

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

Pu. 3055

1963

NUOVA SERIE . ANNO XVII . N. 1 . GENNAIO 1963

FIAT
TORINO



SOMMARIO

RASSEGNA TECNICA

Il presente fascicolo da pag. 1 a pag. 37 è dedicato agli IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO.

A. VACCANEO - *Impostazione tecnico-economica degli impianti per il condizionamento di benessere degli ambienti civili e industriali* pag. 1

**SOCIETÀ
PER AZIONI
UNIONE
CEMENTI**

**MARCHINO
& C.**

≡

**CASALE
MONFERRATO**

COMITATO DI REDAZIONE - *Direttore:* Cavallari-Murat Augusto - *Membri:* Brunetti Mario; Codegone Cesare; Cravero Roberto; Dardanelli Giorgio; De Pieri Roberto; Pozzo Ugo; Laguidara Rocco; Oglietti Giovanni; Riccio Giorgio; Zignoli Vittorio
Segretario di Redazione: Carmagnola Piero.

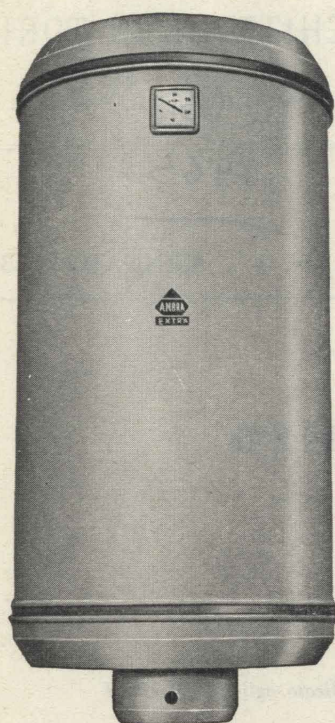
COMITATO AMMINISTRATIVO - *Direttore:* Russo-Frattasi Alberto - *Membri:* Barbero Francesco; Catella Mario; Dezzutti Mario; Goffi Achille; Mosso Nicola; Richieri Luigi; Tournon Giovanni.

Redazione, Amministrazione, Abbonamenti, Pubblicità
TORINO - VIA GIOLITTI, 1 - TELEF. 527.412

Pubblicazione mensile inviata gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino. — Per i non Soci: abbonamento annuo L. 8.000. - Estero L. 8.500. — Prezzo del presente fascicolo L. 800

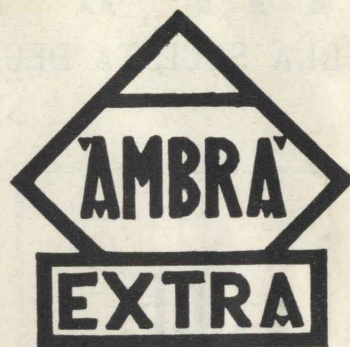
La Rivista si trova in vendita: a Torino presso la Sede Sociale, via Giolitti, 1

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE — GRUPPO III



SCALDA ACQUA AD ACCUMULO

caldaia protetta con
anodo anticorrosivo



- **FASCIAME ESTERNO** in lamiera con vernice sintetica essicata in forno
- **CALDAIA E TUBAZIONE INTERNE IN LAMIERA** di acciaio accuratamente zincate ad immersione in vasca piena di zinco fuso
- **CALDAIA GARANTITA** per pressione di esercizio da 6 a 8 atmosfere e provata, con collaudi accuratissimi, sino a 15 atmosfere
- **RESISTENZA ELETTRICA** facilmente intercambiabile, senza necessità di svuotare l'apparecchio
- **INTERCAPEDINE** in speciale materiale coibente ad alto potere isolante del calore

SOC. P. AZIONI **"AMBRA"**

TORINO - VIA FOLIGNO 88 - TELEFONI 732.345 - 731.048

IMPIANTI TERMO-SANITARI

STRA@MAX

Radiazione diffusa a minima inerzia
Riscaldamento - Raffrescamento
Protezione acustica
(sistema brevettato)

Organizzazione Internazionale,
con propri Laboratori Scientifici
per studi e ricerche a Zurigo
e con Sedi in Austria,
Francia, Germania,
Italia, Inghilterra, Olanda,
Spagna e Svizzera

LICENZIATARIO: PIEMONTE

Studio ed esecuzioni impianti:

g. SARTORIO ef.
IMPIANTI TERMICI - RADIAZIONE - CONDIZIONAMENTO
VENTILAZIONE - IDRAULICI SANITARI

TORINO
SEDE C. RACCONIGI, 26
TELEF. 70.149 - 753.649
C. C. I. A. TORINO N. 51921

RASSEGNA TECNICA

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

DA PAG. 1 A PAG. 37: IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

Impostazione tecnico-economica degli impianti per il condizionamento di benessere degli ambienti civili e industriali

AURELIO VACCANEO presenta un quadro sistematico contenente gli elementi essenziali, tecnici ed economici, necessari e sufficienti per una impostazione razionale dell'impianto di condizionamento più adeguato per un dato edificio (in fase di progettazione), sia civile che industriale. Indica la prassi generale per stabilire se ed entro quali limiti qualitativi e quantitativi di benessere climatico l'impianto è da considerarsi necessario; esamina poi in dettaglio: i fattori umani e tecnici che, caso per caso, debbono essere considerati; le caratteristiche funzionali e gestionali dei differenti tipi di impianto con riferimento specifico alla destinazione d'uso del fabbricato utente; gli elementi edili/impiantistici da sviluppare in sistematico coordinamento progettuale; gli elementi di costo di installazione e di esercizio che, con validità statistica, possono essere attribuiti ai singoli impianti-tipo in fabbricati-tipo.

1-0 *Premesse e precisazioni afferenti alla motivazione, ai limiti ed al titolo del presente studio.*

1-1 Le considerazioni presentate in questo studio sono state tutte esposte in conferenze tenute nell'anno in corso, a Torino, in occasione del Convegno ATI su « Il condizionamento dell'aria strumento dell'Architettura », e alla sede della Società Ingegneri ed Architetti (di Torino).

Le stesse sono state riprese, completate ed ordinate nella presente trattazione, essenzialmente per rispondere alla richiesta che molti amici ingegneri ed architetti hanno rivolto all'A.: di avere cioè disponibile una trattazione schematica ma sufficientemente completa e sistematica a cui attingere gli elementi principali — tecnici ed economici — per poter realizzare, in fase di prima progettazione di un dato fabbricato, una impostazione attendibile del corrispondente impianto di condizionamento più adeguato al fabbricato.

1-2 L'impostazione, come ovvio, deve comprendere anche una indagine preliminare sulla opportunità, o meno, di realizzare un vero e proprio condizionamento nel fabbricato in oggetto, nonché sui limiti di benessere che debbono razionalmente esigersi dall'impianto condizionatore, con indicazione (di massima) dei prevedibili costi di installazione e di esercizio.

Si ritiene ancora di precisare che la presente esposizione non contiene concetti particolarmente innovatori, ma intende innestare su principi ben noti dei dati sperimentali particolari ricavati, nel corso di un ventennio, dalla progettazione, realizzazione e gestione di molti impianti di riscaldamento, ventilazione e condizionamento per ambienti sia civili che industriali.

1-3 In merito al titolo dello studio si ricorda che:

— Per condizionamento « di benessere » in un ambiente qualsiasi si intende l'insieme dei trattamenti dell'aria detti appunto « di condizionamento » (secondo la Terminologia del Comitato Termotecnico Italiano) che hanno per scopo predominante il benessere fisiologico e la salute delle persone presenti nell'ambiente stesso: questo in contrapposito al condizionamento « industriale », il quale si prefigge invece dei risultati di clima artificiale aventi lo scopo predominante di consentire la migliore realizzazione nell'ambiente considerato di determinati cicli tecnologici.

— Per ambiente « civile » si intende qualsiasi locale abitato prevalentemente da persone (=uomini e donne) non effettuanti attività industriale del tipo cosiddetto manuale (case; locali di riunione, ospedalieri, alberghieri; uffici; negozi); facendo rientrare in questa categoria an-

che i centri meccanografici ed i locali di tiratura copie, in quanto tutti questi sono ubicati di norma nei fabbricati uffici e come tali sono trattati alla stregua degli ambienti civili.

— Per ambiente « industriale » si intende qualsiasi locale abitato prevalentemente da persone effettuanti attività industriale di tipo cosiddetto manuale (officine varie e stabilimenti industriali in genere).

2-0 Generalità.

2-1 All'attuale stato di fatto e di progresso, la tecnica del condizionamento « di benessere » ha realmente risolto in modo positivo la più parte dei quesiti che si possono razionalmente porre — e di cui si dirà in seguito — in merito al clima artificiale degli ambienti civili: per questi ultimi si può pertanto parlare di vero e proprio condizionamento, in misura più o meno integrale.

2-2 Riguardo invece alla effettiva possibilità di realizzare un soddisfacente clima artificiale di benessere negli ambienti industriali, sussistono tuttora, anzi si esaltano quasi di pari passo con il progresso continuo di perfezionamento delle lavorazioni tecnologiche (specialmente nel settore metalmeccanico), delle gravi difficoltà tecnico-economiche il cui superamento non si presenta in oggi né prossimo né sicuro: difficoltà che rendono al presente

praticamente irrealizzabile un vero e proprio condizionamento, anche se parziale.

2-3 Per detti ambienti sarà quindi più opportuno e proprio in luogo di « condizionamento » parlare invece di « acclimazione », intendendo con questo secondo termine: una (o più) operazione di riscaldamento, raffreddamento, ricambio, trattamento e circolazione di aria, che renda di fatto possibile la prevista destinazione d'uso dell'ambiente considerato, riducendo in conseguenza al minimo opportuno (e praticamente possibile) l'affaticamento delle persone operanti nell'ambiente stesso.

2-4 Riteniamo dover mettere in evidenza che l'acclimazione degli ambienti industriali è in oggi problema più importante (per cubatura complessiva di ambienti interessati) e più immanente (per reale urgente necessità di risoluzione) di quello relativo al condizionamento degli ambienti civili.

Questi ultimi inoltre richiedono alla tecnica odierna del condizionamento essenzialmente dei perfezionamenti qualitativi (intorni di temperatura ed umidità ambientali sempre più ristretti e controllati — automaticamente — in modo e misura continuativi e rispondenti a requisiti sempre più esigenti): che costituiscono in sostanza solo più dei raffinamenti di benessere.

2-5 Mentre per gli ambienti industriali risultano tuttora molto spesso insoddisfatte anche le sole esigenze di una temperatura ambientale che possa almeno essere indipendente dalla produzione endogena di calore derivante dalle lavorazioni tecnologiche effettuate nel locale: così da poter contenere (nei nostri climi così detti temperati) la temperatura ambiente massima estiva a valori non superiori ai $28 \div 30^\circ\text{C}$. Consideriamo pertanto opportuno di esaminare separatamente gli impianti di acclimazione per gli ambienti industriali da quelli di condizionamento (di benessere) per gli ambienti civili, iniziando da questi ultimi.

2-3 Prescinderemo inoltre dagli impianti di condizionamento in-

dustriale, sia perchè questi richiederebbero una trattazione del tutto differente e particolare, sia perchè i corrispondenti requisiti funzionali e quindi anche quelli fondamentali di impostazione progettuale sono, già in oggi, quasi sempre ben delimitati da precise norme qualitative e quantitative, imposte rigidamente dalla tecnologia cui si riferiscono: pressochè cioè come si verifica per gli impianti veri e propri di produzione.

Inoltre, dato che negli ambienti da condizionare industrialmente il clima costituisce per così dire un fattore diretto di produzione ed essenziale comunque per l'utilizzazione tecnologica del locale, ne diventa indiscutibile la realizzazione anche a costo di gravi oneri economici.

L'impianto di condizionamento in questi casi è confrontabile alle macchine operatrici, sulla cui necessità non sono possibili controversie e la cui ubicazione nell'ambiente di lavoro è quasi sempre già definita e fissata dalla consuetudine: mentre per l'acclimazione delle officine la situazione, come preciseremo, è ben differente, sia sotto l'aspetto tecnico che sotto quello economico.

3-0 *Criteri generali di impostazione degli impianti per il condizionamento (di benessere) degli ambienti civili e per l'acclimazione degli ambienti industriali: interrogativi a cui deve essere data risposta.*

Per un qualsiasi determinato ambiente, l'impostazione razionale del corrispondente impianto di condizionamento o di acclimazione deve essere effettuata dando risposta — esplicita od implicita, ma sempre in modo e misura adeguati e corrispondenti ai requisiti particolari di cui ai paragrafi 4-n — a tutti i cinque seguenti interrogativi, nell'ordine indicato:

3-1 1) È necessario dotare l'ambiente di condizionamento (o di acclimazione)? E se sì:

3-2 2) L'impianto dovrà essere realizzato sino a quale grado minimo (necessario e sufficiente) di benessere climatico, cioè tenendo conto di quali elementi o fattori di benessere?

3-3 3) Di quale tipo dovrà essere l'impianto?

