso le prescrizioni del bando e del capitolato tipo-d'appalto erano limitate alle richieste di un coefficiente di trasmissione di calore non superiore ad 1 cal/mq × ora × grado per le pareti esterne e per il solaio sotto il primo piano abitabile e 0,80 per il complesso solaio-soffitto.

Per ottemperare a queste due ultime prescrizioni è stato previsto uno strato di polistirolo espanso inchiodato di cm 1,5 di spessore sotto il primo solaio ed uno strato, sempre di polistirolo

espanso, di cm 3 di spessore con sovrastante cappa di protezione in calcestruzzo di cm 2 sul solaio del sottotetto.

Per le pareti esterne è stata prevista una lastra pure di polistirolo espanso di cm 3 di spessore compreso fra due lastre monolitiche di calcestruzzo ottenendo analiticamente un coefficiente di isolamento termico pari a 0,80.

In merito all'isolamento acustico, per il quale non vi erano prescrizioni, si fa presente che l'impresa costruttrice ha impiegato per i divisori interni pannelli in gesso e pareti lisce costruiti dalla « Bell rock » italiana; il materiale usato è un gesso speciale di tipo compositivo e fibre che non rigonfia o imputridisce per effetto dell'umidità, come da prove effettuate presso il Laboratorio Esperienze dei Materiali di costruzione dell'Università di Pisa.

Il pannello è costituito da due strati laterali pieni con interposto uno strato alveolare a nido d'ape; il tutto per uno spessore che può essere di cm 7,6 o 10,2; il relativo coefficiente di conducibilità termica $K = 0,37$ con $R = 2,7$, dati desunti da prove effettuate dal Dipartimento di Ricerche Scientifiche ed Industriali presso il C. G. Darwin di Londra. Il loro potere fono-isolante varia da 24 a 36 dB a seconda degli spessori per frequenze fra 150 e 3000 Hz, dati ricavati da rilievi eseguiti presso il Laboratorio di Elettroacustica dell'Istituto Superiore delle Telecomunicazioni di Roma.

Gli alloggi sono occupati da oltre 3 anni, e si può dire che le limitate denunce di presenza di condense si sono avute ove, agli angoli delle camere di testata è stato richiesto dalla Commissione di collaudo il getto di un pilastro in calcestruzzo di saldatura fra i pannelli ivi confluenti.

La terza realizzazione riguarda il 2° nucleo residenziale del Quartiere Mirafiori Sud, per conto della Gestione Case Lavoratori, con la costruzione di 540 alloggi per complessivi 2988 vani legali dei quali 252 alloggi per 1260 vani con il sistema Baretts ed i restanti 288 alloggi per 1728 vani con il sistema Skarne: i pannelli di queste ultime abitazioni, a differenza delle prime, furono prefabbricati in officina e quindi trasportati e poi montati con autogru.

Per questo appalto-concorso furono imposte le richieste contenute nelle Norme Tecniche emanate dalla Gescal per tutte le costruzioni da realizzare nell'ambito del piano decennale della legge 14 febbraio 1963, n. 60, e precisamente la rispondenza agli artt. 74 e 76.

In questi articoli viene detto di tenere conto della resistenza al passaggio del calore delle strutture esterne, della loro inerzia termica e della permeabilità all'aria degli stessi elementi; vengono forniti i dati essenziali per il calcolo di verifica della resistenza termica con l'uso dei coefficienti di conducibilità generalmente ammessi per i materiali e tenendo conto della incidenza ponderale dei ponti termici eventuali. Per le pareti esterne è chiesto un valore non inferiore al minimo medio di $R = 1$ per le zone a temperatura media in gennaio inferiore a $+ 4^\circ$ e di $R = 0,9$ per altre zone.

Per le coperture in genere e per i solai su spazi aperti i precedenti valori non dovranno per le due zone essere rispettivamente inferiori ad $R = 1,3$ ed $R = 1,2$.

Per le strutture è chiesto genericamente che abbiano sufficiente inerzia termica.

Per la tenuta alle infiltrazioni d'aria delle pareti nel loro complesso è chiesto che, in un ambiente delimitato da 5 pareti stagne e dalla parete in esame, sia mantenuta una pressione di 25 mm di colonna d'acqua con una portata non superiore a 2 mc/h per mq di parete.

Per l'isolamento acustico sono forniti dati in via sperimentale. Sempre per frequenze fra 100 e 3000 Hz l'isolamento acustico medio deve essere almeno di 45 dB per le pareti esterne, per le divisorie tra appartamenti e per quelle fra appartamenti e locali comuni in genere; di 30 dB per le pareti divisorie di uno stesso appartamento; per i solai (rumori di calpestio), deve essere assicurato un livello massimo di trasmissione non superiore a 70 dB sempre con le frequenze sopra menzionate.

Sono inoltre richiesti studi per attenuare i rumori provenienti dagli impianti in genere.

Si sono menzionati questi dati essenziali in quanto richiesti successivamente per tutte le altre costruzioni che l'Istituto ha realizzato dopo il 1964.

Nel 2° nucleo, di cui sopra detto, per entrambi i sistemi costruttivi adottati, sono stati previsti pannelli esterni « sandwich » ossia due lastre di calcestruzzo di differente spessore con interposto uno strato di polistirolo espanso.

Nel sistema Baretts gli spessori sono di cm 10 per la lastra di calcestruzzo interna, di cm 5 per lo strato di polistirolo espanso e di cm 7,5 per la lastra esterna compreso il rivestimento in Klinker.

Nel sistema Skarne gli spessori sono rispettivamente cm 12, cm 7 e cm 6. Su due campioni eguali di pannelli eseguiti con il sistema Baretts, delle superfici di circa mq 1,00, sono state effettuate prove dall'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino, sia per misurarne la resistenza, che l'inerzia termica.

La resistenza termica ottenuta è stata di 1,63: circa la seconda prova essa è stata svolta ponendo il campione a cm 40 da una sorgente di calore costituita da 4 lampade a raggi infrarossi della potenza di 300 watt emananti un flusso costante; la temperatura iniziale sulle due facce del pannello era costante ed eguale a $24,5^\circ$; la perturbazione termica venne percepita sulla faccia non irradiata dopo 5 ore, quando già sull'altra faccia la temperatura aveva raggiunto 58° . Dopo 12 ore si è raggiunta la condizione di regime termico con 60° sulla faccia irradiata e $25,5^\circ$ su quella opposta.

Circa la parete prevista col sistema Skarne la resistenza termica, calcolata analiticamente, è di 2,75.

Per i solai mancano dati sperimentali per cui si possono avere solo quelli analitici e riferiti a solai posati sulla parete del piano terreno destinato a portico passante.

Per il sistema Barets tale solaio è costituito da:

- un manto di piastrelle termoplastiche di mm 2 di spessore;
- uno strato di calcestruzzo magro di cm 5 di spessore;
- uno strato di coibente costituito da fibre di vetro coperte da carta catramata, di mm 2,5 di spessore;
- una soletta di calcestruzzo armato di cm 14 di spessore;
- una camera d'aria di cm 50 di spessore;
- uno strato di polistirolo espanso di cm 3 di spessore;
- un manto di tavelle in laterizio intonacato di cm 5 di spessore complessivo.

Dai calcoli risulta $R = 2$, che è superiore alle prescrizioni delle Norme tecniche Gescal.

Per il sistema Skarne il solaio in esame è costituito da:

- una soletta di calcestruzzo armato pieno di cm 19 di spessore;
- uno strato di polistirolo espanso di cm 4 di spessore;
- una soffittatura di cm 3 di spessore.

Dai calcoli, senza tener conto del pavimento, risulta $R = 1,70$.

Circa la permeabilità all'aria le prove, eseguite sempre presso il Laboratorio dell'Istituto sopra citato, e sullo stesso tipo di pannello, hanno dato come risultato un passaggio d'aria di 0,005 mc/h per mq per una differenza di pressione di 50 mm di colonna d'acqua.

Circa l'isolamento acustico le prove eseguite, sempre nel Laboratorio di cui sopra, hanno dato i seguenti risultati:

- per una lastra di calcestruzzo di cm 7,5 di spessore, peso 165 kg/mq, divisoria fra due locali dello stesso alloggio, si sono ottenuti 40 dB alle frequenze prescritte;

- per una lastra di calcestruzzo di cm 20 di spessore, peso 165 kg/mq, divisoria fra due alloggi, si sono ottenuti 47 dB;

- per un pannello di parete esterna — sistema Barets — si sono ottenuti 45 dB;

- per un solaio compreso il pavimento, come quello descritto per l'isolamento termico, si è ottenuto un livello massimo di rumore al calpestio pari a 70 dB; è da notare che tale livello si è riscontrato per una frequenza di 250 Hz, mentre per i suoni più acuti, che sono i più molesti e cioè a frequenze fino a 4000 Hz, il livello è sceso a 36 dB.

Gli alloggi sono stati consegnati nel dicembre '67 e si sono lamentate presenza di umidità specie nelle camere delle testate Ovest degli edifici del 1° lotto, costruiti con il sistema Barets; in alcuni casi l'Impresa è intervenuta rifacendo i giunti esterni in corrispondenza dei quali era comparsa l'umidità delle stanze. La Commissione di collaudo ha richiesto, per evitare un eventuale estendersi del fenomeno, la sigillatura di tutti i giunti verticali ed orizzontali, delle pareti di testata.

Nei fabbricati invece realizzati con il sistema Skarne tale fenomeno non si è mai presentato; le pareti «sandwich» non hanno rinforzi o collegamenti in calcestruzzo ed i giunti sono tutti chiusi con sigillature eseguite con mastici a base di «thiokol».

La quarta realizzazione riguarda il quartiere di case popolari di via Sansovino eseguito tutto con il sistema Skarne e comprende 320 alloggi per 1600 vani legali.

Pur non essendo una costruzione per conto della Gestione Case Lavoratori sono state estese alla medesima le prescrizioni riguardanti l'isolamento termico ed acustico, con richiamo per quest'ultimo a quanto previsto dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici nei «Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie» pubblicato a seguito della Circolare Ministeriale n. 1769 del 30 aprile 1966.

I dati forniti per tali requisiti coincidono praticamente con quelli delle norme tecniche Gescal; in più è precisato che per gli impianti idraulici il livello di rumore non deve superare i 40 dB.

I criteri realizzativi dei pannelli delle pareti esterne e dei solai sono identici a quelle del 2° Lotto del Quartiere Mirafiori Sud.

Gli alloggi sono stati consegnati nella primavera del 1970 e finora non si sono avute lamentele, né segnalazione di inconvenienti attinenti agli argomenti in esame.

La quinta realizzazione, tuttora in corso di esecuzione, è quella che riguarda il 3° nucleo abitativo del Quartiere Mirafiori Sud, sempre per conto della Gestione Case Lavoratori, del quale 500 alloggi per 2630 vani sono costruiti con il sistema Tracobà e 330 alloggi per 2120 vani con il sistema Skarne.

Per questi ultimi si ripete quanto già detto in proposito precedentemente per le costruzioni eseguite con lo stesso sistema.

Per quelle realizzate con il sistema Tracobà, si ritiene interessante sottolineare la variante fatta adottare per migliorare le condizioni d'isolamento termico delle pareti esterne.

Infatti i pannelli di facciata, pur essendo previsti con uno strato di polistirolo espanso di cm 6 compreso fra due pareti di calcestruzzo di cm 7 di spessore ciascuna, queste ultime dovevano essere collegate fra di loro da una fascia perimetrale di cm 5, fascia presente anche attorno ai vani finestra o porta e che è mancante di isolamento termico.

Essi sono stati modificati con pannelli «sandwich» costituiti da uno strato esterno di calcestruzzo di cm 7 da una lastra intermedia di polistirolo espanso di cm 3 e di uno strato interno anch'esso di calcestruzzo di cm 10, con indipendenza dei due strati periferici, in quanto il collegamento è realizzato mediante armature metalliche passanti attraverso l'isolamento e protette da guaine di neoprene.

Con la prima soluzione la temperatura in corrispondenza dei giunti sarebbe stata inferiore a quella di rugiada; inoltre la resistenza termica del pannello, controllata analiticamente e tenendo

conto di tutti i collegamenti, scendeva a $0,75 \text{ cal/mq} \times h \times C^\circ$; per questa verifica si è dovuto tenere presente che, specie quando si hanno pannelli con collegamenti, le cosiddette linee di flusso subiscono deformazioni e non sono da ritenersi perpendicolari alle fasce delle pareti, ipotesi semplificativa usata inizialmente nei calcoli. Di conseguenza la differenza del coefficiente K nei vari punti della parete non è più limitata alla larghezza dei collegamenti, ma ad una maggiore, per cui si ha globalmente una più consistente diminuzione del K medio.

L'aumento dello spessore dello strato interno rispetto a quello esterno, presente in tutte le altre soluzioni di pannelli «sandwich», migliora notevolmente l'omogeneità della parete e quindi l'eventuale umidità presente, dovuta a condense passeggera sempre possibili, si può ripartire su una superficie più uniforme.

In questo inizio d'anno l'Istituto ha indetto altri appalti concorso per 2678 alloggi complessivi per i quali ha migliorato le richieste di isolamento termico rispetto ai precedenti: questo indipendentemente, se detti alloggi saranno realizzati con sistemi tradizionali, o industrializzati o di prefabbricazione.