3-4 4) Quante e quali soluzioni specifiche (d'obbligo o preferenziali) concernenti le strutture edilizie principali e secondarie nonché la disposizione degli altri servizi generali del fabbricato (contenente gli ambienti considerati) occorre esaminare in sede di progetto di massima e di dettaglio per poter realizzare razionalmente l'impianto 3)?

3-5 5) A quanto ammontano, prevedibilmente, i costi di installazione e di esercizio in corrispondenza alle più razionali soluzioni 4)?

Dobbiamo sin d'ora far presente che una precisazione esauriente e rigorosamente assoluta ed oggettiva, cioè indiscutibile, in merito ai cinque suesposti interrogativi ed in particolare ai primi tre, è intrinsecamente pressochè ineffettuabile: ci atterremo comunque il più possibile ad elementi tecnici e statistici, cioè sufficientemente accettabili almeno come valori medi ponderali.

4-0 *Gli impianti per il condizionamento degli ambienti civili: requisiti particolari.*

4-1 La risposta al primo interrogativo (3-1) di cui sopra è, a rigore logico, la più facile, pur essendo in sostanza la più opinabile.

4-2 Si supponga infatti di accettare come postulato che le condizioni climatiche di un dato ambiente debbano essere tali da dare alle persone in esso presenti una sensazione (permanente) di benessere fisiologico, corrispondente, per esempio, a quella offerta dalla cosiddetta « zona media di benessere » (n. 9012 della Terminologia C.T.I.). Ne deriva logicamente che, nei climi temperati, per circa il 40 % delle ore/anno è sempre necessario introdurre negli ambienti calore (ed umidità); per ca. il 30 % occorre sempre estrarre calore (ed umidità); per ca. il 10 % occorre volta a volta introdurre od estrarre calore ed umidità; mentre solo per ca. il 20 % residuo la temperatura e l'umidità dell'aria ambiente, in comunicazione diretta od indiretta con l'atmosfera ester-

na e senza trattamenti condizionatori, risultano comprese nella zona media di benessere.

Stabilite tali premesse, si dovrà concludere obbligatoriamente che l'ambiente considerato deve essere dotato di uno o più impianti condizionatori, atti appunto a riportare artificialmente il clima di ambiente nella zona media di benessere, in tutte le ore/anno, senza eccezioni.

Nella realtà invece si possono porre razionalmente alcune obiezioni ed eccezioni.

4-3 Le più attendibili derivano dall'osservazione corrente: che durante il periodo « freddo » la grande maggioranza delle persone considera clima di benessere soddisfacente, o per lo meno accettabile, quello caratterizzato da una temperatura ambiente compresa fra 20 e 22°C , e di fatto indipendente dalla umidità; che il periodo « freddo » in Alta Italia dura per ca. 6 mesi/anno e nell'Italia Centrale almeno 4 mesi; che nei restanti mesi le ore realmente caldissime (e cioè tali da elevare la temperatura ambiente a valori superiori ai 28°C ca.) costituiscono una frazione/anno praticamente trascurabile.

4-4 Se ne conclude pertanto che, pressochè in tutta l'Italia Settentrionale ed in buona parte di quella Centrale, può considerarsi normalmente sufficiente l'impianto convenzionale di solo riscaldamento, tutt'al più integrato — negli ambienti ad elevato addensamento di persone — da un impianto di semplice ricambio di aria: corretta questa con qualche più o meno grossolana umidificazione invernale, e con un altrettanto mediocre raffrescamento estivo ad acqua non refrigerata artificialmente. Non si esclude, come ovvio, che certi ambienti particolari possano avere reale necessità di una più efficace acclimazione estiva: ma ci si limita in questi casi, considerati eccezionali, a condizionamenti particolari e quasi sempre non integrali.

4-5 Altra obiezione, assai comune, è che gli impianti di condizionamento esistenti non soddisfano quasi mai integralmente gli utenti sotto l'aspetto funzionale,

anche se caratterizzati da costi elevati sia di prima installazione che di esercizio: se ne trae l'illazione che l'utile economico, diretto od indiretto, derivante dal maggior benessere che consegue al condizionamento, costituisca di norma una dubbia giustificazione dei suddetti costi elevati. Si osserva infine che sotto l'aspetto fisiologico è un danno il far permanere le persone in ambienti a clima costante, in quanto le disabituata progressivamente a reagire con efficacia agli scompensi climatici ed alle conseguenti evenienze patologiche.

Dobbiamo in definitiva concludere che la maggior parte del pubblico è tendenzialmente diffidente nei confronti del condizionamento integrale ed in particolare di quello estivo.

Ritengo invece che si possono controbattere con efficacia le critiche di cui sopra, e dare nel contempo una risposta adeguata al primo (=3-1) interrogativo in oggetto, associando a quest'ultimo il secondo (=3-2) in un complessivo corrispondente esame critico dei parametri e dei coefficienti fisiologici, tecnici ed economici che entrano nel gioco.

4-6 Osserviamo anzitutto che la surricordata « zona di benessere climatico », anche se perfezionata con i consueti e noti coefficienti correttivi che vogliono tenere conto sia del movimento dell'aria in ambiente che dell'irradiazione provocata dalle pareti delimitanti l'ambiente in oggetto, non considera di fatto, in modo e misura adeguati, tutti gli elementi che comunque influenzano il benessere climatico, producendo nelle persone, contemporaneamente presenti in uno stesso ambiente, più o meno sensibili differenze di esigenze climatiche.

Il che spiega in gran parte i risultati non sempre soddisfacenti imputati agli impianti di condizionamento.

Esaminiamo dunque dettagliatamente tali elementi, separabili in due gruppi distinti:

4-7 Elementi che dipendono direttamente dalla costituzione (fisiologica e psichica) dell'uomo;

4-8 Elementi che derivano direttamente dalle caratteristiche im-

piantistiche, edili e di destinazione d'uso dell'ambiente considerato.

4-9 In merito al primo gruppo (=4-7), facciamo anzitutto presente che le differenze di esigenze climatiche provocate dagli elementi in oggetto, risultano di fatto esaltate nel periodo « caldo » rispetto a quello « freddo ». Infatti, ciascun individuo umano è naturalmente dotato di un complesso sistema di autoregolazione termica che funziona con modalità continuamente variabili così da consentirgli di dissipare all'ambiente l'eventuale eccesso del calore contemporaneamente generato dal suo corpo (a seguito della corrispondente attività fisiologica e di lavoro) al fine di mantenere il nucleo del corpo ad una temperatura costante (ca. 37°C).

Se questo si consegue con il minimo possibile intervento (e quindi affaticamento) del suddetto sistema di autoregolazione, si realizza il massimo di benessere climatico, che nei nostri climi temperati, e per persone in stato di riposo o di minima attività di lavoro, cade normalmente nelle condizioni precisate appunto dalla succitata « Zona media di benessere »: e cioè (in particolare) per temperatura ambiente (secca risultante) compresa fra 21 e 23°C nei mesi freddi e fra 22 e 25°C nei mesi caldi (con umidità relative adeguate e inavvertibili correnti d'aria).

4-10 Risulta pertanto che per temperature d'ambiente inferiori in media a $21 \div 23^\circ\text{C}$, il sistema di autoregolazione termica dovrà funzionare tendenzialmente nel senso di rallentare la dissipazione del calore generato dal corpo; mentre per temperature superiori in media ai $22 \div 25^\circ\text{C}$ detto sistema dovrà in certo qual modo invertire il suo funzionamento, nel senso di accelerare sempre più la dissipazione all'ambiente del calore generato dal corpo.

Nella presente trattazione per brevità e chiarezza termica (anche se forse impropriamente sotto l'aspetto fisiologico) chiameremo: « valore medio d'inversione invernale (e rispettivamente estivo) » l'intorno di temperatura invernale (ed estiva) entro il quale, caso per caso, per una data per-

sona si verifica la suddetta inversione di termoregolazione».

4-11 È noto inoltre (oltrechè ovvio) che è normalmente molto più facile e fisiologicamente molto meno faticoso rallentare la dissipazione del calore in oggetto anzichè accelerarla.

Basta pensare che nel primo caso è sufficiente e possibile da un lato aumentare anche in misura considerevole la coibenza termica del vestiario (=numero di Clo) e d'altro lato è naturalmente facile ridurre la sudorazione (che è sempre fastidiosa) e la temperatura della cute.

Mentre nel secondo caso non è possibile che in misura limitata ridurre la coibenza termica del vestiario, e vi è pure un limite pratico al di là del quale la sudorazione (con evaporazione) risulta praticamente impossibile, oltrechè fastidiosa: inoltre la temperatura della cute ovviamente ha come valore superiore i 37°C, mentre già a 33÷34°C si ha netta sensazione di fastidio pur con minima dissipazione di calore nei confronti di temperature ambiente vicine ai 30°C.

4-12 È naturale pertanto che le differenze nella sensazione di benessere climatico fra individui posti nello stesso ambiente si esaltino nel periodo caldo rispetto a quello freddo. Come prima conseguenza si può osservare che mentre il valore medio d'inversione invernale (per persone in stato di riposo o di attività minima) è, per quasi tutti gli appartenenti al sesso maschile, compreso fra 20 e 21°C e fra 21 e 23°C per le persone di sesso femminile, invece il valore medio estivo di inversione è compreso in un intervallo termico molto più esteso: fra 22 e 25°C per il sesso maschile e fra 23 e 27°C per quello femminile. Cioè occorre in pratica superare i 27°C per ottenere l'adesione generale all'opportunità del condizionamento estivo.

Quanto sopra concorre anche a spiegare perchè nei periodi di maggior calura estiva (con temperatura esterna sopra 27÷28°C) la quasi totalità è concorde nel riconoscere gradevole un qualsiasi anche mediocre raffrescamento d'ambiente, mentre nei periodi di cosiddetta mezza stagione ricom-

paiono e prendono vigore massimo tutte le diffidenze in merito anche ad un ottimo condizionamento.

4-13 Il più importante — perchè di intervento generale e peso considerevole — degli elementi 4-7 è forse quello del sesso.

È notorio che le persone di sesso femminile esigono quasi sempre, per più motivi, una temperatura ambiente più elevata (anche di 2÷3°C) in confronto all'altro sesso: se pertanto in uno stesso ambiente coesistono persone di sesso differente risulterà praticamente impossibile dare a tutte la stessa sensazione di benessere.

4-14 Dopo il sesso, altro importante elemento perturbatore della sensazione di benessere, è la effettiva condizione di attività fisica.

È infatti sufficiente che in un ambiente si effettuino tipi differenti di attività perchè ne nascano sensibili squilibri di benessere.

Un esempio frequente si presenta nei centri meccanografici, in cui alle donne sono affidati di regola compiti sedentari (dattiloperforazione delle schede) mentre agli uomini spettano i compiti di maggior attività fisica. In questo caso per motivi concomitanti di differenze sia di sesso che di attività risulterebbe razionalmente gradita alle donne una temperatura ambiente anche di 3÷4°C più elevata rispetto agli uomini.

Così pure una diversità (assai comune) di attività metabolica «post prandium» è causa di esigenze differenti di clima.

Altri elementi perturbatori, sempre del tipo 4-7, sono:

4-15 — la razza, o meglio la latitudine di provenienza, in quanto ovviamente le persone ambientate da tempo in regioni settentrionali, a parità di clima hanno di norma sensazioni di benessere differenti da quelle delle persone provenienti da regioni più meridionali: e l'esperienza prova che dette differenze sono tutt'altro che trascurabili;

4-16 — l'età, nel senso che di regola le persone più anziane richiedono temperature più elevate, anche di alcuni gradi.

Osserviamo al riguardo che è da sconsigliare in linea di principio l'adozione del condizionamento integrale per locali utilizzati da giovani (sani e nell'età dello sviluppo) perchè è ammesso dagli igienisti che il condizionamento provoca specie nei giovani una diminuzione della capacità di termoregolazione fisiologica dell'organismo;

4-17 — le condizioni di salute ovvero di attività psicologica e intellettuale. È noto infatti che in confronto alle persone in normali condizioni di salute e di attività di lavoro, quelle invece che si trovano in più o meno precarie condizioni di salute hanno di norma maggiori — o differenti — esigenze di clima (vd. locali di degenza); mentre al contrario le persone occupate in attività piacevoli o di divertimento hanno in genere esigenze sensibilmente minori;

4-18 — la durata della permanenza in locali condizionati, con provenienza da ambienti esterni o comunque in differenti condizioni di clima. Se queste differenze sono notevoli, la persona subirà all'istante una sensazione di *choc* climatico (specialmente se nel passaggio fra i due ambienti la persona deve sottostare alla «inversione» del suo sistema di termoregolazione fisiologica); che si andrà però riducendo gradualmente dopo 20÷40 minuti di soggiorno nel nuovo ambiente.

È necessario pertanto che negli ambienti in cui il soggiorno è di breve durata, le condizioni di clima siano poco differenti fra di loro, cioè siano ben differenti da quelle della «zona di benessere».

4-19 Oltre agli elementi perturbatori 4-7 su descritti, che sono ponderalmente i più considerevoli, ne esistono altri di importanza secondaria nel senso che interessano pochissime (dette meteoropatiche) fra tutte le persone usufruenti di un ambiente condizionato, e come tali possono essere di fatto trascurati.

Da tutto quanto detto in merito agli elementi 4-7 emergono essenzialmente le due seguenti conclusioni che, anticipiamo sin d'ora, risulteranno ambedue rafforzate dalla successiva descrizione degli elementi perturbatori 4-8.

4-20 La prima conclusione è che con qualsiasi impianto di condizionamento non risulta di fatto possibile, per lo meno nei periodi di mezza stagione, dare a tutti gli utenti dell'impianto una sensazione di benessere climatico praticamente equipollente.

4-21 La seconda, derivante direttamente dalla prima, assicura un sostanziale miglioramento ed allineamento delle singole sensazioni di benessere qualora si realizzi il massimo possibile di regolabilità individuale delle condizioni climatiche fondamentali di ambiente, e cioè della umidità e della temperatura, od almeno di quest'ultima.

Disponendo infatti di tale possibilità di regolazione (s'intende entro limiti ragionevoli, ad es. di $\pm 1,5 \div 2^\circ\text{C}$), ciascun utente può adeguare sostanzialmente le condizioni climatiche dell'ambiente in cui si trova, alle sue reali necessità fisiologiche (o psicologiche).

Passiamo ora ad esaminare gli elementi perturbatori di tipo 4-8.

Essi sono:

4-22 — Anzitutto la velocità dell'aria a contatto con le singole persone. Con riferimento alla zona media di benessere risulterebbe necessaria una sostanziale inavvertibilità di movimenti di aria. Diciamo che questo è senz'altro valido per temperature d'ambiente non superiori al limite di inversione e per persone in condizioni di immobilità o quasi e di minima attività operativa: cioè la suddetta sostanziale inavvertibilità deve considerarsi condizione indiscutibile di benessere per il condizionamento degli ambienti civili.

Quando invece la temperatura ambiente supera il limite di inversione, cioè va mediamente oltre i 27°C, i movimenti d'aria risultano sempre più graditi: per il condizionamento degli ambienti industriali l'agitazione dell'aria deve dunque essere considerata come possibile elemento di benessere.

Ritorniamo in argomento a suo tempo.

È noto comunque che la sensibilità ai movimenti d'aria (anche minimi) è assai differente da

persona a persona, dal che deriva un ulteriore coefficiente di disarmonia.

4-23 — L'irradiazione delle pareti perimetrali, specialmente di ambito esterno e di copertura.

Come ovvio, la distanza risultante delle singole persone dalle pareti in oggetto può essere proporzionalmente assai differente: il che costituisce un altro elemento perturbatore di benessere, che può risultare di peso assai rilevante se le pareti verticali esterne hanno ponderalmente un elevato coefficiente di permeabilità al calore irradiato (prevalenti zone vetrate).

4-23-1 In merito all'effetto irradiante della copertura ricordiamo che questo risulta tanto meno sensibile quanto maggiore è l'altezza dell'ambiente: in funzione della trasmissione termica di tutte le pareti delimitanti l'ambiente, ed in particolare di quelle verticali.

4-24 — L'altezza dell'ambiente realizza inoltre le seguenti altre due caratteristiche peculiari (a fronte di una minore utilizzazione in altezza del fabbricato nel suo complesso, e di un maggior costo specifico per mq coperto):

4-24-1 Un benefico «effetto cappa», nel senso di convogliare nella parte alta dell'ambiente l'aria più calda: effetto sempre utile nella stagione calda e tanto più quanto maggiormente elevata è la produzione endogena di calore; (il che è caratteristico dei fabbricati industriali).

4-24-2 Una minore sensibilità collettiva alla cosiddetta «claustrofobia», che nella maggioranza delle persone è presente come una sensazione di disturbo generico, (sia pure ben più attenuata della vera e propria claustrofobia e che diremo, per intenderci, di «claustroantipatia») specialmente nelle ore diurne di bel tempo, nel senso di considerare gli ambienti chiusi come molto meno graditi della libera atmosfera esterna, e più oppressivi.

4-25 — La capacità termica risultante delle pareti delimitanti l'ambiente, e specialmente di quelle di ambito esterno. Essa costituisce un fattore di benessere

il cui effetto non può essere sostituito che in parte dalla coibenza delle pareti.

4-25-1 Come ovvio, infatti, la sola coibenza riduce unicamente la entità *quantitativa* della trasmissione del calore (sia in entrata che in uscita): essa cioè non influisce sull'andamento qualitativo della trasmissione, in quanto la temperatura della superficie interna delle pareti segue tutte le punte di variazione termica esterna, senza isteresi.

4-25-2 La capacità termica, invece, al limite tende a *rendere uniforme* nel tempo tutta la trasmissione termica, eliminando le punte e livellando tutto ad una situazione media ponderale.

4-25-3 Deriva da quanto sopra che ambienti delimitati da pareti di elevata coibenza ma praticamente prive di capacità (quali ad es. le *Courtain Wall* e similari) vogliono impianti con regolazioni termostatiche sensibilissime, agenti su apparecchiature di generazione e di distribuzione del calore particolarmente efficienti oltrechè quasi prive di inerzia, e continuamente in esercizio attivo: mentre ambienti con pareti ad elevata capacità (la quale non è mai disgiunta in pratica da una apprezzabile coibenza) richiedono impianti molto meno esigenti sia sotto l'aspetto qualitativo che quantitativo e consentono, in specie nella stagione fredda ma anche in quella calda, più o meno prolungati rallentamenti funzionali.

4-26 — La presenza di finestrate:

4-26-1 Sotto l'aspetto strettamente termico, è ovvio che le finestrate costituiscono elemento economicamente dannoso, per la loro minima coibenza e capacità termica: in specie poi se le superfici finestrate sono esposte all'irraggiamento solare, che diventa d'estate fattore di maggior onere economico e d'inverno elemento perturbante dell'uniformità termica d'ambiente.

Il vantaggio economico derivante dall'illuminazione naturale risulta di fatto nullo per quanto riguarda il costo d'impianto (che deve come ovvio essere in ogni caso proporzionato per le ore notturne), e di modesta entità per

quanto concerne il costo di esercizio, specialmente se riferito ai locali industriali e comunque se raffrontato al maggior onere gestionale richiesto in corrispondenza dall'impianto di condizionamento.

4-26-2 Sotto l'aspetto fisiologico e psicologico la finestratura è invece da considerarsi elemento pressoché indispensabile, anche se il suo dimensionamento quantitativo minimo necessario è di valutazione parzialmente soggettiva, e malgrado generi sempre disuniformità di benessere termico nelle singole persone presenti in ambiente.

4-27 — La produzione in ambiente di sostanze polverose od aeriforme comunque fastidiose.

È ovvio che questo elemento può far variare in modo cospicuo la sensazione di benessere, anche se le condizioni igrotermiche rispondono perfettamente a quelle della « zona media di benessere ».

In questo caso ovviamente occorre ricorrere a ricambi d'aria più o meno eccezionali, ed a conseguenti interventi termici sull'ambiente per evitare o ridurre le conseguenti sensazioni di malessere.

Anche per i suindicati elementi perturbatori 4-8 dobbiamo esprimere in sostanza le stesse due conclusioni fondamentali indicate per gli elementi 4-7, e dedurre da tutto quanto esposto una risposta complessiva sia al primo che al secondo dei cinque interrogativi generali.

4-28 — Rispondiamo cioè anzitutto che proprio la presenza inevitabile degli elementi perturbatori sudescritti deve far considerare necessario il condizionamento, sia invernale che estivo, almeno per tutti gli ambienti cosiddetti pubblici o semipubblici, in cui devono coabitare molte persone: cioè in tutti gli ambienti denominati « civili » nelle Premesse, ad eccezione solo delle case d'abitazione, per le quali invece la necessità del condizionamento è determinata normalmente in base a criteri in gran parte soggettivi, e su cui ritorneremo durante l'esame del terzo interrogativo.

4-29 — Perché però un impianto di condizionamento debba es-

sere considerato gradito almeno alla grande maggioranza dei suoi utenti, occorre che esso sia realizzato con il criterio di ottenere il massimo grado di regolabilità individuale (e quindi anche con centrali termo e frigo generatrici di potenza adeguatamente dimensionata) e con particolare riferimento alle condizioni cosiddette di mezza stagione, in cui si acquiscono quasi tutte le intolleranze individuali, specialmente ai movimenti dell'aria ambiente.

È ovvio inoltre che deve essere valutata con la massima obiettività l'influenza specifica che sull'ambiente in oggetto si può prevedere abbiano gli elementi perturbatori 4-8.

4-30 — Osserviamo a questo punto che un impianto che tenga conto razionalmente di tutti i requisiti suindicati avrà un costo di realizzazione certamente più elevato (vd. anche dati numerici nel seguito) di un altro che si limiti a soddisfare le esigenze di piena stagione nella zona media di benessere e adottando criteri di regolazione non individuale ma per gruppi di ambienti in condizioni simili di esigenze termiche.

4-30-2 Va però tenuto presente che il maggior costo del primo impianto rispetto al secondo costituirà di norma una frazione nettamente inferiore all'aumento percentuale degli utenti che con il primo impianto rispetto al secondo risulteranno in sostanza soddisfatti nella loro aspettativa di obiettivo benessere climatico.

4-30-3 Si afferma cioè in definitiva che l'impianto di condizionamento, specie se estivo, non può essere realizzato prescindendo anche solo in piccola misura dai criteri di impostazione qualitativi suindicati, perché la (pur piccola) economia di installazione che ne deriverebbe comprometterebbe di fatto l'intero risultato funzionale, e quindi anche economico, del condizionamento: e questa considerazione, che è in realtà una corrente constatazione effettuata appunto con impianti funzionalmente incompleti e quindi assai insoddisfacenti, dà forse la principale spiegazione del diffusissimo stato di diffidenza vigente nel pubblico in genere.

Al terzo interrogativo (« di che

tipo dovrà essere l'impianto ») rispondiamo con l'esemplificazione 4-32, a cui premettiamo, per chiarezza di esposizione, la seguente:

4-31 Breve descrizione tecnico-funzionale dei tipi fondamentali cui si possono in sostanza ricondurre i differenti impianti per il condizionamento degli ambienti civili, che sono attualmente utilizzati al servizio contemporaneo (=centralizzato) di più ambienti.

Le tipizzazioni in oggetto possono elencarsi come segue:

4-31-1 Con soli condizionatori centrali d'aria, e cioè con somministrazione di calore e di freddo agli ambienti per tramite esclusivo di aria (di ricambio o in ricircolazione) trattata centralmente in modo e misura atti a realizzare negli ambienti serviti una o più contemporanee condizioni climatiche.

Se oltre ai suindicati condizionatori centrali l'impianto è anche dotato di corpi termotrasmettenti installati in ciascun ambiente o modulo, aventi il compito di intervenire individualmente sulle singole temperature d'ambiente o di modulo, si ottengono i seguenti altri due tipi di impianti:

4-31-2 Con corpi termotrasmettenti a convezione in ciascuno dei quali l'aria dell'ambiente è fatta circolare a mezzo di un piccolo elettroventilatore.

L'aria è filtrata e poi riscaldata, o raffreddata, attraversando una batteria che può anche provocare condensazione di vapore acqueo.

Chiameremo questo tipo di impianto: « a ventiloconvettori »; la regolazione automatica della temperatura ambiente è effettuata intervenendo sul funzionamento del ventilatorino, che è inoltre a più velocità: alle velocità più basse il funzionamento del gruppo deve (e può) risultare praticamente inavvertibile.

È evidente che in questo impianto l'esercizio dei ventiloconvettori è del tutto indipendente da quello dei condizionatori centrali.

4-31-3 Con corpi termoconvettori in ciascuno dei quali l'aria dell'ambiente è fatta circolare realizzando un effetto induttivo ad opera dell'aria primaria proveniente dai condizionatori centrali.

L'aria ambiente è trattata ter-

micamente da una batteria in modo però da evitare la condensazione su di questa del vapore acqueo, perché la filtrazione dell'aria stessa è assai meno efficace e quindi risulterebbe inaccettabile l'insudiciamento della batteria a seguito della condensa su di essa.

Chiameremo questo tipo di impianto: « ad eiettoconvettori »: la regolazione automatica della temperatura ambiente è effettuata variando la portata (e la temperatura) dell'acqua, calda o fredda, circolante in batteria.

È evidente che l'esercizio degli eiettoconvettori è inscindibilmente legato a quello dei condizionatori centrali.

Il consumo totale di energia per il complesso degli impianti (centrali e ventiloconvettori) 4-31-2 è praticamente uguale a quello dell'impianto 4-31-3 (che ha i ventilatorini in meno ma richiede una maggior potenza ai ventilatori centrali per realizzare l'effetto induttivo, con aria primaria a più alta pressione). Sia i ventiloconvettori che gli eiettoconvettori possono avere la loro unica batteria alimentata da due o da tre tubi (=andata calda; andata fredda; ritorno comune).