Ciò per uno scopo molto semplice e cioè di poter ridurre i disperdimenti, di migliorare l'inerzia termica delle pareti e rendere meno onerose le gestioni di riscaldamento.

Infatti il maggiore periodo di accensione giornaliera richiesto ormai da tutti gli utenti, la maggiore temperatura minima ambientale, il maggiore costo del combustibile per l'adeguamento alla legge contro l'inquinamento atmosferico, hanno ultimamente contribuito ad aumentare i precitati costi gestionali.

Una riduzione dei medesimi, anche se richiede un maggiore ma accettabile costo costruttivo, è importante in quanto si traduce immediatamente e continuamente in un vantaggio economico per gli assegnatari degli alloggi.

Inoltre è stato richiesto che, nel caso di soluzioni in prefabbricato, i giunti tra pannello e pannello siano sigillati con mastici elastici.

Si intende in tal modo di avere previsto per quanto riguarda l'isolamento termico i rimedi essenziali per evitare il ripetersi degli inconvenienti finora lamentati e di avere aumentato il grado di conforto degli alloggi costruendi.

Circa l'isolamento acustico, purtroppo, si parte molte volte con l'«handicap» delle altezze fissate per gli edifici, il che non permette di aumentare gli spessori dei pavimenti in modo da realizzare il pavimento «galleggiante», che si ritiene essere la soluzione migliore per poter soddisfare le richieste di afonicità previste dalle varie norme.

In questo campo verranno fatte effettuare altre prove, tenuto conto che nelle costruzioni in corso sono stati previsti, sia diversi isolanti, sia diversi tipi di pavimenti (grés ceramico, legno incollato, marmette di graniglia) per cui sarà certamente interessante il confronto dei risultati delle prove.

Per finire, si ribadisce l'importanza acquisita, anche nel campo dell'edilizia sovvenzionata, dell'isolamento termico ed acustico delle abitazioni da essa costruite; importanza che oltre ad avere riflessi economici diretti sugli utenti, come già detto nel caso del minore costo ottenibile per il riscaldamento, ha un peso sociale non indifferente nel quadro dei miglioramenti generali ed ambientali ormai indispensabili per poter dare case economiche, ma anche durevoli e confortevoli.

Le implicazioni che la corretta soluzione dei problemi acustici e termici comporta nella prefabbricazione civile

Marco Borini *

1. PREMESSA GENERALE.

Le prime importanti realizzazioni di costruzioni in pannelli prefabbricati pesanti in Italia risalgono al 1963. In questo periodo iniziale gli aspetti che più hanno preoccupato i committenti, i costruttori ed i progettisti sono stati essenzialmente quelli statici, organizzativi ed economici.

Va tenuto presente che lo studio dei problemi acustici e termoigrometrici era stato sino ad allora quasi completamente trascurato nelle costruzioni di tipo tradizionale, anche perchè le richieste dell'utente a tale riguardo sono sempre state molto limitate.

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.

Anzi, lo stimolo polemico ha creato nell'utente esigenze senz'altro giuste ma improvvisate e sovente non motivate. Va anche considerato che col progredire dei tempi i problemi vecchi si sono complicati, e ne sono sorti di nuovi. Per fare un esempio pratico e riferendoci all'acustica, è indubbio che le fonti di disturbo aumentano continuamente di numero e di intensità, ed ai rumori per così dire convenzionali prodotti dalle persone o dagli spostamenti di oggetti, si aggiungono, in misura crescente, i rumori delle macchine, degli elettrodomestici, degli apparecchi per la riproduzione dei suoni, ecc...

Se però questa problematica è stata posta ed affrontata con qualche ritardo, si può tuttavia affermare che, con le nuove tecnologie non vi è difficoltà ad ottenere soluzioni valide e funzionalmente adeguate.

(*) Relatore per il Collegio costruttori edili, imprenditori di opere e industriali affini della Provincia di Torino.

2. PROBLEMA ACUSTICO.

Il problema acustico va risolto in tre momenti successivi.

In primo luogo in sede di progetto urbanistico: troppo sovente gli errori commessi in questa fase rendono praticamente impossibile intervenire sulla costruzione per raggiungere livelli accettabili di isolamento.

E quand'anche non si commettano errori, è chiaro che un'attenzione maggiore in questo primo momento della progettazione può portare a sensibili risparmi in sede esecutiva.

Facciamo un esempio pratico: nel caso di un terreno confinante con una linea ferroviaria o con una sede stradale importante, il primo intervento di progettazione consiste nell'individuare soluzioni urbanistiche tali per cui i rumori vengano smorzati prima di giungere alle abitazioni. Le soluzioni possono consistere in paraventi costituiti da alberate o siepi opportunamente disposte, e tanto più efficaci quanto più riescono ad intervenire vicino alla sorgente del suono; oppure possono consistere in speciali trattamenti ai quali sottoporre il terreno duro o roccioso, per impedire nel limite del possibile la trasmissione delle vibrazioni alle fondazioni, ecc.

Nei piani urbanistici si dovrebbe tener conto, per gli edifici residenziali, di distanze sufficienti dalle strade di maggior traffico.

I risultati di recenti studi hanno dimostrato che il livello di intensità media di un rumore prodotto dal traffico stradale, allorchè colpisce la facciata di un edificio abitativo, non dovrebbe superare approssimativamente i 60 dB, per non essere molesto. Per soddisfare tale esigenza nei terreni pianeggianti, è necessario allontanare le abitazioni dalle strade di circa 150 metri, il che è fattibile in aperta campagna, ma è certamente impossibile in città.

Bisogna perciò ricorrere ad altri accorgimenti, disponendo ad esempio verso le fonti di disturbo le parti degli edifici in cui si svolgono prevalenti attività commerciali ed allontanando il più possibile gli ambienti destinati al riposo.

Lo stesso rivestimento stradale sembra avere importanza non indifferente. In uno degli ultimi numeri della rivista del C.S.T.B. ⁽¹⁾, Mr. Sala, afferma che si guadagnano da 4 a 6 dB semplicemente impiegando particolari tipi di manto stradale.

L'intervento di primo momento è perciò il più efficace riguardo ai rumori esterni, e si può, con ridotta spesa, porsi nelle condizioni migliori per evitare costosi interventi in sede di progettazione esecutiva degli edifici.

Il secondo momento in cui intervenire è durante la progettazione dell'immobile. Le norme da seguire sono note e risapute ma non riteniamo inutile richiamarle brevemente: disporre le camere da letto verso l'affaccio più tranquillo, concentrare il più possibile i servizi, dividere le zone giorno dalle zone notte, incolonnare le zone notte e le zone servizio evitando sfalsamenti ai diversi piani.

⁽¹⁾ C.S.T.B. - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

È importante studiare il percorso degli impianti in modo che le tubazioni passino in appositi cavedi inseriti tra due zone di servizio e mai confinanti con camere da letto o di soggiorno, allontanando così le fonti di disturbo.

Lo stesso ragionamento vale anche per il vano ascensore.

Il terzo momento di intervento è la fase esecutiva, che si riferisce più direttamente al costruttore e merita quindi maggior approfondimento.

2.1. Isolamento acustico nelle strutture orizzontali.

Un solaio deve rispondere ad esigenze di isolamento sia ai rumori aerei che ai rumori d'urto.

Relativamente ai rumori aerei, una lastra piena di 14 cm di spessore in cemento armato, possiede un isolamento di circa 48 dB (definito come superiore dalle norme italiane). La sua frequenza critica inoltre (frequenza alla quale i suoni si trasmettono integralmente) è di circa 125 Hz e perciò molto vicina alla soglia di non udibilità (16 Hz). Si comporta quindi meglio di un solaio classico ad elementi forati, poichè quest'ultimo è discontinuo e molto più leggero.

La propagazione dei rumori di calpestio avviene invece essenzialmente per «via solida». Una percussione sul pavimento mette questo in vibrazione e fa sì che si comporti nei confronti del locale sottostante come un altoparlante, riproducendo il rumore d'origine. Inoltre la vibrazione si trasmette dal pavimento alle strutture verticali che contribuiscono ad ampliare il fenomeno. Il problema dell'insonorizzazione al calpestio è innanzi tutto un problema di isolamento alle vibrazioni, e ciò può ottenersi in due differenti modi:

1) Realizzando un pavimento galleggiante, che è senza dubbio la soluzione più sicura, ma anche la più costosa; per ottenere però buoni risultati l'esecuzione deve essere molto accurata. È essenziale che il pavimento sia ben disgiunto dalle strutture verticali ed orizzontali tramite un sottofondo elastico e soffice risvoltato lungo le pareti. Il materiale impiegato deve rispondere a requisiti di elasticità, anche sotto carico statico, di resistenza meccanica e di resilienza; deve inoltre essere di pezzature tali da facilitarne la posa, in modo da evitare falle nella sua continuità ed i conseguenti ponti acustici.

2) Pavimentando gli ambienti con materiali elastici e soffici (moquette, linoleum, ecc...) che permettano di ammortizzare i rumori alla sorgente.

Nell'edilizia prefabbricata si sono impiegati molti pavimenti costituiti da uno strato vinilico (composto da policloruro di vinile, plastificanti, stabilizzanti, pigmenti e cariche minerali), spalmato a freddo su un supporto di tela di juta felttrato. Tali pavimentazioni, in piastrelle o rotoli, vengono incollate direttamente alla soletta portante, previa rasatura della medesima. La superficie di policloruro di vinile non è rigabile, non si altera in presenza di elementi chimici, ha ottima resistenza all'usura, e al punzonamento pre-

senta impronte trascurabili. Unico difetto: non è molto gradita dalle massaie, che riscontrano qualche difficoltà a tenerla pulita.

È essenziale, ai fini dell'insonorizzazione che:

— l'elasticità del supporto filtrato sia conservata anche sotto carico statico, in modo tale che, dopo aver subito un abbassamento statico a carattere definitivo, conservi la possibilità, ad ogni sollecitazione dinamica di reagire elasticamente;

— la resilienza, e cioè la « non fragilità » del materiale, sia veramente garantita, così che possa mantenere nel tempo le sue proprietà meccaniche e la sua consistenza iniziale.

Gli « Agreements » emessi dal C.S.T.B. riguardo ad alcune di queste pavimentazioni, danno un coefficiente di attenuazione acustica al calpestio α compreso tra 20 e 23 decibels. (α è definito come il più piccolo dei 3 valori: $19 + G$, $12 + M$, A ; dove G è la media aritmetica dei risultati ottenuti con la macchina normalizzata alle frequenze 100, 125, 160, 200, 250, 315 Hz, M è la media alle frequenze 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 Hz, A è la media alle frequenze 1600, 2000, 2500, 3150 Hz). Tale attenuazione, unita a quella propria della soletta piena di 14 cm di spessore, fornisce un elevato grado di isolamento al rumore di calpestio.

2.2. Isolamento acustico nelle strutture verticali.

Le strutture verticali sono interessate quasi esclusivamente dai rumori aerei, che vengono emessi direttamente nell'aria, e da essa propagati per vibrazione.

La difesa da questi rumori è direttamente legata alla massa dei materiali impiegati ed alla impermeabilità all'aria degli stessi. Un suono si trasmette infatti per la somma di due differenti fenomeni:

a) trasmissione diretta attraverso fessure, aperture, ecc...

b) trasmissione per vibrazione flessionale della parete.

Per una parete continua è il secondo fenomeno che riveste un ruolo essenziale ed esso è legato alla massa ed alla rigidità della parete stessa.

Nelle tecnologie a elementi pesanti prefabbricati il peso dei pannelli di facciata o dei divisori tra alloggi non è mai inferiore ai 400 Kg/mq e quindi, nel caso di pareti piene, si ha un ottimo comportamento acustico. Il problema va però studiato attentamente quando, nelle pareti si inseriscono elementi a massa debole, quali porte e finestre, che abbassano notevolmente i valori di isolamento dell'insieme. Per migliorare l'isolamento delle finestre non vi è altro sistema che aumentare lo spessore dei vetri, molto più efficace che l'applicazione di doppi vetri. Per le porte occorre porre molta attenzione all'isolamento del contorno; è assai poco utile migliorare il serramento, prevedendo pannelli a doppia camera d'aria o di maggior spessore, quando in corrispondenza della soglia a pavimento esiste una fessura dell'ordine del centimetro, che corrisponde ad una perdita di iso-

lamento al rumore aereo di circa 6 dB. Occorre migliorare l'isolamento al contorno creando lungo tutto il perimetro della porta, e quindi anche in corrispondenza della soglia, una battuta munita di apposite guarnizioni, che costituisca tenuta all'aria ed impedisca la trasmissione diretta dei suoni. In Svizzera questo accorgimento della soglia con battuta a pavimento è quasi universalmente adottato; in Italia non è ben accetto perchè la battuta a pavimento costituisce un ingombro con conseguenti possibilità di inciampo.

L'isolamento acustico delle porte dai rumori aerei è stato sino ad ora molto trascurato, ma sta diventando sempre più importante, perchè, con il rimpicciolirsi degli ambienti e con l'aumento delle fonti di rumore, riesce sempre più difficile trovare un angolo tranquillo in casa propria.

2.3. Conclusioni.

Si può affermare che l'acustica è la scienza più recentemente scoperta sia dagli operatori edili che dagli utenti. Si deve pertanto darle una normativa pratica e soprattutto rispondente alle effettive esigenze dell'utenza. Si tratta in definitiva di elencare e di graduare, secondo l'importanza attribuita dall'utente, le fonti di disturbo acustico, sia interne che esterne, e di valutare l'efficacia delle varie tecniche di insonorizzazione in relazione alle sole esigenze abitative.

Seguendo questo criterio, i Collegi dei Costruttori di Torino e Milano hanno svolto una serie di prove acustiche, a campioni, su edifici di civile abitazione, pervenendo a conclusioni che desidero qui riportare:

A) Osservazioni tecniche derivanti direttamente dai diagrammi di prova:

1) Una buona isolazione acustica dei muri di separazione tra alloggi contigui si può ottenere facilmente e non provoca sensibili aumenti di costo.

2) Una buona isolazione acustica dei solai al calpestio si può ottenere solo con particolari accorgimenti e provoca sensibile aumento di costo.

3) Lo studio di progetto dell'isolazione acustica di un edificio è indispensabile ma non decisivo ai fini dell'ottenimento di un buon grado di isolamento. La realizzazione pratica degli accorgimenti previsti ha un'importanza estrema e può completamente vanificare la efficacia degli accorgimenti progettuali.

4) Molti degli edifici a carattere popolare presentano una isolazione acustica non diversa ed in certi casi superiore a quella degli edifici con caratteristiche di lusso. Ciò è dovuto al fatto che le norme per tale tipo di edilizia sono generalmente molto severe.

5) Le pavimentazioni costituite da materiali di elevata durezza, ad esempio, grès o similari, costituiscono un ostacolo quasi insormontabile per l'isolamento al calpestio.

B) Osservazioni tecniche generali derivanti dall'insieme delle prove:

1) La stragrande maggioranza degli edifici per civile abitazione esistenti non presenta caratteristiche di isolamento corrispondenti alle norme vigenti (in particolare per quanto concerne il livello di rumore di calpestio).

2) Gli inquilini di tale case raramente lamentano lo scarso isolamento acustico soprattutto per quanto concerne i rumori al calpestio e comunque pongono delle serie di esigenze con diversa importanza ponderale (es. massima importanza ai rumori dovuti all'ascensore, idem per le scale, importanza ai rumori degli scarichi).

3) Non sempre le modalità di prova acustica permettono di dedurre indicazioni pratiche sull'effettivo comfort abitativo degli alloggi.

4) Un'inchiesta tra gli inquilini permetterebbe di determinare le caratteristiche acustiche desiderate per gli alloggi e di individuare i punti per cui l'utilizzatore è disposto a spendere denaro.

5) In sede di redazione del progetto distributivo di un alloggio si possono facilmente e senza spese affrontare alcuni importanti problemi acustici (es. posizione del vano ascensore rispetto alle stanze da letto o di soggiorno, posizione delle scale, ecc.).

Come conseguenza di questo primo studio è stata affidata al CRESME ⁽¹⁾ una vera e propria ricerca di mercato con indagini a campione, il cui schema di intervento (progetto 55/70) abbiamo ritenuto allegare alla presente relazione ⁽²⁾.

La normativa dovrà naturalmente adeguarsi alle conclusioni di tali indagini, poichè la maggior parte delle prove oggi eseguite in opera danno risultati non coincidenti con gli stati equivalenti di benessere o malessere fisiologico di una persona.

Lo stesso Centre Scientifique du Bâtiment afferma: « il modo con cui la qualità della protezione anti-acustica nelle abitazioni è determinata attualmente dagli strumenti di misurazione, non è soddisfacente, dato che per lo stesso indice di qualità possono aversi percentuali diverse di persone disturbate e viceversa ».

È sintomatico l'esempio della macchina normalizzata per la riproduzione dei suoni di calpestio, il cui effetto non è assimilabile a quello del passo umano. Ciò può portare all'esclusione di soluzioni che in pratica potrebbero essere buone, oppure adottare soluzioni eccessivamente onerose rispetto al risultato pratico ottenuto.

Va considerato infine che sovente esiste un forte divario tra misurazioni eseguite in laboratorio e misurazioni effettuate in opera, e su questo fatto sono portati a speculare produttori e venditori. È auspicabile perciò che, in relazione alle sole esigenze del mercato, vengano precisati i tipi di prove e i metodi per eseguire, nonchè i laboratori ufficiali autorizzati, così da facilitare i confronti, e da impedire una pubblicità a carattere esclusivamente reclamistico.

⁽¹⁾ C.R.E.S.M.E. - Centro di Ricerche Economiche Sociologiche e di Mercato nell'Edilizia, presso l'A.N.C.E. - (Associazione Nazionale Costruttori Edili) - Roma.

⁽²⁾ Sarà pubblicato nel numero di maggio.

3. PROBLEMA TERMICO.

È nota l'influenza che su di un qualsiasi clima ambientale ha la capacità termica delle pareti, interne ed esterne, che delimitano l'ambiente stesso. Una capacità termica elevata vuol dire una forte attenuazione della componente oscillante della temperatura esterna, e pertanto una più facile regolazione e conduzione dell'impianto riscaldante ed un più elevato benessere fisiologico.

Le costruzioni a pannelli prefabbricati pesanti hanno appunto la caratteristica di possedere una elevata capacità termica, dovuta essenzialmente al loro peso. È inoltre molto basso il coefficiente di conducibilità termica ($K = 0,5 \div 0,7$ Kcal/ora mq °C) in virtù dell'isolamento interposto nei pannelli sandwich di facciata.

Le tecniche di calcolo degli impianti di riscaldamento, per quanto si riferisce al fabbisogno termico, non variano sostanzialmente da quelle per le costruzioni tradizionali, salvo una differenza dei valori dei coefficienti delle pareti ($0,5 \div 0,7$ nel prefabbricato contro $0,8 \div 1,2$ nel tradizionale). La differenza sostanziale sta nella progettazione esecutiva. Infatti nell'edilizia industrializzata, l'impianto termico deve essere per la massima parte realizzato fuori opera nei suoi elementi costitutivi.

I componenti dell'impianto devono essere studiati in modo tale da facilitarne al massimo l'operazione di inserimento nei pannelli o nei vani previsti, semplificando le operazioni di montaggio in cantiere.

Tutte le parti dell'impianto debbono essere, nel limite del possibile, sostituibili, e libere da vincoli alla dilatazione. Gli interventi dell'installatore in sede di montaggio dell'edificio debbono ridursi alle sole operazioni di assemblaggio dei vari componenti.

Per conseguire questo risultato occorre che il progetto dell'impianto nasca contemporaneamente e in modo coordinato con il progetto architettonico e statico della costruzione.

Il tipo di impianto usato nell'edilizia industrializzata è indifferentemente quello a radiatori o quello a pannelli radianti annegati nella soletta piena. Noi riteniamo però che l'impianto a pannelli radianti sia, non solo più funzionale, ma anche più economico e di realizzazione più rapida. I difetti riscontrati nelle prime e ormai lontane esperienze (corrosione dovuta alle correnti vaganti) sono stati superati, e non è più giustificato il timore ad estenderne l'uso.

Strettamente collegato al problema termico è il fenomeno della condensa, che può presentarsi tanto negli alloggi costruiti con metodi tradizionali come in quelli prefabbricati. Le cause che possono promuoverne la formazione sono:

1) Esistenza di ponti termici nelle pareti o nei solai a sbalzo.

2) Insufficiente riscaldamento e intermittenza notturna.

3) Insufficiente ventilazione degli ambienti.

4) Cattivo uso da parte degli utenti, in relazione anche ad elevati indici di affollamento.

Occorre però riconoscere che, a parità di protezione coibente, le pareti prefabbricate, proprio per il materiale con cui sono costruite, hanno una capacità di assorbimento dell'umidità generalmente inferiore a quella dei muri in tradizionale.

Di conseguenza nelle prime realizzazioni si sono riscontrati alcuni casi di condensa, dovuti principalmente alle cause sopra elencate.

Va precisato però che nella fase iniziale dell'edilizia industrializzata la grossa preoccupazione dei Committenti e dei progettisti riguardava il comportamento statico delle strutture e conseguentemente, i pannelli a sandwich di facciata venivano costruiti con bordi e nervature interne in calcestruzzo pieno che, anche se di dimensioni non eccessive, costituivano pur sempre dei ponti termici. Il difetto non deve quindi ricercarsi nella imperfetta esecuzione dei giunti, la cui impermeabilizzazione a caldo o mediante mastici ed il cui isolamento con polistirolo espanso sono risultati largamente sufficienti per evitare infiltrazioni e ponti termici. Si deve comunque osservare che il ponte termico è sempre una concausa e non la causa unica dell'apparire della condensa: le altre cause determinanti sono quasi sempre l'elevato indice di affollamento, la scarsità di ventilazione e la cattiva gestione dell'impianto di riscaldamento.

Sta di fatto che, da quando, nei pannelli di facciata si è esteso lo strato di polistirolo all'intera superficie, eliminando nervature e contorni in calcestruzzo, la condensa è praticamente scomparsa, tranne nei casi in cui non si è ovviato alle altre cause indicate.

Potrebbe quindi essere utile, allorchè si prevedono insediamenti con elevato indice di affollamento o, in generale, un cattivo uso delle abitazioni, installare degli impianti di ventilazione forzata; e questo suggerimento vale tanto per l'edilizia prefabbricata che per quella tradizionale.

Se si pensa che in alloggi normalmente abitato, la produzione di vapore è di circa 2 grammi/m³ × ora, mentre per un alloggio sovraffollato può superare 8 grammi/m³ × ora, è evidente quali sono i rischi di tale sovraffollamento.

Tali impianti sono semplici e poco costosi e consistono nella predisposizione di canne di aereazione, con bocchette di espulsione dell'aria umida, poste là dove il vapore viene normalmente prodotto (cucine e bagni). La ripresa dell'aria dall'esterno può avvenire attraverso fori predisposti nella parte superiore dei cassonetti delle avvolgibili, possibilmente lontano dalle bocchette di espulsione, per creare un lavaggio di tutti gli ambienti.

Ha molta importanza la buona conduzione dell'impianto di riscaldamento perchè in una camera male riscaldata è più facile che si raggiunga il punto di rugiada ed è normale che si trascuri deliberatamente la ventilazione, per evitare l'ulteriore raffreddamento dell'ambiente.

CONCLUSIONI.

Non vogliamo negare che ai suoi albori la prefabbricazione abbia offerto il fianco a critiche, per non esser riuscita a soddisfare completamente tutte le esigenze richiamate nel corso della nostra relazione. È però naturale che ogni nuova tecnologia necessiti di una fase di rodaggio durante la quale si mettono a fuoco e si risolvono i problemi. La cosa più importante è che da questa fase si è usciti con un arricchimento di conoscenze tecniche e di problemi risolti, che avvalorano e fa progredire non soltanto la tecnologia della prefabbricazione, ma riversa nel campo più vasto dell'edilizia residenziale una serie di innovazioni in fatto di concezioni, di metodi e di materiali, che costituiscono il contributo più importante per il raggiungimento del fine che tutti auspichiamo: case migliori a costi inferiori.

Sistema di riscaldamento nell'edilizia prefabbricata

Giacomo Laudi *

Premesse.

Parliamo qui di tipi di impianti di riscaldamento in edifici di civile abitazione realizzati mediante sistemi di prefabbricazione pesante a pannellature piane. Diremo cose non nuove che sono già state oggetto di numerose recensioni e di convegni, ma che è bene richiamare alla mente ed insistere a riproporre, visto che molti capitolati e richieste, specie di Enti, continuano impertentiti a pretendere anacronistiche forme di esecuzione, ormai superate già nell'edilizia tradizionale, presentando parametri ed indicazioni di calcolo che alle volte inducono in errore un progettista non avveduto.

Un impianto di riscaldamento è indubbiamente un bene di consumo, non solo nella misura in cui

lo sono i muri che compongono l'edificio, ma proprio in quanto... consuma.

Orbene se l'edilizia prefabbricata ha lo scopo dell'economicità e della rapidità di esecuzione, l'impianto termico che in essa si inserisce non deve essere da meno sia come economicità e rapidità di installazione, sia come macchina che consuma. E così, come i progettisti di automobili studiano la carrozzeria che offra la minor resistenza possibile all'aria e che ospiti motore ed organi di movimento in modo da ottenere i minori consumi in rapporto alle migliori prestazioni, anche i progettisti delle case devono studiare il guscio esterno e le disposizioni interne in modo da ottenere un basso carico termico e una snella praticità installativa degli impianti in genere.

I progettisti edili devono quindi tener presente che l'ideale è avere la minor superficie esterna possibile in rapporto all'area o al volume ed il

(*) ASSISTAL - Associazione Nazionale Installatori.

minimo rapporto vetro-muro (sempre compatibilmente con le tante altre esigenze alle volte imperative da soddisfare).

Cucinini sporgenti o bow-windows, per esempio, creano una superficie esterna dentellata e costituiscono delle vere e proprie «alette di raffreddamento» dell'edificio costringendo ad impegni termici di potenzialità e di ingombro notevoli che alle volte condizionano il sistema di impianto da adottare.

I costruttori devono poi badare all'isolamento termico delle superfici esterne. (Al riguardo i costruttori dicono a noi termici, già fin in base di preventivazione, come è fatta la parete, ma è quella, diciamo, nominale. In realtà ci troviamo poi di fronte a molti altri addendi di dispersione; ponti termici vari, pareti sottili in cemento dietro un foglio di legno o di metallo che costituisce il cassonetto dell'avvolgimento molte volte di gran superficie perchè tutto sporgente, comportamento incerto degli isolanti termici nel tempo, ecc.).