Ovvero (come auspicato dall'A.) disporre di due batterie, di cui una più piccola alimentata di regola con acqua calda tramite due tubi e l'altra normale alimentata da acqua calda solo in pieno inverno e da acqua fredda nel restante periodo annuale, sempre tramite due tubi indipendenti: l'utilizzazione dell'una o dell'altra batteria dovrebbe realizzarsi in sequenza, automaticamente. Questo tipo di impianto a 2 batterie (e 4 tubi) è ancora in fase di prova e pertanto non sarà considerato nel presente studio.

4-31-4 Impianto a doppio condotto (ciascuno con aria, a temperatura ed eventualmente umidità diverse): gruppi miscelatori per ogni ambiente o modulo comandati automaticamente consentono il controllo termico ambientale. L'aria è trattata solo centralmente e distribuita a bassa od alta pressione.

Lo stesso tipo di impianto può avere tre condotti e cioè tre correnti di aria di cui una ripresa dal

locale e le altre due preparate centralmente: i gruppi miscelatori sono analoghi ma più complessi di quelli a due condotti.

Questo tipo di impianto deve consentire, come il tipo a termoconvettori a due batterie e 4 tubi, un condizionamento a carico termico nullo: è un tipo di impianto in fase di prova e pertanto non sarà considerato nel presente studio.

4-32 La scelta fra i 4 tipi fondamentali sudescritti di impianti condizionatori al servizio di un determinato complesso di ambienti deve essere effettuata accompagnando sempre le considerazioni di stretta convenienza tecnico-funzionale con valutazioni numeriche di costo sia di installazione che di esercizio, cioè « gestionale ».

Valutazioni che per comodità di esposizione svilupperemo a parte nella risposta al quinto interrogativo generale (=punto 3-5), pur facendo ben presente che la considerazione del fattore « costo gestionale » di qualsiasi impianto condizionatore deve obbligatoriamente essere tenuta presente non già come elemento finale e conclusivo di decisione per la realizzazione o meno di una qualsiasi soluzione edile/impiantista, ma accompagnando in continuità i progettisti lungo l'intero iter di stesura dei progetti: da quelli di massima informativi a quelli definitivi.

4-32-1 Case di abitazione

Come abbiamo già accennato al punto 4-28, la necessità dell'impianto di condizionamento per le case di abitazione (a differenza degli impianti per gli ambienti civili pubblici e semi-pubblici) è in genere opinabile, per lo meno se con riferimento alla realizzazione di un impianto centralizzato ed a condizionamento integrale al servizio di tutti gli ambienti della casa. Infatti, i costi gestionali di un tale impianto risulterebbero più che doppi in confronto ad un impianto di semplice riscaldamento: tenendo conto che normalmente nelle case la utilizzazione degli ambienti durante le ore diurne (più calde) è saltuaria e ridotta, i suddetti costi elevati sconsigliano in genere

l'esecuzione di impianti centralizzati ed integrali, e favoriscono invece l'adozione di apparecchi autonomi d'ambiente limitatamente a pochi locali di ciascuna abitazione. L'impianto centralizzato è invece da considerarsi praticamente indispensabile se la permeabilità termica delle pareti, specialmente in dipendenza delle zone vetrate, è elevata (vd. 4-23 e 4-33-4).

Dovendo comunque realizzare un impianto centralizzato integrale, dovrà essere tenuto presente:

— che il funzionamento sotto l'aspetto del costo gestionale è da prevedersi per 24 ore/giorno, cioè continuativo e permanente;

— che in considerazione della bassa densità di occupazione nonché (come si verifica in genere per questo tipo di utenza) delle cospicue e assai diversificate esigenze di clima da parte dei singoli utenti, è necessario disporre di potenze frigotermitiche relativamente elevate.

Sarà invece di norma sufficiente un ricambio d'aria commisurato solo al numero delle persone presumibilmente presenti e non alla cubatura dei locali.

Soddisfano a tutte le suindicate esigenze gli impianti 4-31-2 ed anche i 4-31-3: sono invece da considerarsi normalmente insufficienti quelli del tipo 4-31-1 e non necessari i 4-31-4.

In ogni caso occorre disporre di sufficienti regolazioni centrali e specialmente individuali d'ambiente.

4-32-2 Locali di riunione (teatri; cinematografi; sport; di culto; di conferenze; scuole).

Sono tutti caratterizzati da un coefficiente di occupazione assai basso, oltreché da punte di fabbisogno frigo-termico assai elevate e con gradiente molto ripido.

Se ne deduce che detti locali richiederebbero impianti di elevata potenza frigo-termica, e caratterizzati da cospicui ricambi d'aria: in questi casi inoltre risultano più onerosi i requisiti di condizionamento estivo rispetto a quello invernale.

In tali ambienti infatti la densità degli utenti raggiunge in media valori elevatissimi (2 per mq;

0,5÷0,2 per mc) ed in conseguenza lo sviluppo di calore animale nell'ambiente è tale da richiedere cospicue introduzioni di frigoriferi in regime di piena occupazione dei locali, anche nei periodi invernali e di mezza stagione: s'intende dopo la necessaria messa a regime, a locale non occupato.

Va infine ricordato che (ad eccezione degli edifici scolastici) i locali in oggetto sono normalmente occupati da persone che mantengono pressochè intatto il loro abbigliamento (proporzionato per l'ambiente esterno); ovvero (palestre, piste di pattinaggio) da persone che esercitano particolare attività fisica o almeno (locali di esposizione) di ambulazione.

Quasi sempre inoltre la permanenza in ambiente è caratterizzata o da breve durata (chiese) o da particolare interesse emotivo (teatri, cinematografi, sport), culturale (conferenze), disciplinare, per cui valgono in particolare, le considerazioni corrispondenti indicate nei paragrafi 4-17 e 4-18/19.

Impianti adeguati ai suindicati requisiti sono normalmente quelli del tipo 4-31-1, per ciascuno degli ambienti di riunione considerati (con le opportune regolazioni).

Deve però essere tenuto particolarmente in evidenza il loro basso coefficiente di utilizzazione annuale, che fa prevalere decisamente l'incidenza dell'ammortamento (più interesse) sul totale del costo gestionale: ne risulta assai spesso sconsigliabile la adozione, per i locali in oggetto, di un condizionamento integrale. A meno, come ovvio, non si tratti di locali di particolare importanza ovvero costruiti (vd. paragrafi 4-33) con caratteristiche edilizie tali da rendere indispensabile un vero e proprio condizionamento.

La soluzione di ripiego sovente adottata in luogo del condizionamento con impianti del tipo 4-31-1, è quella di un semplice riscaldamento ad aria ricambiata, che nella stagione calda è anche raffrescata a mezzo di acqua freatica.

Tale tipo di raffrescamento è di fatto tollerabile solo se la tem-

peratura dell'acqua è inferiore a quella ambiente, che si vuole realizzare, di almeno 10÷12°C, e se l'acqua è disponibile in quantità non inferiore a 0,5 kg/mc di aria trattata. In carenza di che si realizzano in ambiente condizioni di umidità cui corrisponderebbe disagio per la maggior parte degli utenti.

È ovvio che se la permanenza delle persone nei locali in oggetto è limitata a poche decine di minuti, come si verifica ad es. di solito per i luoghi di culto, risulterà di fatto quasi sempre sufficiente (vd. punti 4-18 e 4-19) il riscaldamento invernale (anche con pannelli radianti a pavimento) integrato da un moderato ricambio d'aria, senza controllo d'umidità e tutt'al più raffrescata con acqua freatica nei soli giorni più caldi.

D'altronde, se i locali sono molto alti (oltre 6÷7 metri) la necessità del raffrescamento estivo si riduce assai o si annulla, specie se la capacità termica del fabbricato è elevata (vd. punto 4-25: muratura piena con spessore minimo non inferiore ai 50 cm) e se le zone vetrate di parete (vd. punti 4-23; 4-33-4) rispetto a quelle opache non superano il 0,5÷0,75: quanto sopra, come ovvio, vale indicativamente per i nostri climi, così detti temperati. Nei locali per riunioni sportive sono in genere necessarie due contemporanee condizioni climatiche: una per gli spettatori e l'altra per gli sportivi veri e propri; le quali sono di non facile realizzazione, specialmente nel periodo estivo, data la pratica assenza di separazione fisica fra le due suddette zone a differenti esigenze di clima.

Per i locali scolastici infine, ricordiamo che (vd. 4-16), a parere anche dei fisiologi, si deve considerare quasi mai opportuno un condizionamento integrale, perchè quest'ultimo porterebbe presumibilmente ad un minor sviluppo delle capacità di termoregolazione fisiologica dei giovani (nell'età dello sviluppo). E questo vale anche per tutti gli ambienti (=collegi, colonie, istituti assistenziali) predisposti per accogliere giovani sani.

4-32-3 Palazzi uffici

Gli ambienti dei fabbricati in oggetto possono sostanzialmente classificarsi in tre gruppi distinti: A) uffici veri e propri e annessi diretti (sale rapporto, archivi, salotti, corridoi); B) saloni ed atri di accesso per il pubblico (e di esposizione); C) servizi generali (igienici, di ambito, laboratori manutenzione, posta, autorimesse) e particolari (centri meccanografici, tiratura copie, radiotelefonici).

Caratteristica generale per tutti i tre gruppi è che la presenza delle persone nei locali si verifica con un regime di occupazione praticamente uniforme e costante, con un ben preciso orario giornaliero e per ben determinati giorni dell'anno (tutti i cosiddetti lavorativi), con un corrispondente totale di ore/anno che in genere è dell'ordine di 2000.

Nelle restanti ore/anno (e cioè per circa 6750) l'occupazione è praticamente limitata ai soli sorveglianti o a personale di manutenzione e addetto agli impianti generali, in particolare a quello di condizionamento: durante tutto questo periodo (che copre il 75 % dell'intero anno) non è affatto necessario realizzare un vero e proprio condizionamento, ma risulterà più che sufficiente mantenere gli ambienti a temperature ed umidità ai margini della zona di benessere, rinunciando praticamente al ricambio controllato (realizzato dalle centrali di ventilazione). La possibilità di un tale tipo di esercizio consente riduzioni di apprezzabile entità nel costo corrispondente, quando si consideri che su quest'ultimo la quota parte afferente all'impianto di ricambio d'aria è circa pari al 35 per cento.

Tali riduzioni sarebbero cioè equivalenti a circa il 25 % del costo totale annuale se si fa riferimento ad un esercizio attivo senza interruzione notturna, e risulterebbero dell'ordine di almeno il 10 % considerando una interruzione notturna media ponderale (annuale) di 10 ore/g.

Facciamo osservare che tutti i dati di costo riportati nei paragrafi 4-34-1÷4-34-4 tengono conto di una interruzione notturna pari appunto a 10 ore/g.

Dobbiamo dunque concludere che sotto l'aspetto dell'economia di esercizio gli impianti 4-31-3 e 4-31-4 che richiedono sempre il funzionamento delle centrali di ventilazione per poter introdurre calore o freddo negli ambienti, sono nettamente meno convenienti dell'impianto tipo 4-31-2 in cui l'esercizio dei termoconvettori di ambiente è completamente svincolato dalle centrali di ventilazione.

Gli impianti 4-31-3 e 4-31-4 potrebbero a rigore funzionare nelle ore di non occupazione del fabbricato utilizzando aria di ricircolo: ma riteniamo che una tale soluzione per motivi prettamente sanitari (a prescindere dal maggior costo delle canalizzazioni di ripresa) sia nettamente da scartare. Basti pensare, fra l'altro, che da statistiche obiettive risulta che durante la stagione invernale le ore perdute a causa di malattie stagionali (per assenza o per ridotta attività lavorativa conseguente o precedente alla malattia vera e propria) raggiungono il 10 % del totale: il far ricircolare l'aria ambiente non potrebbe che attivare efficacemente la diffusione delle malattie stagionali stesse. E ci risulta che le sterilizzazioni dell'aria sinora realizzate non hanno apportato i risultati richiesti: comunque la ricircolazione comporta anche inconvenienti igienici (specie di permanenza di odori) che ne sconsigliano la realizzazione.

A rigore, l'impianto 4-31-3 in certe soluzioni consente, almeno durante la stagione fredda, una qualche apprezzabile erogazione di calore all'ambiente anche senza l'effetto induttore dell'aria primaria: però questo effetto è sempre insufficiente durante la stagione calda e comporta comunque durante la stagione più fredda una progressiva inaccettabile diminuzione della temperatura ambiente, in particolare quando il fabbricato è caratterizzato da un elevato valore del rapporto vetrato/opaco.

A vantaggio del 4-31-2 sta inoltre la efficiente filtrazione dell'aria ambiente, con conseguente possibilità (di facile e razionale realizzazione) di condensare anche apprezzabili frazioni dell'umidità

ambiente: il che rende pure accettabile la eventualità di apertura delle finestre in tutte le ore in cui la temperatura esterna è poco differente da quella richiesta negli ambienti.

Questa eventualità, come ovvio, è severamente combattuta dagli impiantisti, che la considerano — come è di fatto — fattore di disturbo per l'impianto in genere. Ma è invece assai desiderata e considerata efficace fattore di benessere dagli utenti in genere degli ambienti; s'intende se ed in quanto non costituisca disturbo il rumore proveniente dall'esterno.