Importante è anche conoscere l'inerzia termica di un edificio che gioca molto sull'importanza economica di gestione e sulla progettazione di un impianto di riscaldamento specie se con esercizio intermittente.

È certo che la protezione termica degli edifici e l'intermittenza influiscono su quella che è la temperatura operante.

Ove ci sono grandi dispersioni unitarie, basse inerzie termiche e/o intermittenza di funzionamento, occorre alzare la temperatura reale dell'aria ambiente per compensare il noto effetto della bassa temperatura superficiale media delle pareti.

L'intermittenza è molte volte illusoriamente economica dal punto di vista della gestione e anche del costo dell'impianto se si considera la potenza occorrente per la «ripresa» al mattino, dopo sette o otto ore di interruzione, coincidenti con i valori più bassi dell'escursione termica giornaliera, e lo sbilancio termico causato da un maggior abbassamento di temperatura nei locali più esposti, trovandosi poi questi, a regime raggiunto, con potenze riscaldanti in eccesso. Praticamente, il conduttore non sa mai bene quando riabbassare la temperatura in caldaia per regime raggiunto in tutti i locali.

Così non la corregge e gli utenti aprono le finestre.

Nell'edilizia prefabbricata tutto ciò si può e si deve tenere in conto. Si perviene così a soluzioni ottimali sia come costo di installazione sia come costo di esercizio.

In altre parole, con i materiali di coibentazione e di costruzione oggi disponibili, si possono e si devono costruire delle case «con sapienza termica», strutturalmente parlando, e inserirvi poi impianti con minimi carichi termici.

Detto quanto sopra, possiamo vedere una panoramica dei principali sistemi di impianti di riscaldamento con qualche analisi critica.

Scartiamo subito alcuni sistemi come quello elettrico, per ovvie ragioni di costo di esercizio,

e scartiamo anche il condizionamento per le stesse ragioni e perchè richiederebbe una trattazione a sè.

Restiamo quindi agli impianti di riscaldamento usuali ove il fluido primario in circolo è l'acqua. Possiamo suddividerli in tre principali sistemi:

Primo: con apparecchi riscaldanti disposti entro ogni locale riscaldato (radiatori, piastre, termoconvettori, ecc.) operanti principalmente per convezione con trasmissione acqua-metallo-aria ambiente. Acqua con $T_{max} = 80 \div 90$ °C.

Secondo: la struttura è l'elemento riscaldante, cioè a «pannelli radianti», con trasmissione acqua-metallo-calcestruzzo-ambiente. Acqua con $T_{max} = 45 \div 50$ °C.

Terzo: ad «aria calda» con apparecchio unico per alloggio con trasmissione acqua-metallo-aria forzata. Acqua con $T_{max} = 80 \div 90$ °C.

Questi sistemi, o modi o tipi o generi che chiamar si vogliono, hanno poi le loro varianti in funzione non più di come viene ceduto il calore all'ambiente, ma di come viene trasportato e distribuito il fluido riscaldante e di come può avvenire il montaggio dell'impianto.

Primo sistema:

Il riscaldamento, con corpi riscaldanti in ogni ambiente, permette di prevedere un impianto calcolato a regime intermittente, purchè la protezione termica sia tale da non comportare potenze installate eccessive, con sperperi in gestione ed in costo di impianto e con impegno di eccessivi ingombri.

È sovente più conveniente un impianto controllato da regolazione automatica con la temperatura dell'acqua in funzione della temperatura esterna, con riduzione notturna della temperatura dell'acqua di $10 \div 15$ °C.

Questa regolazione è più facile con radiatori che con termoconvettori.

È bene che i corpi riscaldanti vengano disposti, in linea generale, sotto le finestre o comunque contro o vicino alle pareti esterne. Diciamo in linea generale, perchè nel caso di ottima coibentazione termica, come dovrebbe essere nel «prefabbricato», con modeste superfici vetrate (oppure con doppi vetri) e con buona tenuta dei serramenti, si possono validamente installare i corpi riscaldanti in posizione accentrata, essendo la «calata di aria fredda» dalla parete esterna di tale minima entità da non dare fastidio alcuno.

Il sistemare, ove conviene, i corpi riscaldanti dietro le porte di accesso al locale, è per altro vantaggioso al fine dell'ingombro, vantaggioso per la costruzione dell'impianto in edifici prefabbricati svincolandosi dalle pareti esterne il più delle volte «tabù».

Nello scegliere il sistema di trasporto del fluido riscaldante, bisogna vedere caso per caso a seconda del tipo di «prefabbricato» e della disposizione possibile dei corpi riscaldanti.

Le tubazioni devono in ogni caso essere svincolate dalle strutture, sia per permettere le di-

latazioni sia per la regola della possibilità di sostituzione dei pezzi componenti l'impianto senza intaccare la statica degli edifici.

Si possono avere i soliti impianti a colonne con due tubi con distribuzione dal basso. Occorre comunque ridurre al minimo il numero delle colonne.

Le colonne in vista, in tal caso, sono una bruttura estetica: le colonne per dilatazione tendono a incurvarsi, specie quelle di piccolo diametro; le colonne devono poter scorrere nell'attraversamento dei solai, ma bisogna che quando si lavano i pavimenti l'acqua non piova sulla testa di chi abita al piano di sotto e i manicotti passanti, sporgenti oltre il filo del pavimento aggiungono bruttura a bruttura; un attacco accavalla uno dei due tubi della colonna e gli attacchi non devono poi essere troppo corti. Tutto brutto.

Migliore è il sistema «monotubo» verticale a colonne derivate, incassate o in vista, con non più di 8 o 9 unità riscaldanti. In tal caso lo sfogo dell'aria è naturale ed automatico.

Per ridurre al minimo il numero delle colonne, sono nati altri sistemi d'impianto come quelli con una sola colonna montante, per ogni colonna di alloggi, dalla quale si possono derivare sotto pavimento tubazioni che alimentano i corpi riscaldanti (normalmente non più di 6).

Si ha così, per esempio, il sistema «a monotubo orizzontale», ad anello, in derivazione dalla colonna montante con tubazioni in rame od in ferro, e il sistema così detto «a ragnatela» con derivazioni dalla colonna, tramite collettori, per ciascun corpo riscaldante, con tubi di piccolo diametro per lo più in rame. In questi casi, con distribuzioni sotto pavimento, bisogna porre attenzione alle dilatazioni ed all'eccessivo riscaldamento dei pavimenti, poichè si ha acqua in circolo a temperatura relativamente alta. Per lo sfogo dell'aria le valvole sono di prescrizione.

Questi due ultimi sistemi permettono l'esclusione del riscaldamento alloggio per alloggio, per esempio con valvole dietro sportello nel vano scala.

La possibilità di escludere il riscaldamento in singoli alloggi è un vincolo richiesto da molti capitolati di Enti, però non se ne vede nè l'utilità nè il vantaggio.

Escludendo il riscaldamento a qualche alloggio si viene ad avere una maggior dispersione degli alloggi attigui, provocando proteste degli utenti con il conduttore perchè fa freddo, o perchè fa più freddo che dal coinquilino che paga come lui; il conduttore allora alza la temperatura in caldaia con il risultato che tutti gli altri vengono ad avere troppo caldo e aprono le finestre. E così si paga caro il desiderato risparmio di calore.

Molti capitolati chiedono, oltre alla intercettabilità di ogni alloggio, lo sfogo d'aria con rete collegata per sfogo automatico. È un inferno già nel «tradizionale»; assurdo negli edifici prefabbricati.

Per tutte le varianti di progettazione di questo primo sistema, il grado di prefabbricazione dell'impianto in officina è molto basso.

Non si ravvisa la convenienza e la praticità di premontare alcune parti già in officina, anche se siamo in via di studi e ricerche in merito.

Il prefabbricatore edile cerca di ridurre, ovviamente, la varietà degli elementi prefabbricati e noi termici arriviamo invece a scambussolarli le cose.

Elementi uguali per il costruttore edile non lo sono per il termico. Uguali pannelli di parete esterna per il costruttore sono per noi invece diversi a seconda che il locale è d'angolo o confinante con la scala o all'ultimo piano, o al piano terreno o esposto diversamente.

La precisione di montaggio dei pannelli murari, se sono incorporate tubazioni che vanno unite, dovrebbe essere tale che il gioco non vale la candela.

Quello che è d'obbligo invece è la predisposizione e la dimensionatura in fase di progetto dei fori, delle scanalature, delle finestre per l'esecuzione dei giunti, opportunamente dimensionati per le tolleranze e per le dilatazioni.

Pertanto tutti gli studi e le ricerche in merito all'impiantistica nella prefabbricazione vanno rivolti più alla valutazione delle tolleranze che non al raggiungimento del perfetto in senso assoluto.

Secondo sistema:

È come già detto il sistema a «pannelli radianti» a soffitto e/o a pavimento.

Per il «prefabbricato» di tipo pesante riteniamo di scartare, il sistema di pannelli radianti applicati o riportati e parliamo quindi unicamente del sistema a serpentine incorporate nelle strutture.

Diciamo subito che è il sistema che offre il maggior grado di prefabbricazione; la posa si può realizzare con semplicità in officina.

Si tratta di stendere del tubo di piccolo diametro in una struttura di cemento armato, il che presenta certamente delle difficoltà variabili a seconda del tipo di prefabbricazione, ma comunque, se ben studiato dà un alto grado di prefabbricazione.

Per lo più si adottano tubi di rame ricotto e disossidato, dato in rotoli. I serpentine in tubo di rame (normalmente di diametro 12,5 x 14 mm) sono di rapidissima stesura e di facile trasporto dal fabbricante allo stabilimento o al cantiere e nello stabilimento e nel cantiere.

Anche nel «tradizionale» con il tubo di rame in rotoli si può affermare di aver fatto un passo avanti verso la praticità installativa dell'impianto, rispetto al tubo di ferro in verghe di limitata lunghezza.

Le colonne montanti in ferro, un'andata ed un ritorno, per ogni colonna di alloggi, disposte per esempio in cavedio nel vano scala, sono ridotte al minimo. Si può anche avere una colonna di mandata ad un capo dell'alloggio e una colonna di ritorno all'altro capo che serve anche l'alloggio attiguo.

È consigliabile progettare la distribuzione di mandata orizzontale corrente nel cantinato e la

distribuzione di ritorno orizzontale nel sottotetto per ottenere una buona circolazione ed un efficiente ed automatico sfogo dell'aria.

Il problema delle dilatazioni è di gran lunga facilitato per la bassa temperatura dell'acqua in circolo e così pure le dispersioni passive sono di ridotta entità.

Per valutare il grado di prefabbricazione si pensi solo al fatto di non avere corpi nel volume-ambiente.

Non si hanno mensole, rosoni, valvole e tubi in vista; non c'è bisogno di pulizia e di distacchi e riattacchi dei radiatori o ritornare per l'applicazione dei mobiletti ai termoconvettori.

Il costo, a seconda della conformazione dell'edificio, può, tutto sommato, essere inferiore a quello del primo sistema.

Un impianto a pannelli radianti è di alto gradimento per l'utente solo a patto che sia molto ma molto ben calcolato, altrimenti dall'utente è odiato.

Il regime continuo è di prescrizione, non è ammessa l'intermittenza di funzionamento.

Come regolazione è ottima quella centrale, per zone o no, con temperatura dell'acqua regolata in funzione della temperatura esterna.

Nel calcolo, oltre ai molti parametri dovuti alla struttura e al serpentino, occorre tenere in conto le temperature medie superficiali delle pareti dei singoli locali.

Poichè comunque queste temperature superficiali sono più alte rispetto al primo sistema, si può prescrivere una temperatura reale di calcolo di 18°C, anzichè di 20°C. Si ha quindi economia in consumo a parità di altri fattori.

È bene che il progettista edile preveda inizialmente che l'impianto sarà a pannelli radianti.

Si deve evitare che debbano venir costruite delle integrazioni a parete, e quindi non si debbono progettare locali stretti con la parete lunga esterna.

Per evitare le integrazioni, inaccettabili in quanto aumentano le varietà di elementi prefabbricabili, occorre che sia disponibile per ogni locale una superficie di pavimento o di soffitto tale da poter sopprimere al fabbisogno termico del locale stesso.

A mo' di indicazione di massima si può tener presente che ad esempio: dati: $T_e = -10^\circ\text{C}$; $T_i = +20^\circ\text{C}$; $T_{H_2O} = 45^\circ\text{C}$; interassi $30 \div 33$ cm e detti $S_{soff.}$ = superficie del soffitto; S_f = superficie finestre; S_{est} = superficie esterna totale (finestra più muro) si ha:

1) se muro esterno con $K = 1,2$ Cal/h mq°C e finestre a vetro semplice; $S_{soff.} > S_f + 1/3 S_{est}$

2) se muro c.s. e finestra a doppio vetro: $S_{soff.} > 1/2 S_f + 1/3 S_{est}$;

3) se muro esterno con $K = 0,9$ Cal/h mq°C in luogo di $1/3 S_{est}$ calcolare $1/4 S_{est}$ in 1) o in 2).

La temperatura massima dell'acqua in mandata è normalmente di 45-48°C con salto di 8-10°C.

Il piano riscaldato più basso deve sempre essere riscaldato o integrato con una emissione di calore dal pavimento.

Bisogna tener presente che un riscaldamento a pannelli con serpentini nelle strutture avviene per emissione di calore dalle due facce, sia pure in proporzioni diverse.

È comunque bene che i pavimenti non superino i 30°C di temperatura superficiale.

In edifici a piani pari si potrebbe anche installare un impianto con serpentine incorporate in un orizzontamento sì ed uno no, quindi con emissione di calore da pavimento per i piani dispari e a soffitto per i piani pari. Occorre naturalmente uno studio accurato dei solai, dei serpentini e una verifica sperimentale.

Terzo sistema:

Ad «aria calda».

Consiste in un termoventilatore per ogni alloggio e in una colonna montante per ogni colonna di alloggi alimentante il termoventilatore stesso per lo più sistemato a soffitto per ragioni di spazio.

Il condotto di mandata dell'aria è normalmente ottenuto con controsoffittatura del corridoio e il condotto di ripresa è normalmente il corridoio stesso.

La temperatura dell'aria è bene non superi i 40°C. Le bocchette di immissione dell'aria dalla controsoffittatura al locale devono potersi razionalmente disporre in modo che l'aria possa essere lanciata fino ad una utile distanza dalla parete opposta, che è bene sia quella esterna, senza superare la velocità di 2 mt/sec.

Pertanto la disposizione dell'alloggio deve essere tale che il corridoio raggiunga convenientemente tutte le stanze.

L'aria viene recuperata da bocchette di passaggio dalla stanza al corridoio, ma non si devono mettere in circolo gli odori e pertanto non la si deve recuperare almeno dalla cucina e dai gabinetti da bagno.

Dalle cucine l'aria può venire espulsa dalla stessa cappa, mentre dai bagni deve venire espulsa o con bocchetta diretta all'esterno oppure con impianto di estrazione.

Occorre quindi altra bocchetta per una presa di aria esterna che può essere realizzata prelevando aria per esempio dal vano scala.

Occorre calcolare la potenzialità termica per il suddetto rinnovo dell'aria facendo attenzione che se effettuato dalla scala questa si raffredda notevolmente e si esalta la dispersione dei locali attigui.

L'impianto può essere fatto funzionare a regime intermittente.

Dato l'effetto ventilante la temperatura reale dell'aria deve essere maggiore che nel primo sistema.

Il costo d'esercizio è maggiore che nei precedenti sistemi: si ha in più il suddetto rinnovo dell'aria, una maggior temperatura interna reale, ed un maggior consumo di energia elettrica per i ventilatori.

La regolazione può essere semplice, ma è opportuno che il ventilatore si arresti se la temperatura dell'acqua si abbassa a certi valori.

Il grado di prefabbricazione è buono. Le colonne sono ridotte al minimo come nel caso dei pannelli radianti.

Si possono già predisporre i fori per le bocchette con i controtelai, mentre è bene che le bocchette vengano installate all'ultimo momento.

Si può studiare di realizzare in stabilimento la controplafonatura già ancorandovi il termoventilatore se le precauzioni di trasporto degli elementi prefabbricati non ne escludono la convenienza.

Conclusioni.

Da questa breve panoramica sui vari sistemi di riscaldamento degli ambienti si deduce che ogni sistema ha i suoi pro e i suoi contro. Pro e contro che vanno valutati in base a diversi fattori: modi di costruzione, sistemi di prefabbricazione edile, natura degli elementi strutturali esterni, configurazione architettonica e ubicazione dell'edificio, costi di esercizio e di manutenzione, costi d'installazione, ingombri, ecc.

Auspichiamo che dagli Enti e dai Committenti in genere vengano ristudiati quindi i capitoli alla luce delle odierne possibilità, non aggiungendo più o meno raffazzonatamente innovazioni tecniche dettate da allegre pubblicità, ma prima

di tutto sfrondando il vecchiume intralciante una buona progettazione.

I nostri vecchi avevano fatto dei capitoli partendo da zero con grande competenza, oggi occorre rifarli con lo stesso grado di competenza e ciò, già per quanto riguarda le costruzioni tradizionali, dappoichè in ultima analisi il « prefabbricato » non è che una limitazione alla possibilistica del « tradizionale ».

Auspichiamo quindi che pretese e capitoli vengano redatti in modo tale da lasciare al progettista, che caso per caso penetra lo sguardo nelle strutture con l'occhio del realizzatore e della garanzia tecnico-funzionale, l'espressione della sua mente di tecnico competente convinto di ciò che realizza in quanto l'ha creato, partendo dal punto di vista dell'onestà di tutti.

È cosa avvilente vedere un tecnico fare acrobazie per soddisfare i capricci burocratici, di cui tutti (committenti compresi) sovente ignorano le origini, ma che purtroppo... « stanno scritti »!!

Auspichiamo ancora un contatto stretto e sincero, tecnicamente puro, tra architetti, costruttori e progettisti impiantisti.

Si studi, si faccia, si provi, si rifaccia, si soffra e avremo il godimento di un progresso chiaro ed efficiente.

Problemi acustici nell'edilizia prefabbricata

Gino Sacerdote*

I problemi che interessano l'acustica delle costruzioni in genere riguardano anche quella particolare tecnica costruttiva che è l'edilizia industrializzata o prefabbricata.

In questa relazione si accenna ad alcuni problemi particolari dell'edilizia industrializzata; si tralascia quindi di ricordare tutte le leggi di carattere generale che riguardano l'isolamento, i parametri che la governano, l'economicità delle strutture e via dicendo, questioni tutte che si trovano ormai abbondantemente trattate in numerose opere di acustica ambientale e che rappresentano il risultato di un grandissimo numero di determinazioni sperimentali, sia in laboratorio, sia in opera.

Particolare dell'edilizia industrializzata è il fatto che in molti casi si tratta di insiemi di costruzioni anche molto estesi, per cui al problema puramente costruttivo si può aggiungere un problema di natura urbanistica.

In altre parole si devono considerare nel gruppo dei problemi acustici quelli che derivano dalla viabilità interna ed adiacente del quartiere, dalla distanza dei vari edifici fra loro, dalla disposizione delle autorimesse, dalla pendenza d'eventuali rampe di accesso. Spesso questi quartieri sorgono alla periferia della città, in vicinanza di strade di grande comunicazione o di autostrade o di ferrovie. La previsione dei rumori di traffico che provengono dall'esterno dell'abitato inteso come blocco di edifici ed i rumori che provengono dall'interno

dell'abitato stesso devono essere oggetto di particolare ricerca, da associarsi a tutte le altre di carattere tecnico quali illuminazione, trasmissione del calore, ecc. per poter conseguire il miglior risultato.

Per quanto riguarda il traffico esterno vi sono regole, diagrammi, calcoli che consentono di prevedere la rumorosità in funzione del numero di veicoli che transitano ogni ora, della loro velocità media, del rapporto fra veicoli pesanti e autoveicoli, della distanza dell'edificio del piano stradale.

Qualora si desideri una previsione diretta è necessario ricorrere ad una misura di carattere statistico, che stabilisce un livello equivalente di rumore L_q , dato dalla seguente relazione:

$$L_q = 10 \log \sum_i \frac{t_i}{T} \frac{L_i}{10}$$

Ove t_i è il tempo durante il quale il livello di rumore misurato per un periodo di tempo T supera un determinato livello sonoro L_i .

Senza entrare in particolari, ma prospettando semplicemente il problema, nel pianificare un vasto insieme di edifici si tenga conto del fluire del traffico anche interno, che con la diffusione degli autoveicoli sarà sempre più intenso anche in quartieri di edilizia popolare.

Un secondo aspetto non tecnico che è bene ricordare, perchè molte volte è trascurato, è la grande importanza che il regolamento di condominio, in questo caso il regolamento di quartiere, ha nel

(*) Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris ».

contribuire al conforto acustico imponendo nell'interesse di tutti alcune limitazioni.

Questi blocchi di costruzioni sono costruiti in genere stabilendo appalti e disciplinari di gara: a opera terminata si deve procedere al collaudo.

È quindi indispensabile una specificazione esatta, precisa, inequivocabile, quantitativa delle caratteristiche acustiche che devono presentare vari elementi o strutture: bisogna sempre basarsi su dati non qualitativi.

Per esprimere questi dati è indispensabile ricorrere ad una normalizzazione precisa, sancita da una lunga esperienza; è anche importante ricorrere ad una terminologia appropriata che eviti qualsiasi possibile equivoco.

Si pongono quindi le questioni dell'eventuale necessità di misure in laboratorio su prototipi, dello studio della relazione che vi è fra misura in laboratorio ed in opera, dell'esame del campionamento necessario per il collaudo acustico in edifici costruiti.

Soprattutto è importante negli appalti che i requisiti acustici siano coordinati con altri requisiti di carattere termico, ecc.; si deve evitare l'errore, che si ha avuto occasione di constatare, di stabilire con precisione la struttura di un determinato elemento (ad es. le strutture orizzontali devono essere costituite di perret, il pavimento deve essere costituito da piastrelle di plastica indurita): stabilita la struttura è automaticamente determinato anche il valore possibile della rumorosità per calpestio: quindi non si può esigere un'indice di rumorosità troppo basso, che la natura della struttura non consente di conseguire.

L'«indice di valutazione» è dedotto da dati sperimentali e presenta il grande vantaggio che qualunque specifica può essere espressa con un numero solo, che riassume in sé tutto un insieme di caratteristiche.

Anche per la prefabbricazione si hanno strutture particolarmente isolanti, sebbene più costose: negli edifici a struttura metallica occorre tener

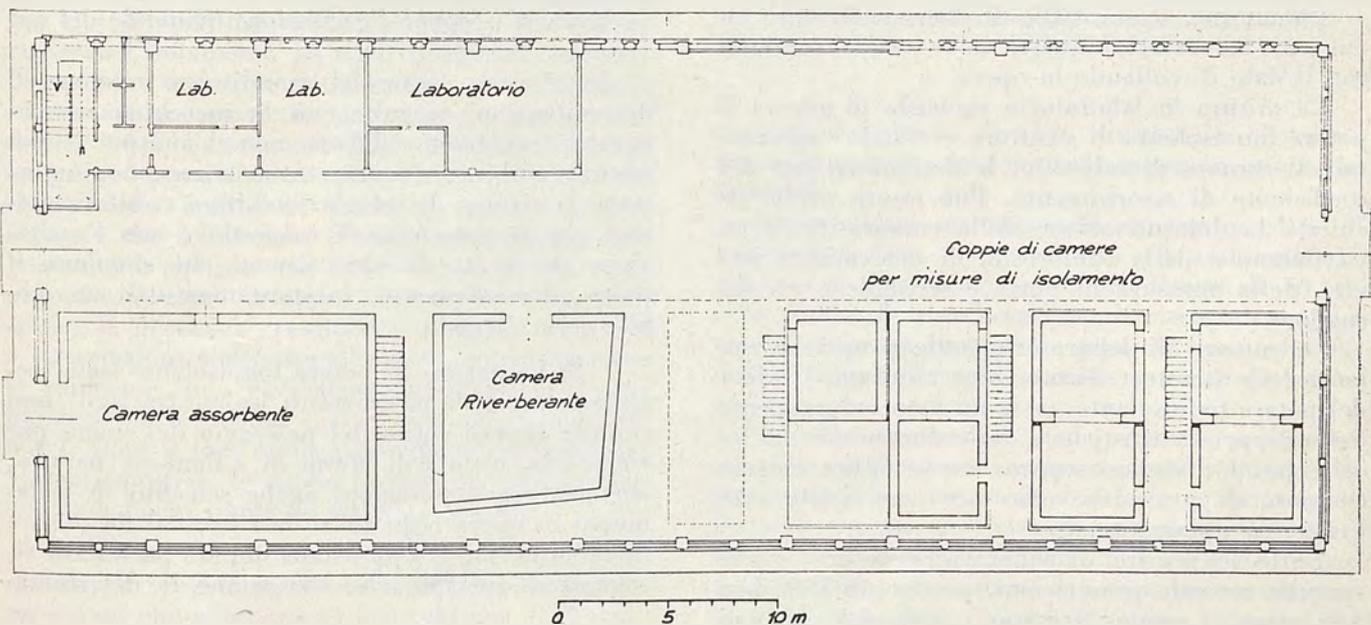
presente la necessità di un collaudo vibrometrico che non si può considerare strettamente acustico ma è in stretta relazione con questo. Si è avuto occasione di constatare che un impianto di condizionamento posto ai piani superiori di un grande edificio, e non correttamente isolato, provoca tutto un insieme di vibrazioni che a dir poco risultano molto fastidiose.

Edifici a struttura leggera prefabbricata ospitano frequentemente sistemi meccanografici che possono essere fonte di vibrazioni le quali in particolari condizioni di risonanza possono dar luogo a non pochi inconvenienti.

Si è accennato precedentemente all'importanza di appoggiare qualsiasi appalto o collaudo ad una ben precisa normativa: nel campo dell'acustica ambientale ci si può basare in genere sulle raccomandazioni ISO, le quali raccolgono il frutto dell'esperienza di tecnici e ricercatori di molte Nazioni: queste raccomandazioni sono emesse dopo lunga elaborazione e discussione, alla quale portano il loro contributo anche i nostri tecnici, i quali fanno presenti le necessità relative alle nostre condizioni ambientali e ai nostri tipi di costruzioni. Basandosi sulle raccomandazioni ISO, nei limiti del possibile, vengono stabilite norme UNI e C.N.R. che in genere introducono alcune varianti od estensioni alle ISO, mantenendosi compatibili con queste. Queste raccomandazioni nazionali sono un elemento di riferimento: il Ministero dei Lavori Pubblici ha già emesso nel 1966 la circolare 1769, avente per oggetto i criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie.