A svantaggio del 4-31-2 sta invece il maggior onere di manutenzione per la pulizia dei filtri (il che sta però a dimostrare l'utilità degli stessi) e per l'elettroventilatorino di ciascun ventilconvettore: quest'ultimo onere ci risulta però, nel fatto, di modestissima entità, e pressochè praticamente equipollente a quello della pulizia degli ugelli iniettori e delle batterie (che si insudiciano maggiormente) necessaria per gli elettroconvettori dell'impianto 4-31-3.

Volendo tenere conto il meglio possibile dei vantaggi e svantaggi su indicati, riteniamo dover concludere che per fabbricati in cui il numero dei « moduli » non supera i 2000, risulti decisamente preferibile il sistema 4-31-2; mentre per fabbricati maggiori possa essere incerta detta convenienza.

L'impianto 4-31-4 è di gestione decisamente più costosa (vd. paragrafo 4-34-3) dei due precitati, pur con risultati funzionali praticamente equivalenti anche perchè se realizza talora una ancora più insensibile distribuzione d'aria in ambiente e una « finezza » di regolazione, individuale un po' superiore, ha peraltro minori possibilità di costituire efficaci cortine d'aria di fronte alle vetrate di prospetto. Ha invece il pregio di consentire una migliore estetica d'ambiente e anche del prospetto: in questo senso può talora essere preferito.

Oltre alla suindicata caratteristica generale, valida per tutti i tre gruppi A-B-C (di ambienti ad esigenze simili) ed in particolare per gli uffici propriamente detti ed i salotti, sono da tenere

presenti le seguenti altre considerazioni specifiche.

— Sale rapporto: la regolazione termica in questo caso, oltre che individuale, deve essere particolarmente pronta: i ricambi debbono essere abbondanti, con immissione in ambiente e ripresa che tenga essenzialmente conto della zona centrale della sala. L'impianto base sarà quello degli uffici.

— Saloni occupati in continuità sia dal pubblico che dagli impiegati del palazzo.

Coesistono in questo caso esigenze di clima ben diverse, in quanto il pubblico permane nel salone ed ha vestiario idoneo per l'atmosfera esterna: a differenza degli impiegati addetti al pubblico stesso.

Le soluzioni da adottare ben difficilmente, pertanto, possono soddisfare ambedue le categorie di utenti, e dovranno essere vagliate caso per caso.

In via di massima diciamo che occorre mantenere il salone in netta surpressione rispetto all'esterno, con condizioni di clima che si avvicinino di più a quelle di benessere per gli impiegati; ovvero interponendo un atrio adeguato fra l'ingresso vero e proprio ed il salone, che costituirà ambiente di transizione; ovvero integrando sotto l'aspetto termico la zona occupata prevalentemente dagli impiegati a mezzo di pannelli radianti a pavimento (per l'inverno) mantenuti però a bassissima temperatura superficiale (non oltre i 22÷24°C), e realizzando d'estate una distribuzione in loco d'aria fredda avente una portata specifica (per mq di locale coperto) sensibilmente più elevata di quella adottata per la zona occupata prevalentemente dal pubblico (in transito).

Gli impianti idonei sono gli 4-31-1, con particolari dispositivi di distribuzione d'aria in ambiente.

— Atrii d'ingresso, in cui si effettua il controllo del pubblico ad opera di personale (quasi sempre femminile) immobile: si ripetono gli inconvenienti di cui sopra in modo e misura differenti, in base essenzialmente alle caratteristiche della zona occupata dal personale immobile.

Impianti idonei: come i precedenti, però sempre comunque con integrazioni zonali.

— Servizi generali.

I locali d'ambito e igienici debbono avere una evacuazione di aria superiore all'immissione, in modo da risultare in depressione.

L'entità dei ricambi sarà almeno quella consuetudinaria: l'aria di ricambio potrà essere, in parte, di ricircolo dagli ambienti limitrofi.

L'impianto base sarà quello stesso degli uffici.

Analogamente dicasi per i laboratori di manutenzione e per i servizi postali, in cui però l'aria di ricambio non dovrà essere ripresa da altri ambienti.

Per le autorimesse, oltre ai ricambi di entità fissata dai regolamenti locali, dovrà essere tenuta ben presente l'eventualità di incendi.

Gli impianti idonei saranno costituiti da normali gruppi arotermici, con presa d'aria esterna (e ricircolo per la sola messa a regime) senza, di norma, alcun dispositivo di raffrescamento.

Come ovvio, i locali d'autorimessa non dovranno essere in comunicazione (diretta) con gli ambienti di ufficio, saloni e atri.

Per i centri meccanografici, le tirature copie, i radiotelefonici, valgono le corrispondenti norme specifiche, (di ricambio, di filtrazione d'aria, di temperatura e d'umidità) che sono, in genere, caso per caso prescritte dalle Case fornitrici delle apparecchiature corrispondenti, come ovvio integrate o corrette in base alle condizioni ambientali locali, e utilizzando per quanto possibile i fluidi termointermediari disponibili nel fabbricato ad opera delle centrali (di calore, di freddo, di aria primaria).

4-32-4 Ospedali

Riteniamo che in merito alla necessità di condizionare gli ambienti di ospedale non vi dovrebbe essere dubbio alcuno: sia perchè la permanenza dei degenti nelle camere e corsie è continuativa (accenneremo in seguito alle sale operatorie), sia perchè, come accennato nel paragrafo 4-17, le precarie condizioni di salute dei degenti stessi esigono molto più

che per i sani delle particolari e controllate condizioni di clima.

Di fatto invece, ad eccezione che per le cliniche private in genere, l'estensione del condizionamento agli ospedali è sovente osteggiata: e ciò essenzialmente per cause economiche in quanto i costi gestionali di impianti costruiti per un condizionamento realmente efficiente costituiscono molto spesso un onere tale da consigliare l'esecuzione di impianti ridotti. Ne deriva sempre in tal caso, come già detto al punto 4-30-3, un funzionamento insoddisfacente che, sia pure a torto, scoraggia sempre più gli eventuali fautori del condizionamento integrale.

Per la realizzazione di quest'ultimo i locali ospedalieri debbono essere considerati suddivisi in tre gruppi distinti: camere singole (di degenza, controlli medici, cure cliniche); corsie; sale operatorie. (A prescindere dai servizi generali, per i quali rimandiamo al punto 4-32-5).

Caratteristica comune dei tre gruppi è la necessità che l'aria di ricambio sia tutta di nuovo apporto: ne deriva un costo gestionale oneroso, per la cui razionale riduzione al minimo possibile è indispensabile una valutazione oculata della effettiva necessità di ricambio dei singoli ambienti in base ad obiettivi criteri sanitari, affidando a corpi termotrasmittenti in ogni ambiente il saldo di copertura dei singoli fabbisogni termici ambientali.

Tenendo anche conto della continuità di esercizio richiesta dalle camere singole e dalle corsie, risultano di solito consigliabili per questi tipi di ambiente gli impianti 4-31-2; 4-31-3; 4-31-4; tutti facilmente parzializzabili; con costi gestionali poco differenti per i primi due e maggiori per il terzo (vd. paragrafi 4-34-n): per le corsie si può razionalmente ricorrere anche al tipo 4-31-1, indubbiamente meno costoso, se pure con prestazioni minori.

Per i tubercolosari le soluzioni possono essere in parte differenti dalle suindicate, in particolare dipendenza dalla ubicazione del fabbricato.

Per le sale operatorie le necessità variano assai a seconda della specifica destinazione d'uso della

sala: da un minimo che può essere soddisfatto con gli impianti più semplici del tipo 4-31-1 (opportunamente regolati e comunque con una inavvertibile distribuzione d'aria), a soluzioni che rientrano ancora nello stesso tipo, ma che effettuano più o meno particolari e complessi trattamenti di filtrazione e sterilizzazione dell'aria in movimento e che vogliono realizzare, per quanto possibile, condizioni climatiche differenti per gli operatori e per i pazienti.

4-32-5 Alberghi; ristoranti

Per gli alberghi occorre distinguere in: camere per clienti, saloni di trattenimento e ristoro; servizi generali; camere per il personale. Ovviamente i ristoranti hanno ambienti dello stesso tipo degli alberghi eccettuate le « camere per clienti ».

Per queste ultime l'impianto di condizionamento deve tenere conto di un ricambio moderato (che molto spesso è addirittura ignorato); di una esigenza di facile esclusione di qualsiasi camera dall'esercizio del condizionamento; di una regolabilità ambientale molto estesa; di una possibilità di efficace filtrazione dell'aria ambiente, anche in vista di apertura dei serramenti esterni.

Date queste esigenze, risulta controindicato per il suo elevato costo gestionale l'impianto tipo 4-31-3 (che vuole comunque aria primaria per il funzionamento degli elettroconvettori: aria primaria che per ovvi motivi igienici e sanitari non può essere ricircolata e deve pertanto essere tutta di ricambio): ed invece particolarmente idoneo il tipo 4-31-2. L'impianto 4-31-4 avrebbe in grado ancora più elevato gli inconvenienti economici del 4-31-3, e potrebbe trovare applicazione solo in alberghi di gran lusso.

I saloni di trattenimento e ristoro hanno esigenze di elevato ricambio, in proporzione essenzialmente della cubatura ambiente (non meno di 6 cubature/ora) più che del numero delle persone che si presumono presenti: e questo per asportare l'odore delle vivande ed il fumo. Occorre inoltre far fronte a fabbisogni termici e di ricambio molto variabili e con gradienti ripidi: sono

tollerati movimenti d'aria avvertibili ($0,2 \div 0,5$ m/sec) quanto più la temperatura dell'ambiente è elevata, (vd. punto 4-22), ed anche perchè la durata della permanenza in ristorante è normalmente di durata limitata (vd. punti 4-18 e 4-19).

Il tipo di impianto idoneo risulta pertanto il 4-31-1, con opportune regolazioni termostatiche d'ambiente, che potranno però non essere particolarmente qualificate.

I servizi generali (a prescindere dai locali dispensa, magazzino viveri e bevande, che hanno le corrispondenti normali esigenze di buona conservazione dei cibi) consistono essenzialmente nei locali di preparazione delle vivande e di lavaggio stoviglie e biancheria: questi esigono di essere in depressione netta rispetto ai restanti locali dell'albergo ed inoltre occorre per essi realizzare un ricambio d'aria molto efficiente (in funzione della cubatura ambiente ed in ragione non meno di $15 \div 20$ volumi/ora), ricambio che in massima parte è bene sia prelevato dai locali vicini realizzando appunto, rispetto a questi, una efficace depressione negli ambienti di cucina e di lavaggio.

Poichè, come ovvio, non sarà sempre possibile effettuare detto cospicuo ricambio a spese tutto dei locali attigui, occorrerà realizzare, in corrispondenza delle comunicazioni obbligate verso questi ultimi, delle cortine d'aria di nuovo apporto sino alla saldatura dei fabbisogni di ricambio su indicati.

4-32-6 Bar e negozi

Sono tutti caratterizzati da breve durata di occupazione da parte dei clienti (vd. punti 4-18 e 4-19): e poichè il condizionamento degli ambienti in oggetto è di norma effettuato per il benessere dei clienti più che dei gestori dei locali stessi, le condizioni di clima artificiale da realizzare dovrebbero essere in genere intermedie fra quelle dell'atmosfera esterna da cui provengono i clienti e quelle della zona media di benessere (vd. paragrafi 4-18/19).

Fanno eccezione al criterio su indicato i negozi in cui debbono essere lasciati (o si vogliano lasciare) esposti all'aria ambiente

delle derrate richiedenti condizioni particolari di clima, quali: fiori, pesce, carne, ecc.

4-33 Passiamo ora al quarto quesito, e cioè alle correlazioni obbligate che debbono essere rispettate, in tutte le fasi di progettazione del fabbricato, dai tecnici edili e da quelli impiantisti in stretta reciproca collaborazione.

Questo al fine di commisurare continuamente (vd. paragrafo 4-32) il fattore: « costo di installazione (e di esercizio) » dell'impianto di condizionamento a quello degli elementi edili interessati dall'impianto stesso, in corrispondenza delle diverse soluzioni particolari e di dettaglio che in fase di progettazione costruttiva debbono essere prospettate ed esaminate per una armonica ed economica realizzazione unitaria dell'opera completa (=fabbricato più impianti generali in genere e di condizionamento in particolare).

È necessario infatti tenere ben presente che se un fabbricato è già stato definitivamente ed irrevocabilmente impostato anche solo in qualcuno dei suddetti « elementi edili interessati » (e che passiamo ora a dettagliare), per la richiesta realizzazione delle condizioni di benessere climatico che sono state ritenute convenienti (vd. paragrafo 4-29) il progettista dell'impianto ha in pratica ben poche possibilità di scelta razionale delle più adeguate soluzioni tecniche, in quanto gli elementi edili in oggetto gli impongono di fatto soluzioni tecniche (e quindi anche economiche) quasi sempre rigide ed obbligate: e deve allora ricorrere a ripieghi compromissori più o meno insoddisfacenti.