Questa circolare, eventualmente ritoccata, se sarà necessario potrà essere trasformata in disposizione di legge.

L'importanza fondamentale di una normativa nell'edilizia in genere, e in quella prefabbricata in particolare, è stata messa in grande evidenza nel campo dell'edilizia prefabbricata scolastica, per la quale per la prima volta l'ISES ha stabilito



Istituto Elettrotecnico Nazionale « G. Ferraris ». - Pianta del nuovo Padiglione di Acustica Ambientale.

un preciso capitolato per i requisiti acustici: l'evoluzione in questo campo è stata rapida e costante: dalle prime costruzioni eseguite senza un preciso capitolato, con risultati a volte scadentissimi che provocavano proteste da parte di insegnanti e direttori didattici, si è giunti alle odierne costruzioni che si possono ritenere del tutto soddisfacenti; al tempo stesso con le conoscenze dovute acquisire per rispondere ai requisiti imposti i costruttori sono diventati capaci di soddisfare con successo anche esigenze più severe di quelle attuali.

Sorge sempre per la questione delle specificazioni il problema se sia necessario o utile richiedere in una gara d'appalto dati di laboratorio su campioni ed al tempo stesso il collaudo in opera.

Si premette che il collaudo in opera è l'elemento decisivo nella valutazione delle proprietà acustiche dell'edilizia, quindi determinante ai fini della sua accettazione. Pertanto restando al costruttore la responsabilità del risultato finale, è necessario richiedere in capitolato la misura in laboratorio su un campione di determinate dimensioni. A stretto rigore non dovrebbe essere necessario, ma, specialmente nella prefabbricazione leggera, non è raro il caso di divisori aventi un peso molto basso, dall'ordine di 20-30 kg/m², i quali presentano un potere fonoisolante molto elevato, paragonabile a quello di una struttura pesante omogenea del peso anche 5-7 volte maggiore. Alcune strutture anche pesanti, con alveoli ripieni di materiale assorbente, possono presentare minor isolamento. Non si può in genere prevedere il potere fonoisolante di una struttura che non sia particolarmente semplice, quindi la richiesta di dati di laboratorio può essere utile per indicare possibilità di soddisfare ai requisiti richiesti, quindi un ausilio a chi deve giudicare: dovrebbe essere soprattutto il concorrente a presentare nel proprio interesse dati di laboratorio, che possono offrire una prima garanzia delle caratteristiche acustiche della costruzione.

Comunque, se si ritiene di dover richiedere un dato di laboratorio, questo deve essere coerente con il dato di collaudo in opera.

La misura in laboratorio riguarda in genere il potere fonoisolante di strutture verticali e orizzontali, il rumore di calpestio, la determinazione del coefficiente di assorbimento. Può essere anche richiesta la determinazione della rumorosità di un pavimento e della rumorosità di determinati servizi, della chiusura di porte e serrande e via dicendo.

Le misure di laboratorio sulle proprietà isolanti delle strutture danno come risultato il valore del potere fonoisolante, ossia un dato indipendente dalle proprietà acustiche e dalle dimensioni dei locali che il divisorio separa: un semplice calcolo consente di prevedere caso per caso quale sarà l'effettivo isolamento.

Tutte le misure di laboratorio devono essere eseguite secondo prescrizioni, per lo più ISO, ben determinate: sono necessari ambienti speciali aventi proprietà acustiche particolari: in genere

camere riverberanti o assorbenti. Il laboratorio di Acustica dell'I.E.N. Galileo Ferraris di Torino ha fin dal 1935 un insieme di ambienti speciali che hanno consentito centinaia di misure. È stato progettato e, in vista del trasferimento dell'Istituto, è di prossima costruzione un nuovo laboratorio di acustica ambientale, nel quale le misure potranno essere eseguite con maggior speditezza, essendo stato considerato con particolare cura il problema dei trasporti interni, soprattutto delle strutture pesanti. Secondo nuove raccomandazioni i pavimenti verranno costruiti a piè d'opera e sistemati fra due camere riverberanti sovrapposte, con la possibilità di togliere la copertura della camera superiore per consentire la sistemazione del pavimento tra le due camere.

I problemi che possono interessare la misura sono essenzialmente i seguenti:

1) È molto importante nel caso del prefabbricato conoscere l'isolamento delle facciate: si tratta di relazioni di livelli sonori fra ambienti chiusi ed ambienti aperti, che tengano conto della distanza dalla sorgente e dell'angolo di provenienza del suono. La tradizionale misura tra camere riverberanti non è del tutto realistica. Nel nuovo laboratorio è prevista una facciata che può essere smontata e ricostruita, di fronte alla quale, in uno spazio aperto libero, si potrà sistemare la sorgente convenzionale di rumore. Si potrà così controllare ad esempio l'influenza di balconate e di altre strutture.

2) Non poche critiche ha portato con sé l'adozione della macchina di calpestio normalizzata, ben nota e costruita su scala industriale: il rumore prodotto da questa macchina non corrisponde al rumore provocato da passi. Presso il C.S.T.B. (1) si è costruita una particolare macchina che imita in modo fedele i passi di una persona, anche con scarpe di tipo diverso. Cremer, dell'Università di Berlino, propone di sostituire la macchina con un dispositivo elettromagnetico con massa minore battente con ritmo maggiore.

Laubert propone l'eccitazione sinoidale del pavimento.

Se si tiene conto del grandissimo numero di determinazioni eseguite con la macchina normalizzata, ampiamente diffusa, non si può per il momento cambiare sistema; tuttavia sarebbe importante la ricerca di correlazioni fra i risultati ottenuti con la macchina di calpestio e con l'eccitazione provocata da altri sistemi che simulano il passo, il rotolamento, lo spostamento di un mobile e via dicendo.

3) Le misure di potere fonoisolante sono eseguite tra camere riverberanti isolate fra loro: non si tiene quindi conto del passaggio del suono per via solida, ossia dell'effetto di « flanking paths », che provoca diminuzioni anche sensibili di isolamento in opera rispetto ai dati previsti da misure di laboratorio. È opportuno quindi prevedere sistemazioni speciali, che consentano la determina-

(1) V. nota a pag. 93.

zione dell'isolamento tenendo conto di questo effetto. Sono stati proposti a questo scopo metodi di autocorrelazione.

4) Nella prefabbricazione punto debole per l'isolamento può essere il giunto; nei limiti del possibile è sempre opportuno eseguire una misura tra elementi composti che quindi comprendano uno o più giunti.

5) In determinati casi si desidera che alcuni ambienti offrano una grande riservatezza che si ottiene imponendo particolari requisiti di isolamento: un esempio può essere una camera di consiglio nella quale si vuole essere al sicuro dalle indiscrezioni di persone che possono ascoltare nelle vicinanze del divisorio di una camera adiacente.

Sono necessarie allora particolari misure considerando anche il caso di vibrazioni e ponendo il microfono nelle immediate vicinanze del divisorio. In questi casi la doppia parete, o una parete molto leggera ma elasticamente separata dalla parete principale, può eliminare l'inconveniente: questo si deve poter constatare da una misura diretta.

6) In molti edifici prefabbricati si richiede un soffitto assorbente per creare un confort acustico in ambienti quali aule scolastiche, sale per conferenze, uffici. Questo si ottiene molte volte con controsoffitti assorbenti: per necessità costruttive (sistemazioni di tubi, canali di aerazione, ecc.) il divisorio fra stanza e stanza giunge appena all'altezza del controsoffitto. Quando esiste una via di comunicazione del suono attraverso l'intercapedine del controsoffitto, si rende necessario un particolare tipo di misura fra camera e camera, che consente la determinazione di questa perdita di isolamento e la constatazione dell'efficienza di particolari accorgimenti per evitarla, siano tappeti pesanti sopra il controsoffitto, siano materiali assorbenti che prolungano idealmente verso l'alto il divisorio.

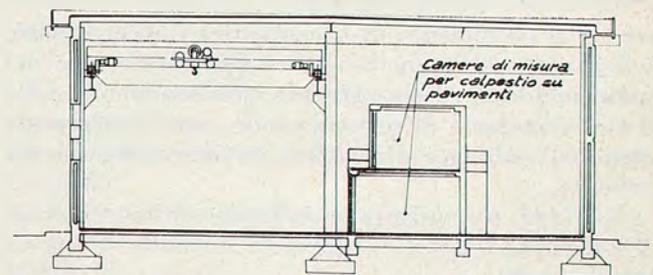
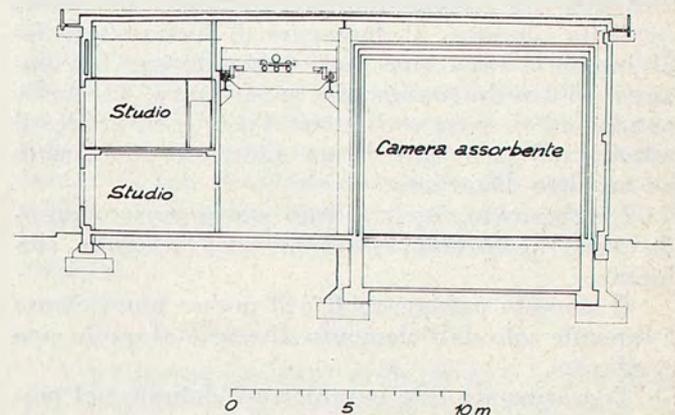
7) Ultima indagine alla quale si accenna è quella su modelli a scala ridotta, molto importante quando si tratta di esaminare gli effetti su particolari tipi di strutture molto complesse. Per quanto riguarda l'isolamento gli studi su modelli sono relativamente scarsi; si tratta tuttavia di un capitolo che si ritiene particolarmente importante e che merita tutta l'attenzione degli studiosi. Per ora hanno avuto particolare sviluppo gli studi sull'efficienza delle cosiddette «barriere sonore», ossia di muri che schermano il suono proveniente dall'esterno, e che possono essere ingentiliti da rampicanti o alberate adiacenti. Nel caso di blocchi di edifici la necessità eventuale di centrali termiche o sottostazioni elettriche all'aperto, particolarmente rumorose, può richiedere l'adozione di queste barriere che in alcuni casi si dimostrano molto efficaci. Dato il loro costo e la difficoltà di una previsione analitica, lo studio su modello può presentare non pochi punti di interesse pratico.

Esaminati alcuni aspetti delle misure in laboratorio, si apre la questione di fondamentale importanza: che relazione vi è tra misura di laboratorio e misure in opera.

Una differenza nei risultati può essere dovuta ad errori o di progetto o di messa in opera. Supposto che la messa in opera sia molto accurata fra misure di laboratorio ed in opera si presentano differenze che dipendono sostanzialmente da:

- a) dimensioni delle pareti;
- b) trasmissione per via solida;
- c) trasmissione attraverso finestre e porte;
- d) trasmissione attraverso installazione (tubi, condotti, ecc).

Senza entrare nei particolari di tutte queste cause si può indicare un dato di massima: l'isolamento in opera ha un «indice di valutazione» inferiore di 5-12 dB mediamente, quando sono rispettati tutti i dati del progetto che deve ritenersi



corretto dal punto di vista acustico, e al tempo stesso si ammette una corretta messa in opera dei materiali.

È necessario osservare che questa perdita di isolamento deve essere riferita ad ambienti che abbiano un assorbimento standardizzato di 10 m^2 , o un tempo di riverberazione di circa 0,5 sec. La misura deve essere corretta tenendo conto dell'effettivo tempo di riverberazione per consentire un confronto.

Il collaudo acustico non presenta particolari difficoltà, può essere eseguito rapidamente, è di costo senz'altro molto modesto. La questione da definire quando si tratta di complessi di edifici molto vasti è dove e quante misure è necessario eseguire, dovendosi ritenere sufficiente un campionamento per poter definire che tutto il complesso risponde ai requisiti richiesti.

In assenza di specificazioni precise nei capitoli, sarà l'esperienza del collaudatore a stabilire il numero e il luogo dei punti di misura.

Concludendo si può ricordare che la costruzione prefabbricata può presentare alcuni particolari aspetti del problema acustico e che si deve cercare di conseguire un ragionevole conforto an-

che sotto questo punto di vista, poichè abitazioni anche popolari devono offrire quelle condizioni per il riposo che sono particolarmente necessarie al lavoratore, mentre altri ambienti, verso i quali si volge l'edilizia industrializzata, scuole, uffici, ecc., questo conforto acustico lo richiedono come elemento indispensabile per la loro funzionalità.

L'isolamento acustico nell'edilizia prefabbricata

Giuseppe Antonio Pugno - Orlando Grespan*

È noto che l'attitudine di un elemento di separazione tra due ambienti ad opporsi alla trasmissione del suono aereo viene caratterizzata da due parametri: il primo è l'isolamento acustico I espresso, in dB , dalla differenza tra i livelli sonori a monte e a valle dell'elemento stesso. Esso corrisponde alle misure che si conducono in opera; presenta, dunque, il vantaggio di interpretare fedelmente la situazione reale fornendo esso la riduzione di livello sonoro che la struttura, in quelle condizioni di posa e di stato d'uso, è in grado di attuare nel passaggio da un ambiente disturbato ad un altro disturbato.

L'isolamento, inoltre, può essere variato agendo sulle proprietà assorbenti del secondo ambiente.

Il secondo parametro R è il potere fonoisolante e dipende solo dall'elemento divisorio al quale esso è riferito.

Teoricamente tale parametro è definito nel modo seguente:

$$R = 10 \log \frac{1}{t} = 10 \log \frac{J_i}{J_t}$$

ove t è il coefficiente di trasmissione dell'elemento, J_t e J_i sono le intensità del suono trasmesso e del suono incidente. Esso coincide, qualora siano escluse vie secondarie di propagazione, con l'isolamento quando l'ambiente disturbato sia integralmente assorbente.

Per una sua misura è indispensabile ricorrere all'isolamento acustico corretto secondo l'espressione seguente:

$$R = I + 10 \log \frac{S}{A}$$

essendo S la superficie dell'elemento in prova ed A l'assorbimento dell'ambiente disturbato.

Per definizione, dunque, il potere fonoisolante coincide con l'isolamento quando la propagazione del suono interessa soltanto il divisorio in esame e quando le proprietà assorbenti del locale disturbato siano scelte in modo tale per cui l'assorbimento A assuma il valore dell'omogenea grandezza S .

Entrambi i parametri forniscono dati utili: il primo, da misurarsi in opera, esprime l'efficienza effettiva dell'installazione nelle condizioni ambientali che corrispondono a quelle reali di utilizzazione; il secondo, da valutarsi in laboratorio, of-

fre una risposta più esauriente sul comportamento del tramezzo, e quindi è di carattere più generale.

Dal loro confronto si possono trarre utili indicazioni sul modo con cui è stata effettuata la posa in opera, sulla presenza di eventuali ponti acustici ed in generale di vie secondarie, sempre escluse in prove di laboratorio.

L'esperienza informa che per elementi divisorii semplici ed omogenei quali sono o a cui possono ricondursi le pareti ed i solai utilizzati nell'edilizia prefabbricata pesante, il potere fonoisolante e quindi l'isolamento dipendono dalla massa sull'unità di area frontale e dalla frequenza del suono.

Tale dipendenza è confermata in generale dalle prove condotte presso alcuni cantieri di edifici realizzati con i sistemi di prefabbricazione pesante i cui risultati vengono qui appresso riportati. Le misure sono state effettuate seguendo le norme che prevedono l'uso di un battitore normalizzato per la creazione del campo sonoro aereo e di un misuratore di livello sonoro con filtri a bande di ottava.

Le prove all'isolamento aereo sono state eseguite sia su pareti divisorie sia su solai di varia costituzione.

I risultati si riferiscono a sei cantieri di edilizia residenziale media popolare di cui qui si forniscono le caratteristiche costruttive:

Cantiere 1: realizzato con il sistema Costamagna i cui solai prefabbricati sono di tipo tradizionale a nervature con blocchi in laterizio di altezza 16 cm, cui si aggiungono uno strato di calcestruzzo di 4 cm di spessore, il sottofondo di 3 cm e il pavimento di graniglia di 2 cm di spessore; le pareti divisorie sono pannelli di calcestruzzo armato alleggeriti da due strati interni di laterizio di spessore 5 cm ciascuno. Lo spessore complessivo è di 20 cm.

Cantiere 2: realizzato con il sistema Baretts i cui solai, pur essendo prefabbricati in pannelli, sono di tipo tradizionale analoghi ai precedenti con l'unica variante del tipo di pavimento che anzichè in graniglia è in plastica incollata di 1,6 cm di spessore. Lo spessore finito del solaio risulta di 24 cm. Le pareti divisorie, oggetto della misura, sono costituite da lastre monolitiche di calcestruzzo di 14 cm di spessore.

Cantiere 3: prefabbricato con il sistema Baretts i cui solai sono costituiti da lastre in calcestruzzo armato di spessore 14 cm, da un cartone

(*) Istituto di Scienza delle Costruzioni della Facoltà di Architettura di Torino.

talcato-sugherato di 3 mm di spessore, da un sottofondo in calcestruzzo di spessore 5 cm e da un pavimento in legno di spessore 1 cm. Le pareti divisorie sono pannelli omogenei in calcestruzzo armato di 20 cm di spessore.

Cantiere 4: i cui solai sono realizzati in pannelli omogenei prefabbricati di calcestruzzo di 19 cm di spessore cui sono stati sovrapposti un foglio di sughero di spessore 2 mm ed un pavimento in linoleum di spessore 3 mm. Pannelli omogenei di calcestruzzo armato di 14 cm di spessore costituiscono le pareti divisorie.

Cantiere 5: i cui solai sono costituiti da lastre di calcestruzzo armato di 15 cm di spessore cui è stato sovrapposto un pavimento incollato di linoleum di 0,2 cm di spessore. Le pareti divisorie sono lastre omogenee di calcestruzzo armato di 15 cm di spessore.

Cantiere 6: i cui solai sono di tipo tradizionale a blocchi in laterizio e nervature in calcestruzzo armato di spessore 16 + 2 cm con sovrapposto un pavimento in linoleum direttamente incollato di 0,2 cm di spessore. Le pareti sono realizzate in blocchi di laterizio e nervature in c. a. verticali con collegamenti orizzontali di spessore 14 cm.

I rilievi permettono di fare le seguenti considerazioni sull'isolamento aereo di solaio.

Per il cantiere 1 l'indice di isolamento alla frequenza di 500 Hz assume il valore di 36 dB. La ripartizione spettrale rivela nei confronti della spezzata limite isolamenti insufficienti alle basse e medie frequenze.

Per il cantiere 2 l'indice di isolamento è di 42,3 dB con un netto miglioramento rispetto al caso precedente, pur trattandosi di struttura analoga.

Per il cantiere 3 si avvertono gli effetti benefici dovuti alla notevole massa della struttura. L'isolamento cresce in modo uniforme di circa 6 dB per ottava. L'indice assume il valore di 42,5 dB.

Per il cantiere 4 si ha la conferma dell'importanza della massa sull'isolamento il quale nello spettro delle frequenze più interessanti denuncia tuttavia un decadimento a 1000 Hz.

Per il cantiere 5 la minor massa sull'unità di area frontale riduce l'indice di isolamento rispetto ai casi 3 e 4 pur mantenendo il suo valore (41 dB) in ottima posizione.

Per il cantiere 6 ove è stato impiegato, come detto, un solaio prefabbricato con un ridotto strato di calcestruzzo, si rileva un indice di 36 dB.

Si può concludere, alla luce di questi dati, che l'adozione del solaio in calcestruzzo pieno con spessori compresi tra 15 e 20 cm complessivi consente di arrivare e superare facilmente il valore di 42 dB al quale può farsi corrispondere il grado di isolamento superiore. In generale ciò significa un aumento di circa 6 dB rispetto agli isolamenti offerti dai solai misti tradizionali.

In riferimento all'isolamento posseduto dalle pareti divisorie gli alloggi, si possono fornire per ciascun cantiere visitato le seguenti indicazioni.

Nel cantiere 1 la struttura esaminata è una parete non omogenea costituita da strati alterni di calcestruzzo e laterizio. L'isolamento, sempre riferito a 500 Hz, perviene al valore di 46 dB rivelando ottime caratteristiche di attenuazione. L'andamento della curva sperimentale (isolamento-frequenza) informa che l'elemento è meno efficace alle medie frequenze.

I cantieri 2, 3, 4 e 5, adottando pareti omogenee in calcestruzzo armato, si classificano con valori pressochè uguali (44,1; 45,25; 44; 45,75). Le diverse modalità di posa, le diverse condizioni vincolari, la presenza di giunti verticali assai frequenti in questi tipi di parete, possono determinare valori di isolamento non sempre classificabili secondo lo spessore. Per questo motivo in alcuni casi si sono riscontrate delle anomalie di comportamento di entità non prevedibile; anomalie che tuttavia non impediscono di confermare l'ottimo isolamento aereo offerto da questo tipo di edilizia.

Un cenno particolare deve essere fatto alla struttura del cantiere 6 consistente in una muratura di laterizio in cui sono annegati, con funzione portante, pilastri in calcestruzzo. L'indice d'isolamento di tale divisorio pari a 38 dB, appena superiore al grado normale, è più vicino ai valori che competono, per quello spessore, ai muri in laterizio.

I parametri ricordati nulla dicono in relazione alla trasmissione di rumori di urto. Essa trova viceversa nel valore del livello sonoro, letto nell'ambiente sottostante alla struttura assoggettata alla prova di calpestio, la sua grandezza più idonea a caratterizzarla.

La resistenza alla trasmissione dei rumori d'urto è di natura diversa rispetto a quella relativa ai rumori aerei. È ovvio quindi che diversi devono essere i mezzi predisposti per la loro attenuazione.

Le prove di isolamento al calpestio, svolte presso gli stessi cantieri e sugli stessi elementi strutturali già considerati, ma a volte con pavimenti e sottofondi diversi, hanno fornito i seguenti valori degli indici:

Cantiere 1: indice 87,4 dB con pavimento in graniglia.

Cantiere 2: indice 89,2 dB con pavimento in plastica.

Cantiere 3: indice 73,5 dB con pavimento in graniglia e 75 dB con pavimento in legno.

Cantiere 4: indice 70 dB con pavimento in legno e 68,5 dB con pavimento in linoleum.

Cantiere 5: indice 80 dB con pavimento in linoleum e 84,75 con pavimento in grès.

Cantiere 6: indice 95,75 con pavimento in graniglia e 91,5 con pavimento in linoleum.

Il quadro dei risultati, ottenuti tutti in cantieri ove non era stato predisposto alcun dispositivo

specificatamente attenuatore i rumori d'urto, è in generale decisamente negativo.

Dalle 10 prove solo tre hanno fornito risultati accettabili perchè compresi tra valori di grado normale (ad es. 74 dB) e di grado superiore (ad es. 68 dB).

Ciò sta a confermare, se pure ve ne fosse bisogno, la indispensabilità di specifici interventi quale il solaio galleggiante. Questo, pur non essendo inseribile in un ciclo di prefabbricazione totale che preveda la costruzione a piè d'opera dell'orizzontamento completo, dall'intonaco di intradosso al pavimento sull'estradosso, trova spazio nelle soluzioni di prefabbricazione non integrale.

In queste soluzioni la struttura portante può infatti essere realizzata in una lastra di calcestruzzo armato di spessore di 14÷15 cm notevolmente inferiore a quello dei solai tradizionali in blocchi di laterizio. Il guadagno di spessore che ne consegue corrisponde alla necessità di ingombro di un buon massetto ripartitore e strato cedevole di un pavimento galleggiante.

Dalla esposizione di questi risultati si rileva che nell'ambito dell'edilizia prefabbricata pesante, il problema di isolamento acustico trova già una definitiva e soddisfacente risposta per i rumori aerei, mentre per quelli ad urto rimane ancora parzialmente aperto ma con fondate speranze di prossime ed agevoli soluzioni.

Comportamento termico delle pareti prefabbricate

Alfredo Sacchi *

Generalità.

Lo sviluppo dell'abitazione civile dai tempi remoti fino all'inizio del presente secolo se ha subito degli importanti sviluppi sotto il profilo della utilizzazione degli spazi disponibili, non ha invece sostanzialmente modificato le tecniche costruttive. È dapprima con l'avvento del calcestruzzo e successivamente con la scoperta di nuovi prodotti industriali impiegabili come materiali da costruzione, che si è iniziato un processo tendente a separare gli elementi costruttivi aventi compiti diversi: le funzioni statiche affidate al calcestruzzo, quelle di rivestimento a questi moderni materiali.

È evidente che ogni nuova tecnologia ed ogni nuovo prodotto necessitano di un adeguato studio e di una sufficiente esperienza prima che si possa definire una tecnica costruttiva con sufficienti garanzie di affidabilità.

Purtroppo in alcuni casi questa procedura è stata trascurata ovvero i molteplici aspetti e requisiti funzionali dei nuovi elementi costruttivi sono stati sperimentati solo in parte ottenendo di conseguenza nelle applicazioni risultati a volte poco soddisfacenti ed in alcuni casi talmente negativi da pregiudicare persino la possibilità di utilizzare l'intera opera.

D'altra parte i fenomeni termici ed igrometrici sono inizialmente meno evidenti e di più complessa espressione analitica e provocano danni meno gravi ed appariscenti di errate valutazioni statiche.

Per questo i problemi relativi a tali fenomeni sono stati a volte trascurati o lasciati risolvere da tecnici non adeguatamente qualificati.

È conveniente effettuare un breve panorama dei requisiti termici delle pareti degli edifici, requisiti necessari per qualsiasi tipo di soluzione costruttiva, ma di particolare interesse per le costruzioni prefabbricate perchè in esse è più facile essere trascinati verso le soluzioni difettose.

Requisiti di confortevolezza ambientale.

Sarebbe troppo lungo, e sotto certi aspetti ancora controverso, elencare ed esprimere in termini numerici i requisiti di un ambiente confortevole essendo svariati, interdipendenti e a volte soggettivi i fattori che contribuiscono a tale scopo.

Per quanto in questo problema ha ripercussione sulle caratteristiche termiche delle pareti, si può ritenere che le condizioni di benessere fisiologiche si ottengano per temperature dell'aria comprese fra 20 e 26 °C (il minimo nella stagione invernale ed il massimo in quella estiva) con uniformità da punto a punto della zona utile di ± 1 °C, pareti a temperature di pochi gradi differenti dalla temperatura dell'aria e variazioni termiche nell'arco della giornata di pochi gradi.