Come è ben noto, ma non inutile ripetere, la progettazione in permanente collaborazione edile-impiantistica consente invece di rispettare sempre le obiettive esigenze edili in genere ed architettoniche in particolare, ottenendo paralleli risultati di impianto che sono tecnicamente soddisfacenti e più economici di solito sotto l'aspetto gestionale, il quale ultimo è di essenziale importanza per l'intera vita del fabbricato.

Vogliamo ancora far presente, per inciso perchè da considerarsi

notorio, che in realtà il collegamento integrale fra i diversi tecnici progettisti non va limitato agli edili ed impiantisti, bensì anche ai tecnici della illuminazione, ambientazione estetica, ambientazione acustica, idrosanitari, ascensori: questo al fine di migliorare sempre di più il benessere risultante e per poter realizzare le migliori condizioni funzionali ed estetiche con il minor costo corrispondente.

In questa sede monografica sono trattati solo gli elementi di competenza dell'A. e che riguardano cioè gli impianti di condizionamento: gli elementi in oggetto sono essenzialmente i seguenti, i cui riflessi sul benessere climatico sono già stati indicati nei paragrafi 4-22 ÷ 27, e la cui importanza economica risulterà posta in evidenza nei paragrafi 4-34-n (di risposta al quinto quesito generale).

4-33-1 Il primo elemento è costituito dalla posizione obbligata e dalle sezioni massime ammissibili per le canalizzazioni di mandata (eventuale ripresa) ed espulsione dell'aria.

È da tener presente in merito, per quanto ovvio, che al crescere di queste, in numero e sezione, diminuisce il consumo di energia per la veicolazione dell'aria e aumenta in genere il grado di benessere (per migliore insonorizzazione e più costante uniformità di ripartizione d'aria anche a seguito di interventi di parzializzazione).

Al contrario, aumenta in proporzione la indisponibilità in altezza e pianta dell'edificio (con incidenze percentuali anche oltre il 10 % rispetto al fabbricato senza impianto di condizionamento: incidenze che risultano però recuperabili *ad abundantiam* là dove i regolamenti edilizi consentono equipollenti valori ridotti nell'altezza d'ambiente). Questo coefficiente di indisponibilità della cubatura lorda del fabbricato può diventare elemento fondamentale anche per la scelta dell'impianto (e in particolare della pressione e velocità d'aria in circolo) per i fabbricati nei centri commerciali delle grandi città (vd. esempio quarto di palazzo uffici nel paragrafo 4-34).

4-33-2 Il secondo elemento è costituito dalla ubicazione prevista e consentita, e dalle dimensioni massime ammesse per i singoli apparecchi e dispositivi che effettuano la distribuzione (e ripresa) dell'aria entro gli ambienti.

Al riguardo vale sostanzialmente quanto esposto per 4-33-1, con la particolare osservazione che in questo caso deve da parte edile essere fatto tutto il possibile per non posporre la funzionalità degli apparecchi in oggetto, (in specie per quanto concerne l'uniforme e insensibile diffusione dell'aria in ambiente) a criteri estetici: che molto sovente invece possono essere ottimamente conciliati ricorrendo a soluzioni di ambientazione di piena soddisfazione estetica e che pure non intaccano menomamente la necessaria funzionalità impiantistica.

4-33-3 Terzo elemento di particolare importanza è la presenza o meno di schermi solari *esterni*, detti comunemente frangisole, che comportano però vincoli di prospetto quasi sempre non graditi in quanto tali.

D'altra parte è doveroso tenere ben presente che i frangisole (esterni) hanno una importanza economica di primo piano nei mesi estivi, particolarmente per gli orientamenti Est ed Ovest, nel senso di ridurre sensibilmente i corrispondenti oneri d'esercizio (di oltre il 35 %, già con rapporto vetrato/opaco=1,85 — vd. paragrafi 4-34-3 — e più elevati per rapporti maggiori) e gestionali annuali (di oltre il 20 % c.s.d.): inoltre, come si esporrà al paragrafo seguente, la presenza del frangisole migliora tanto più sensibilmente il benessere climatico, sia estivo che invernale, quanto maggiore è il rapporto vetrato/opaco.

4-33-4 Se infatti il rapporto in oggetto è assai elevato e cioè, tanto per fissare le idee, superiore a 2 (in molti grattacieli ben noti, in Italia ed all'estero, ha superato il valore di 3), l'effetto irradiante dell'insolazione diventa talmente preponderante sul coefficiente totale di trasmissione termica delle pareti perimetrali, da realizzare nelle differenti zone di uno stesso ambiente, anche se di ridottissime dimensioni, delle condizioni

di clima nettamente diversificate. Cosicché diventa praticamente impossibile di concretare in tali condizioni un reale benessere climatico: è inoltre sufficiente anche una breve interruzione d'insolazione ad opera di una nuvola di passaggio perché si abbia immediatamente una sensibilissima ripercussione climatica in ambiente.

I frangisole (esterni) in questi casi risultano realmente benefici e risolutivi.

L'importanza economica (di installazione e di esercizio) sia del rapporto vetrato/opaco che dei frangisole è indicata numericamente nel paragrafo 4-34-3.

4-33-5 Rapporto: superficie totale esterna del fabbricato/volume lordo totale id.

Quanto più elevato è tale rapporto, tanto maggiori diventano le esigenze quantitative e qualitative (specie di rapidità d'intervento) degli impianti adeguati di condizionamento: aumentano, come ovvio, in proporzione i costi gestionali.

Questo elemento è assai importante, e purtroppo in generale non molto manovrabile ad opera dell'impiantista.

4-33-6 Qualità (e spessori) di tutti i singoli materiali costitutivi delle pareti esterne ed interne, con riferimento non solo alla coibenza ma anche alla capacità termica.

L'importanza di questo elemento è essenziale: vd. in merito quanto precisato al paragrafo 4-25.

4-33-7 Ubicazione dei locali adibiti a servizio (e non condizionati integralmente) rispetto al perimetro esterno.

Anche l'importanza di questo elemento è ovvia, sia ai fini di realizzare una eventuale barriera termica nei confronti degli ambienti a condizionamento integrale, sia ai fini della più razionale loro utilizzazione per la sistemazione più conveniente di apparecchiature e canalizzazioni impiantistiche.

4-33-8 Orientazioni prevalenti degli ambienti da condizionare (vd. paragrafi 4-34-n), con riferimento anche alla direzione predominante dei venti freddi e caldi. Quest'ultima, oltre che influire sul coefficiente totale di trasmissione termica e sulla posizione

relativa dei camini e delle prese d'aria, può anche giocare in certe zone industriali un ruolo importante per la sua azione indiretta sulla « limpidezza dell'atmosfera »: da cui deriva il corrispondente e ben noto coefficiente di assorbimento.

4-34 Esaminiamo ora i costi dell'installazione, esercizio e gestione di impianti di condizionamento che sono stati realizzati in alcune fabbricati tipici, tenendo presente i suggerimenti che provengono esplicitamente e implicitamente da quanto indicato in tutti i paragrafi precedenti ed in particolare nei paragrafi 4-28 ÷ 4-33.

L'esame in oggetto è stato realizzato assumendo a base di partenza dei valori di costo effettivamente riscontrati nell'esecuzione e nella conduzione di impianti, e supponendo di far variare alcuni dei parametri, sia afferenti all'impianto che al fabbricato in esame: si sono in corrispondenza dedotti degli altri valori di costo che ovviamente non hanno carattere consuntivo, ma che per essere indirettamente poggiati su basi consuntive hanno una validità praticamente attendibile. E questo vale tanto più per la considerazione che la maggior parte dei suddetti valori di confronto sono stati determinati prima dell'esecuzione dell'impianto nella soluzione che è stata poi stabilita: si è pertanto potuto controllare a posteriori, con l'esperienza, l'attendibilità di almeno una (quella realizzata) delle soluzioni esaminate in sede di preventivo, e si è in definitiva potuto disporre di un coefficiente correttivo sperimentale a valere, per logica estrapolazione, anche per tutte le soluzioni preventivate ed esaminate, ma non realizzate.

Un altro valido coefficiente correttivo sperimentale è poi costituito dalla realmente cospicua mole di dati preventivi e consuntivi a disposizione dell'autore (che è a capo del servizio centrale impianti termici del Gruppo Fiat, con responsabilità di progettazione, esecuzione e gestione).

Si ritiene in conclusione di poter affermare che i valori numerici di costo e di elementi tecnici riportati nella presente trattazio-

ne pur non potendo avere un carattere di assoluta e rigorosa attendibilità, in quanto risentono inevitabilmente di condizioni particolari ed ambientali concernenti sia la realizzazione che l'esercizio degli impianti cui si riferiscono, hanno però un valore per lo meno statistico ed accettabile come indicazione di confronto, in quanto si basano su elementi oggettivi e consuntivi.

Con queste premesse esponiamo ora i seguenti esempi di realizzazioni con differenti soluzioni edilizie/impiantistiche di raffronto, per alcuni fabbricati costruiti nell'ultimo quadriennio.

Palazzi uffici (4-34-1 ÷ 4-34-4)

Si è ritenuto di prendere in esame particolare i palazzi uffici, essenzialmente perché questi attualmente costituiscono pressoché i soli fabbricati che quasi ovunque sono previsti, progettati e costruiti in un con l'impianto di condizionamento: anche se però non sempre tale impianto si presenta realizzato e funzionante con i risultati di reale benessere climatico che debbono considerarsi necessari e sufficienti.

Questo perché è generalmente riconosciuta, per lo meno in via di principio, la opportunità del condizionamento per i suddetti fabbricati, ma con una esecuzione dello stesso che frequentemente è deficitaria sia in dipendenza delle cause che abbiamo esposte nei paragrafi 4-1 ÷ 4-5, sia perché le caratteristiche costruttive e funzionali degli impianti non risultano ben commisurate ai necessari criteri di proporzionamento derivanti dagli elementi edili/impiantistici di cui ai paragrafi 4-33-1 ÷ 4-33-8. Per più efficacemente dimostrare l'importanza pratica di tali elementi, presentiamo pertanto tre esempi tipici di realizzazioni effettuate nell'ultimo quadriennio, con accenni ad una quarta, ancora in corso di costruzione, ma avente peculiarità interessanti: caratterizzate ognuna da situazioni differenti di ubicazione, struttura edile, sistemazione impiantistica, centrale termica e frigorigena.

I primi tre palazzi sono rispettivamente ubicati:

nei pressi del fiume Po, in Torino;

nel centro commerciale di Torino;

nel centro industriale di Brescia.

Il quarto palazzo (in costruzione) è nel centro commerciale di Parigi.

4-34-1 Palazzo uffici in Torino, presso il fiume Po.

Il fabbricato (vd. schizzi quotati e dimensionati) è costituito da due corpi collegati ad L, le cui caratteristiche costruttive principali, interessanti il condizionamento, sono le seguenti:

— Per ambedue i corpi: struttura portante in cemento armato con solai misti in cemento e laterizi, senza alcuna controsoffittatura; chiusura perimetrale con muri a cassavuota; serramenti in alluminio e vetro, con veneziane interne.

La cubatura netta complessiva è di 40.500 mc, così costituita:

Locali condizionati	mc 19.000
Servizi riscaldati e ventilati	» 1.800
Atrii e corridoi riscaldati	» 6.000
Scale, ascensori e muricci, (non trattati)	» 4.500
Locali sotterranei (spogliatoi ed archivi) riscaldati e ventilati	» 4.200
Centrali termiche, frigorigene, elettriche	» 2.500
Autorimessa (riscaldata e ventilata)	» 2.500
Totale	mc 40.500

— Per il corpo alto: esposizioni principali Est-Ovest; pianta rettangolare 42,40 × 18,00 m; altezza 41,50 m corrispondente a 10 piani fuori terra e due piani interrati per archivi, laboratori, centrali. Altezza utile netta di ogni piano pari a 3,03 m, con uno spessore complessivo dell'orizzontamento fra piano e piano pari a 0,37 m. Cubatura netta complessiva (esclusa autorimessa, sotto cortile): 26.500 mc.

Per ogni modulo di parete perimetrale Est (cui si affacciano tutti gli uffici, mentre ad Ovest sono ubicati i servizi, ascensori, scale, cavedi tecnici) la superficie vetrata (trasparente) è di 2,50 × 2,50 = 6,25 mq, e quella opaca,

di 6,47 mq, è costituita da muricci a cassa vuota (con lastre in pietra di Finale e in alluminio anodizzato) di spessore uguale a 1,10 m in corrispondenza ai pilastri, ed a 0,40 m in corrispondenza ai davanzali: il rapporto vetrato/opaco risulta pertanto di 0,97. Il numero dei moduli, fuori terra, sulla parete Est è pari a 100. Per il piano tipo, il rapporto: volume ambiente netto/superficie esterna è di 7,9 mc/mq, di cui 3,9 per la superficie vetrata e 4 per l'opaca.

Negli uffici è previsto un affollamento pari a 1 persona per 5 mq netti: la profondità degli uffici è 7,50 m.