È da evitare l'irraggiamento solare diretto, soprattutto se avviene in zone permanentemente occupate da persone in quanto esso da un lato fornisce un apporto termico notevole (fino ad 800 W/m² e dall'altro può subire nel tempo variazioni molto rapide.

La velocità dell'aria deve essere dell'ordine di qualche decimetro a secondo per non arrecare fastidio.

Al fine di ottenere un ambiente sufficientemente confortevole si può operare o costruendo in maniera appropriata l'involucro dello stesso o operando a mezzo di un opportuno impianto di acclimazione. La corretta scelta della soluzione costruttiva da adottare dovrebbe, come in ogni campo, essere conseguente ad una indagine di ottimizzazione dei costi di costruzione e gestione, fermo restando il requisito fondamentale della confortevolezza ambientale in funzione della destinazione dell'ambiente stesso. Da una simile valutazione ci si accorgerebbe come alcune soluzioni adottate non solo non presentano le caratteristiche essenziali di abitabilità, ma neppure i costi sono stati presi in esame per stabilire un criterio di scelta.

Requisiti fondamentali delle pareti degli edifici.

Stabilite le caratteristiche di un ambiente confortevole e riscontrato che il nostro clima subisce

(*) Istituto di Fisica Tecnica - Politecnico di Torino.

variazioni termiche giornaliere e stagionali nettamente superiori a quelle richieste per garantire le condizioni di benessere, le pareti dell'edificio si configurano come elementi di protezione dalle intemperie e dai rigori del clima.

In questa valutazione vanno tenute presenti sia le condizioni invernali che quelle estive anche se, in locali di abitazione nei quali la produzione di calore e freddo rispettivamente in estate ed in inverno è trascurabile come avviene nelle costruzioni di carattere residenziale, sostanzialmente in entrambi i casi si viene ad approdare a conclusioni equivalenti.

Possiamo ora esaminare alcuni dei parametri che conviene tenere presenti nella scelta delle soluzioni costruttive delle pareti di un edificio e che hanno ripercussione sulle caratteristiche di confortevolezza dell'ambiente che delimitano.

Rapporto superfici vetrate-superfici totali esterne.

Si è già indicata la convenienza di evitare il soleggiamento diretto negli spazi occupati dalle persone e quindi l'esigenza di evitare grandi superfici vetrate o quanto meno di prevedere appropriate schermature esterne. A questa conclusione si giunge anche considerando che i vetri comuni sono molto trasparenti alle alte frequenze delle radiazioni elettromagnetiche (campo del visibile e del vicino infrarosso), ma poco alle frequenze inferiori (lontano infrarosso). La radiazione solare, composta prevalentemente dal primo tipo di radiazioni, penetra quindi integralmente nell'ambiente attraverso la parete vetrata, e scalda gli oggetti in esso contenuti. Questi ultimi in parte scaldano l'aria per convezione ed in parte reirradiano ma con frequenze per le quali i vetri risultano opachi. La conclusione è che sussiste una irreversibilità nella propagazione di tale energia termica con accumulo all'interno dell'ambiente (effetto serra).

Se si esamina inoltre il funzionamento invernale si riscontra che la vantata maggiore luminosità degli ambienti con ampie superfici vetrate viene in effetti ridotta dalla impossibilità di utilizzare gli spazi a loro diretto contatto essendo questi ultimi investiti da un flusso di aria discendente raffreddatosi lambendo la finestra stessa. La superfici vetrate infine disperdono da 5 a 8 ÷ 10 volte quanto trasmesso da una normale parete opaca di pari superficie ed utilizzata in condizioni termiche equivalenti.

Ciò porta ad un maggior onere economico sulla gestione dell'impianto di riscaldamento.

La proporzione che si è rivelata più conveniente di superfici vetrate si aggira intorno al 25 % dell'intera superficie esterna; sono comunque ancora tollerabili valori di tale grandezza fino a 40 ÷ 50 % se si prevedono opportune schermature esterne amovibili e impianti di raffrescamento estivi.

Isolamento delle pareti.

La richiesta uniformità di temperatura dell'ambiente confortevole, sia nello spazio che nel tempo, si realizza proporzionando adeguatamente la inerzia e l'isolamento termici delle pareti.

È noto che in costruzioni molto pesanti come i vecchi castelli e le chiese, all'interno si risentono e anch'esse piuttosto attenuate, solo le variazioni termiche stagionali, mentre in alcune costruzioni leggere con pareti di poche decine di kg/m² di superficie frontale si risentono le perturbazioni esterne con un ritardo di poche ore e nella loro piena ampiezza.

Il sistema costituito dall'ambiente con le sue pareti perimetrali può essere assimilato, in prima e grossolanissima approssimazione, ad una capacità termica separata dall'esterno a mezzo di una struttura isolante termicamente. Appare che quanto maggiori risultano la capacità interna e l'isolamento delle pareti, tanto più stabile e più uniforme si presenta la temperatura dell'ambiente.

Il problema può essere impostato con maggiore rigore e risolto a mezzo di elaboratori elettronici: esistono a questo proposito programmi già compilati che con modesta spesa permettono di rilevare l'andamento nel tempo delle temperature.

Un criterio abbastanza semplice nella scelta delle pareti è quello proposto dalla circolare ministeriale del 21-3-1970 relativa all'edilizia scolastica, che richiede che l'isolamento della parete sia tanto maggiore quanto minore è la sua inerzia termica (e quindi il suo peso) in base alla seguente tabella:

Tabella 1

Valori massimi di trasmittanza termica in funzione della massa superficiale della struttura.

1) Chiusure verticali esterne opache				
M (kg/m ²)	20	50	100	200 e oltre
H (kcal/m ² h °C)	0,43	0,61	0,81	1,09
2) Chiusure orizzontali (o inclinate) di coperture				
M (kg/m ²)	100	200	300	e oltre
H (kcal/m ² h °C)	0,6	0,81	1	

Sotto un profilo di carattere economico computando spese di impianto e di gestione, relative al solo periodo invernale, alcuni calcoli attualmente in fase di elaborazione, hanno stabilito che la soluzione più vantaggiosa corrisponde ad un isolamento delle pareti maggiore di quanto stabilito dalla anzidetta norma e pari per strutture in muratura o calcestruzzo a 4 ÷ 5 cm di lana di vetro o minerale ed eventuale soppressione della attuale intercapedine d'aria. La considerazione del costo dell'inquinamento e dell'accrescimento degli spazi utili farà probabilmente aumentare ancora tale spessore ottimo.

Nel caso delle strutture industrializzate un elemento di particolare importanza è costituito dalla zona di pannello nella quale, per motivi strutturali, ne viene variata la costituzione ricorrente. Ciò avviene in prossimità di giunti, ancoraggi, aperture, ecc. In tale zona l'isolamento termico generalmente operato con materiali di basse densità e resistenza meccanica viene ridotto e a volte soppresso (ponte termico): l'aumento della dispersione e la disuniformità di distribuzione del flusso termico che ne conseguono possono essere anche rilevanti, ma il maggiore inconveniente deriva dalla ridotta temperatura della superficie in-

terna in prossimità della zona considerata con possibilità di condensazione del vapor acqueo e formazione di muffa.

Alcuni ingegnosi accorgimenti sono stati attualmente adottati per ridurre al minimo o addirittura eliminare ogni forma di ponte termico.

Ventilazione.

Molte pareti utilizzate nella edilizia industrializzata sono costituite da componenti a bassa permeabilità all'aria come ad esempio i laminati plastici, il calcestruzzo, il polistirolo, ecc.

Alla riduzione del ricambio d'aria che ne consegue contribuiscono altresì alcuni tipi di serramenti metallici con elementi elastici di tenuta.

D'altro canto il sovraffollamento di alcuni locali nelle costruzioni popolari, nelle quali la tecnica della prefabbricazione è stata prevalentemente applicata, e la pratica ormai invalsa, per l'accresciuto pulviscolo atmosferico invernale, di asciugare la biancheria entro i locali di servizio hanno infine elevato la produzione specifica di vapore acqueo.

Da questi fattori consegue che l'umidità relativa dell'aria di alcuni ambienti risulta accresciuta con maggiore frequenza dalle già citate condensazioni sulle superfici interne dei giunti dei pannelli e delle zone non sufficientemente isolate.

La costituzione poco assorbente degli strati dei pannelli rivolti verso l'interno, e particolarmente delle attuali tinteggiature, impedisce infine agli altri componenti di effettuare, col loro assorbimento, il volano operato dalle murature in laterizio tinteggiate a calce.

L'artificio per eliminare un simile inconveniente in costruzioni già completate, non essendo ovviamente possibile intervenire sulle pareti, risulta quello di riportarsi ad un corretto valore di ricambio d'aria (da 1 a 1,5 ric/h) estraendo prevalentemente nelle zone servizi (cucine e bagni) dove più elevata è la produzione di vapore acqueo.

Degradazione dei materiali. Infiammabilità.

Tutti i materiali artificiali o naturali subiscono una degradazione nel tempo (invecchiamento) che è agevolata o contenuta secondo particolari condizioni di impiego. È molto importante che i requisiti fondamentali dei materiali utilizzati non subiscano apprezzabili variazioni in tutto il periodo di presunto servizio.

Così va tenuto presente che alcuni materiali plastici si irrigidiscono e diventano fragili col tempo e con le basse temperature, che l'invecchiamento è favorito dalle radiazioni solari, che le fibre minerali se non adeguatamente strutturate si insaccano, e così via.

Altri materiali sono sensibili alla temperatura, anche moderata, a cui sono portati, vedasi ad esempio il polistirolo che fonde a 80 °C circa riducendosi ad un minimo volume, ed altri infine sono infiammabili o addirittura combustibili.

L'uso di tutti i nuovi prodotti va effettuato con perfetta conoscenza del problema applicativo e con buona cognizione di causa al fine di evitare utilizzazioni non perfettamente riuscite o addirittura estremamente pericolose.

Conclusioni.

Il discorso fino a questo punto sviluppato ha avuto come scopo una presentazione di alcuni aspetti molto settoriali sulle caratteristiche delle pareti, sia convenzionali che prefabbricate, in relazione alla condizione di confortevolezza dell'ambiente da queste definito. Tuttavia è necessario convincersi che la edilizia per la sua vastità di soluzioni, di interessi e di materiali utilizzati, non può più essere dominio esclusivo di un generico tipo di ingegnere od architetto.

Le incidenze economiche, vuoi relative vuoi assolute, dei vari elementi costruttivi (strutture, pareti, impianti ecc.) richiedono che, almeno per i complessi di un certo impegno, più componenti specialistiche intervengano e collaborino già dalle fasi iniziali del progetto portando il loro contributo di idee e di esperienze prima che la scelta di una soluzione pregiudichi in maniera irrevocabile la funzionalità dell'opera.

Così accanto all'architetto e allo strutturista, che attualmente esaminano rispettivamente l'aspetto piano-volumetrico e quello statico della costruzione, è giusto vedere l'ingegnere impiantista che interviene per una parte economica non indifferente (da un 20 ÷ 30 % del costo complessivo, gestione più ammortamento, per impianti di solo riscaldamento fino a un 50 % e più per impianti di condizionamento e servizi termici generali) e può collaborare ed indirizzare nella scelta di molti altri componenti dell'opera.

Questo auspicio già emerso da altre precedenti esposizioni penso possa essere la giusta conclusione di questa giornata di studio: come in altri settori, vedansi i campi dell'automobile, degli elettrodomestici, delle macchine in genere, esiste già in fase di progetto la stretta collaborazione di tecnici e stilisti qualificati in settori diversi, così nel campo edile, nel quale l'impegno finanziario non è certamente inferiore, l'industrializzazione potrà procedere nella misura in cui si riusciranno a realizzare le compartecipazioni dei diversi settori interessati a partire dalla fase iniziale del progetto, alla realizzazione del prototipo fino alla esecuzione del manufatto e alla verifica della sua funzionalità secondo le prescrizioni inizialmente stabilite.

E in questo clima di collaborazione, la visione d'insieme che si può ottenere, può permettere di affrontare il problema della ottimizzazione sia funzionale che economica, solo punto tramite il quale l'edilizia industrializzata può validamente competere con l'edilizia artigianale nel superiore interesse del consumatore.

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

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/C 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

BANCO DI NAPOLI

ISTITUTO DI CREDITO DI DIRITTO PUBBLICO
FONDATO NEL 1539

Fondi patrimoniali e riserve L. 95.982.829.652

DIREZIONE GENERALE - NAPOLI

Tutte le operazioni ed i servizi di banca
Credito Agrario - Credito Fondiario -
Credito Industriale e all'Artigianato -
Monte di Credito su Pegno

496 FILIALI IN ITALIA

ORGANIZZAZIONE ALL'ESTERO

Filiali: Buenos Aires - New York

Rappresentanze: - Bruxelles - Buenos Aires -
Francoforte s/m - Londra - New York - Parigi -
Zurigo

Banca affiliata:

Banco di Napoli (Ethiopia) - Share Co. - Asmara

Uffici cambio permanenti: a bordo T/N
"Raffaello" e M/N "Giulio Cesare"

Corrispondenti: in tutto il mondo

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

CATELLA

MARMI • GRANITI • PIETRE

Cave proprie - Stabilimenti - Segherie

Torino - Via Montevecchio 27 - Tel. 545.720-537.720



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

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