— Per il corpo basso: Esposizioni principali Sud-Nord; pianta rettangolare 21,70 × 16,50 m; altezza 31,50 m; corrispondente a 7 piani fuori terra di cui uno arretrato, e due piani interrati per archivi, laboratori, centrali di condizionamento. Altezza utile netta di ogni piano e spessore orizzontamento, come per il corpo alto. Cubatura netta complessiva (senza autorimessa): 11.500 mc.

Per ogni modulo di parete perimetrale Sud (cui si affacciano solo uffici, mentre a Nord sono ubicati anche i servizi, ascensori, scale, cavedi tecnici), la superficie vetrata (trasparente) è di 1,90 × 1,90 = 3,6 mq, e quella opaca, di 6 mq, è costituita da muricci a cassa vuota (con lastre come per il corpo alto) di spessore uguale a 0,70 m in corrispondenza ai pilastri ed a 0,25 m in corrispondenza ai davanzali: il rapporto vetrato/opaco è dunque di 0,6.

Il numero dei moduli, fuori terra, sulla parete Sud è pari a 42. Per il piano tipo, il rapporto: volume ambiente netto/superficie esterna è di 7,5 mc/mq, di cui 2,8 per il vetro e 4,7 per l'opaco.

Negli uffici è previsto un affollamento di 1 persona/5 mq: la profondità degli uffici è mediamente di 5,80 m.

— Autorimessa: completamente interrata, con una superficie in pianta di m 23,77 × 29,77, un'altezza netta di 3,65 m ed una cubatura complessiva di 2.500 mc.

In merito all'impianto di condizionamento diamo i seguenti elementi generali e particolari.

— **Centrale Frigorifera:** Nella zona di ubicazione del fabbricato l'atmosfera esterna è caratterizzata da una umidità il cui tasso è soggetto a cospicue e rapide variazioni durante il giorno: inoltre, per la prevalente esposizione ad Est il corpo alto è sottoposto a variazioni di carico termico, specie estivo, di entità notevole e con punte elevate.

Per non dover proporzionare la potenza frigorifera a dette punte (anche ai fini di non elevare l'impegnato elettrico a valori troppo onerosi) si è scelta una centrale del tipo con accumulo diretto di ghiaccio sui 2 evaporatori di tipo a rastrelliera immersi in vasca di acqua: soluzione già adottata dall'A., in casi analoghi, in Italia ed all'estero.

I gruppi compressori-condensatori sono tre, di cui uno di riserva: ciascun gruppo ha una potenzialità pari al 50 % dell'intero fabbisogno medio-massimo diurno: per le ore di punta interviene l'accumulo di ghiaccio.

I condensatori utilizzano acqua freatica fornita da apposito pozzo trivellato.

Per la produzione di calore sono installati 2 generatori di vapore da 0,3 ate, coprenti caduno il 75 % del fabbisogno totale: l'acqua calda è prodotta in scambiatori.

Il complesso delle centrali frigorifera, termica e di ventilazione primaria è ubicato al secondo

piano interrato ed occupa 450 mq corrispondenti a 2000 mc.

In base alla motivazione esposta nel paragrafo 4-32-3, è stato scelto e realizzato il tipo di impianto 4-31-2 a ventiloconvettori, dopo uno studio preliminare effettuato anche sul tipo 4-31-3 ad eiettoconvettori.

Si riportano di seguito gli elementi fondamentali riguardanti ambedue gli studi: quelli per i ventiloconvettori come ovvio hanno l'avallò della avvenuta realizzazione, mentre quelli per gli eiettoconvettori hanno un valore di confronto.

Per ambedue i tipi di impianto, le condizioni climatiche esterne assunte a base dei calcoli sono le seguenti:

Inverno:
temperatura minima -10°C
Estate:
temperatura massima $+32^{\circ}\text{C}$
umidità massima corrispondente 55 %

L'impianto di condizionamento deve poter realizzare e mantenere negli ambienti i seguenti valori di temperatura, umidità e ricambio aria:

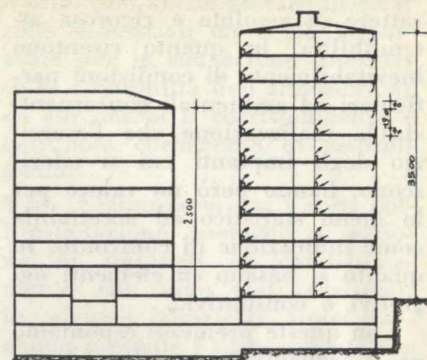
Inverno:
temperatura $+20^{\circ}\text{C}$
umidità $40 \div 60$ %
ricambio minimo: 2 Vol/h pari a 30 mc/h/persona
Estate:
temperatura $+26^{\circ}\text{C}$
umidità $50 \div 60$ %
ricambio minimo: 2 Vol/h pari a 30 mc/h/persona

— **Impianto a ventiloconvettori**
L'impianto (realizzato) presenta le seguenti caratteristiche termotecniche:

— Carichi termici per ogni modulo del corpo Alto
a Est 3130 F/h
a Sud 2230 F/h
— Carichi termici per ogni modulo del corpo Basso
a Sud 1350 F/h
a Nord 550 F/h

— Tenendo conto dell'orientamento dei fabbricati e del fattore di contemporaneità delle radiazioni solari nelle differenti esposizioni, il carico termico estivo totale, per dispersioni e radiazioni e per piano (escluso il ricam-

4-34-1 PALAZZO UFFICI IN TORINO



Sezione A-A

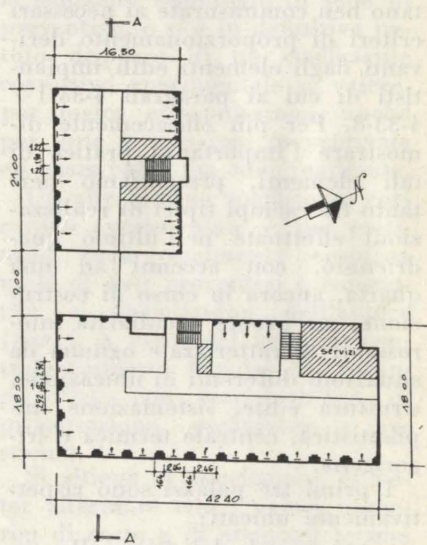
bio dell'aria), risulta nell'ora di punta il seguente:

Corpo basso 7.500 F/h
Corpo alto 40.000 F/h
Totale 47.500 F/h

— Il costo dell'impianto è risultato di L. 127.000.000 pari a L/mc 3150, così costituito:

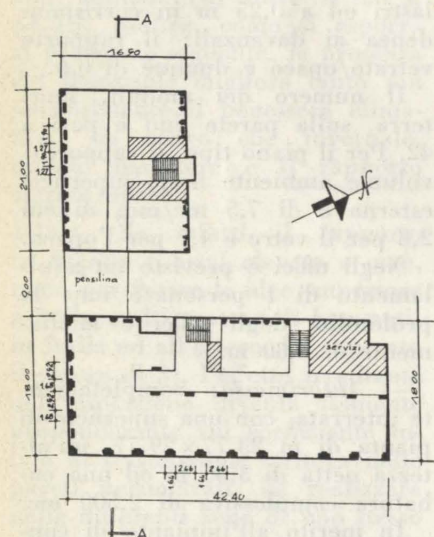
— ventiloconvettori (mediamente uno ogni 1,2 moduli)
L. 32.000.000 (=790 L/mc)
— impianto centrale di ventilazione con collettori principali in muratura esclusi ma compresi canali secondari in cemento-amianto
L. 14.000.000 (=348 L/mc)
— impianto estrazione aria dai soli servizi igienici
L. 1.000.000 (= 25 L/mc)
— rete tubazioni acqua
L. 10.000.000 (=250 L/mc)

4-34-1 PALAZZO UFFICI IN TORINO



Distribuzione aria di ricambio

4-34-1 PALAZZO UFFICI IN TORINO



Ventiloconvettori con colonne verticali di alimentazione e drenaggio

4-34-1 PALAZZO UFFICI IN TORINO (Costi: Riepilogo in milioni di L.)

Volume: 40.500 mc		
Piani fuori terra: 10 ÷ 7		
Pareti perimetrali: muri a cassavuota		
Rapporto superficie vetrata/superficie opaca = $0,97 \div 0,6$ mq/mq		
Rapporto volume ambiente/superficie esterna = $7,9 \div 7,5$ mc/mq		
Veneziane interne		
Tipo di impianto	Ventiloconvettori	Eiettoconvettori
— Ventiloconvettori	32	—
— Eiettoconvettori	—	22
— Impianto centrale di ventilazione con regolazione zonale compensata	14	30
— Impianto estrazione aria dai WC	1	1
— Rete tubazioni acqua	10	10
— Regolazione termostatica locale per gruppi di 3 apparecchi	1	9
— Centrale termica	26,5	26,5
— Centrale frigorifera (ad accumulo di ghiaccio)	33	33
— Impianti riscaldamento servizi e autorimessa	9,5	9,5
— Impianti speciali per locali particolari	—	—
Costo totale impianti	127	141
— Costo esercizio estivo	5,25	5,8
— Costo esercizio invernale	6,9	7,6
— Costo esercizio annuo	12,15	13,4
— Costo gestionale annuo	24,85	27,5

— termostati ambiente (uno ogni 3 apparecchi pari a uno ogni 3,6 moduli)
L. 1.000.000 (= 25 L/mc)
— centrale termica
L. 26.500.000 (=657 L/mc)
— centrale frigorifera
L. 33.000.000 (=820 L/mc)
— impianti riscaldamento per servizi ed autorimesse
L. 9.500.000 (=235 L/mc)
Totale
L. 127.000.000 (=3150 L/mc)

— Il corrispondente costo medio vivo di esercizio, compresi gli oneri per combustibile liquido (a L. 15/kg), energia elettrica (a L. 12/kwh), mano d'opera per conduzione e normale manutenzione ordinaria, è risultato di 170 L/mc per stagione di riscaldamento e di L. 130 per mc per stagione di raffrescamento, pari cioè a L. 300 per mc anno.

Tenendo conto dell'ammortamento in 20 anni al tasso di interesse del 7,5 % il costo gestionale risulta di 614 L/anno per mc.

— **Impianto ad eiettoconvettori**

1) Eiettoconvettori mediamente uno ogni 1,2 moduli
L. 22.000.000 (= 543 L/mc)
2) Impianto centrale di ventilazione con tutti i canali in lamiera
L. 30.000.000 (= 740 L/mc)

3) Impianto estrazione aria dai soli gabinetti
L. 1.000.000 (= 15 L/mc)
4) Rete tubazioni acqua
L. 10.000.000 (= 250 L/mc)
5) Centrale termica
L. 26.500.000 (=655 L/mc)
6) Centrale frigorifera
L. 33.000.000 (=815 L/mc)
7) Impianto riscaldamento per servizi ed autorimessa
L. 9.500.000 (= 235 L/mc)
8) Regolazione termostatica locale (uno ogni 3 apparecchi pari a uno ogni 3,6 moduli)
L. 9.000.000 (= 222 L/mc)
Totale
L. 141.000.000 (=3475 L/mc)

Costo esercizio stagione riscaldamento L/mc 187
Costo esercizio stagione raffrescamento L/mc 143
Costo esercizio annuo L/mc 330
Costo gestionale annuo L/mc 678

Tutti i suindicati valori dei costi sono riportati nella allegata tabella 4-34-1.

4-34-2 Palazzo uffici in Torino, nel centro commerciale (vd. schizzi quotati e dimensionati).

— **Caratteristiche del fabbricato:**

È a pianta rettangolare di circa 44×66 m con cortile interno di 14×35 m. Sotto al cortile interno è ubicata l'autorimessa per un'al-

tezza di due piani (interrati). Il fabbricato ha un'altezza di metri $26,50 \times 3$ fronti di fabbricato, corrispondente a 6 piani fuori terra (dei quali uno arretrato) e due piani interrati; e di m 25 per il fronte posteriore corrispondente a 5 piani fuori terra e due piani interrati.

Il volume complessivo risulta di 65.000 mc con un'altezza netta utile di ogni piano pari a 3,02 m ed uno spessore complessivo dell'orizzontamento fra piano e piano pari a 0,38 m.

La struttura portante è in cemento armato, con solai pure in c.s.a. dello spessore totale, compreso i travi e il pavimento, di 0,21 m. Al disotto del solaio vi è una soffittatura fonoassorbente che forma un'intercapedine di circa 0,14 m all'interno della quale sono ubicati i canali di ventilazione.

La chiusura perimetrale è con muri a cassavuota e serramenti in alluminio e vetro, provvisti di veneziane interne.

Per ogni modulo di parete perimetrale la superficie vetrata trasparente è di $1,15 \times 2,2$ m = 2,53 mq e la superficie opaca, di 2,55 mq, è costituita da muricci di spessore pari a m 0,50 ed in direzione delle finestre da una lastra di eracit di 4 cm di spessore con rivestimento esterno di materiale vetroso. Il rapporto superficie trasparente/superficie opaca è dunque all'incirca uguale all'unità.

Il rapporto volume ambiente netto/superficie esterna riferito al piano tipo, è di 6,2 mc/mq, di cui 3,08 mc/mq per la superficie vetrata trasparente e 3,12 mc/mq per la superficie opaca.

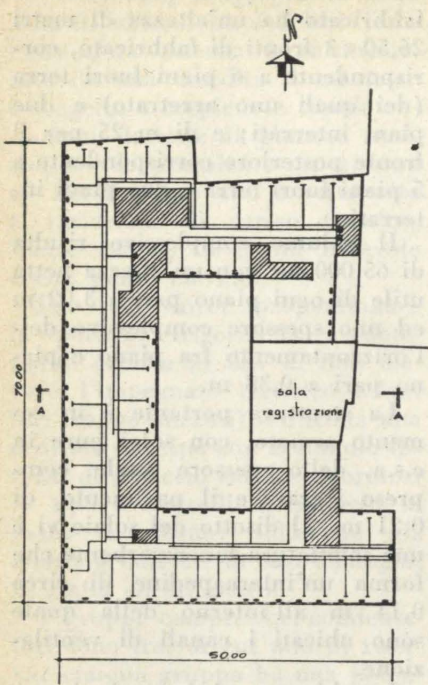
Negli uffici è previsto un affollamento di 1 persona per 9 mq. L'esposizione dei lati più lunghi è Est ed Ovest.

I locali di servizio, ascensori, scale e cavedi tecnici sono situati nelle zone interne o sulle facciate verso cortile.

I locali adibiti ad ufficio sono essenzialmente disposti sulle tre facciate verso vie ed hanno una profondità media di 5,40 m.

Il fabbricato è ubicato in una zona con atmosfera tipicamente centrourbana, ed è interessato dalle ombre dei circostanti edifici, tutti più bassi di 2 o 3 piani.

La centrale di riscaldamento,



Posizione ventiloconvettori e distribuzione aria di ricambio

ventilazione e frigorifera, è situata al secondo piano interrato ed occupa 500 mq, corrispondenti a 2500 mc.

Per la produzione del calore sono installati tre generatori di vapore a 3 ate, aventi due una potenzialità pari al 50 % del massimo fabbisogno ed uno pari al 20 %. L'acqua calda è prodotta a mezzo di scambiatori di calore incorporati nelle caldaie.

Per la produzione del freddo si sono installati 5 gruppi com-

pressori alternativi di Freon 22 per l'alimentazione, in batteria, di 3 evaporatori chiusi a fascio tubiero.

Il frazionamento dei compressori, quanto a numero e potenza unitaria, è stato determinato in funzione delle differenti esigenze (anche di orario) di 3 impianti speciali interni a funzionamento indipendente dal restante fabbricato.

Per l'alimentazione dei condensatori sono stati trivellati due pozzi, che però non sono risultati idonei a fornire acqua in quantità sufficiente: si è dovuto pertanto installare anche n. 2 condensatori di tipo evaporativo, per una potenzialità complessiva pari al 48 per cento del totale fabbisogno dei compressori.

Le condizioni climatiche esterne, assunte a base dei calcoli, sono le seguenti:

Inverno:

temperatura minima -10°C

Estate:

temperatura massima $+32^{\circ}\text{C}$

umidità massima corrispondente 55 %

L'impianto di condizionamento deve poter realizzare e mantenere negli ambienti i seguenti valori di temperatura, umidità e ricambio aria:

Inverno:

temperatura $+20^{\circ}\text{C}$

umidità $40 \div 60$ %

ricambio: minimo 2 Vol/h pari a 55 mc/h/persona

Estate:

temperatura $+26^{\circ}\text{C}$

umidità $50 \div 60$ %

ricambio: minimo 2 Vol/h pari a 55 mc/h/persona.

Sulla scorta delle motivazioni esposte nel paragrafo 4-32-3, è stato in definitiva scelto e realizzato il tipo di impianto 4-31-2 a ventiloconvettori, dopo uno studio preliminare effettuato anche sul tipo 4-31-3 ad eiettoconvettori, e sul tipo 4-31-4 a doppio condotto.

Si riportano di seguito gli elementi fondamentali riguardanti tutti i tre studi: il primo (a ventiloconvettori) ha valore consuntivo dato che è stato realizzato, mentre il secondo ed il terzo hanno valore di confronto.

— Impianto a ventiloconvettori:

L'impianto (realizzato) presenta le seguenti caratteristiche termiche:

Carichi termici per ogni modulo

Ovest 1115 kfrig/h

Nord 190 »

Sud 745 »

Tenendo conto dell'orientamento del fabbricato e del fattore di contemporaneità delle radiazioni solari nelle differenti esposizioni, il carico termico estivo totale, per dispersioni e radiazioni, e per piano (escluso il ricambio dell'aria), risulta di 96.000 kfrig/h.

Il costo dell'impianto è risultato di L. 197.000.000 pari a L/mc 3032, così costituito:

— Ventiloconvettori (mediamente uno per ogni 2 moduli) L. 53.000.000 (=L/mc 815)

— Impianto centrale di ventilazione L. 26.500.000 (=L/mc 408)

— Impianto estrazione aria per soli WC L. 1.700.000 (=L/mc 26)

— Rete tubazione acqua L. 12.500.000 (=L/mc 192)

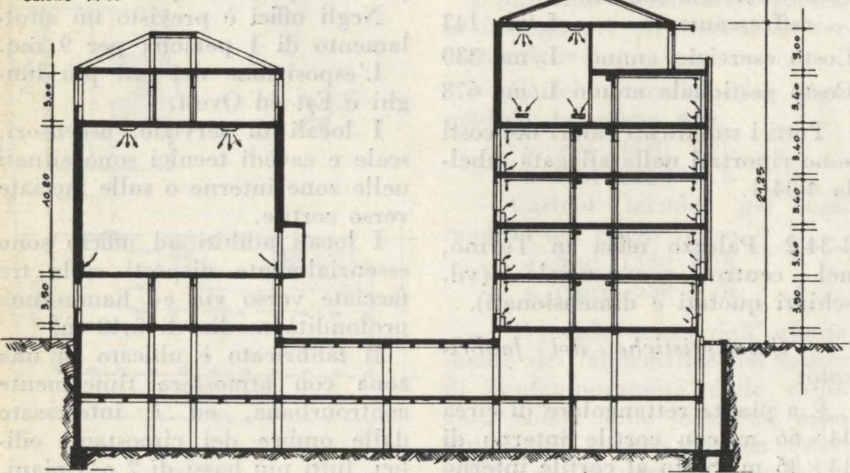
— Termostati ambiente (uno per ogni due apparecchi pari a uno per ogni 4 moduli) L. 2.400.000 (=L/mc 37)

— Centrale termica L. 19.000.000 (=L/mc 293)

— Centrale frigorifera con condensatori evaporativi L. 57.500.000 (=L/mc 886)

PALAZZO UFFICI IN TORINO

Sezione A-A



Sezione A-A

— Impianti di riscaldamento per servizi ed autorimessa L. 8.800.000 (=L/mc 135)

— Impianti speciali per locali particolari L. 15.600.000 (=L/mc 240)

Totale

L. 197.000.000 (=L/mc 3032)

Il corrispondente costo vivo di esercizio, compresi come sempre gli oneri per combustibile, energia elettrica, mano d'opera per conduzione e piccola manutenzione ordinaria, risulta di L/mc 146 per le stagioni di riscaldamento e di L/mc 130 per la stagione di raffrescamento, pari cioè a L. 276 per mc/anno.

Tenendo conto dell'ammortamento in 20 anni al tasso di interesse del 7,5 % il costo gestionale risulta di 580 L/anno per mc.

— Impianto a eiettoconvettori:

1) Eiettoconvettori (mediamente uno ogni due moduli) L. 35.000.000 (= 538 L/mc)

2) Impianto centrale ventilazione L. 29.000.000 (= 447 L/mc)

3) Impianto estrazione aria dai soli WC L. 1.700.000 (= 26 L/mc)

4) Rete tubazioni acqua L. 12.500.000 (= 192 L/mc)

5) Centrale termica L. 19.000.000 (= 292 L/mc)

6) Centrale frigorifera con condensatori evaporativi L. 57.500.000 (= 885 L/mc)

7) Impianti di riscaldamento per servizi e autorimessa L. 8.800.000 (= 135 L/mc)

8) Impianti speciali per locali particolari L. 15.600.000 (= 240 L/mc)

Totale

L. 179.100.000 (=2755 L/mc)

10) Regolazione termostatica locale (uno ogni due apparecchi pari a uno ogni 4 moduli) L. 21.000.000 (= 323 L/mc)

Totale

L. 200.100.000 (=3078 L/mc)

Costo esercizio riscaldamento L/mc 160

Costo esercizio raffrescamento L/mc 143

Costo esercizio annuo L/mc 303

Costo gestionale annuo L/mc 611

— Impianto a doppio condotto con cassette miscelatrici termostatiche

1) Cassette miscelatrici termostatiche (una ogni 4 moduli) L. 12.500.000 (=L/mc 193)

2) Impianto ventilazione (107 ÷ 130) L. 105.000.000 (=L/mc 1615)

3) Centrale termica L. 16.000.000 (=L/mc 247)

4) Centrale frigorifera con condensatori evaporativi L. 56.600.000 (=L/mc 872)

5) Impianti di riscaldamento per servizi e autorimessa L. 8.800.000 (=L/mc 135)

6) Impianti speciali per locali particolari L. 15.600.000 (=L/mc 240)

Totale

L. 214.500.000 (=L/mc 3302)

Costo esercizio riscaldamento L/mc 168

Costo esercizio raffrescamento L/mc 153

Costo esercizio annuo L/mc 321

Costo gestionale annuo L/mc 651

Facciamo osservare che il relativamente piccolo aumento di costo gestionale di questa soluzione in confronto alle due precedenti, deriva sostanzialmente dall'esistenza, in questo caso par-

ticolare, di utenze di clima speciale (teatro posa, sale proiezione, sala registrazione) il cui soddisfacimento richiede per tutte le tre soluzioni esaminate impianti specifici identici. Poiché questi ultimi incidono sensibilmente sul complesso delle utenze, sia quanto a potenze termiche e frigorifere specifiche necessarie, sia quanto a cubatura interessata, ne risulta in parte falsato il costo medio per mc. Scorrendo tutto quanto sopra, ne derivano praticamente i rapporti di costo gestionali specifici che saranno indicati per il fabbricato uffici 4-34-3, ed in cui al contrario la destinazione d'uso della cubatura è per soli uffici e servizi direttamente afferenti.

Tutti i suindicati valori dei costi sono riportati nella allegata Tabella 4-34-2.

4-34-3 Palazzo uffici in Brescia, nel centro industriale (vd. schizzi quotati e dimensionati).

In questo fabbricato esisteva la effettiva possibilità di scegliere preventivamente l'orientamento più razionale per le facciate principali del fabbricato.

Si sono pertanto effettuati studi preventivi in ordine anche all'orientamento ed alla presenza dei frangisole, nonché a due soluzioni di rapporto vetrato-opaco: oltre- ché ai confronti fra i tipi di im-

pianto: 4-31-2; 4-31-3; 4-31-4 (co-

4-34-2 PALAZZO UFFICI IN TORINO (Costi: Riepilogo in milioni di L.)

Volume: 65.000 mc Piani fuori terra: 6 ÷ 5 Pareti perimetrali: cassa vuota Rapporto superficie vetrata/superficie opaca: 1 mq/mq Rapporto volume ambiente/superficie esterna: 6,2 mc/mq Veneziane interne			
Tipo di impianto	Ventiloconvettori	Eiettoconvettori	Doppio condotto
— Ventiloconvettori	53	—	—
— Eiettoconvettori	—	35	—
— Cassette miscelatrici termostatiche	—	—	12,5
— Impianto centrale di ventilazione (con regolazione zonale compensata)	26,5	29	105
— Impianto estrazione aria dai WC	1,7	1,7	—
— Rete tubazioni acqua	12,5	12,5	—
— Regolazione termostatica locale per gruppi di due apparecchi	2,4	21	—
— Centrale termica	19	19	16
— Centrale frigorifera (con condensatori evaporativi)	57,5	57,5	56,6
— Impianti di riscaldamento per servizi ed autorim.	8,8	8,8	8,8
— Impianti speciali per locali particolari	15,6	15,6	15,6
— Regolazione zonale compensata	—	3	—
Costo totale impianti	197	200,1	214,5
— Costo esercizio estivo	8,45	9,3	9,95
— Costo esercizio invernale	9,5	10,4	10,9
— Costo esercizio annuo	17,95	19,7	20,85
— Costo gestionale annuo	37,65	39,7	42,3

me per il precedente fabbricato). Gli elementi principali dello studio sono riportati di seguito: l'impianto eseguito è, anche in questo caso, quello a ventiloconvettori.

— Caratteristiche del fabbricato.

Il palazzo uffici ha una pianta rettangolare di 69,20 x 24,80 m ed un'altezza di 21,35 m corrispondente a 5 piani fuori terra e con un piano seminterrato.

netto/superficie esterna, riferito al piano tipo, è pari a 9,12 mc/mq, di cui 5,93 mc/mq per la superficie vetrata trasparente e 3,19 mc/mq per la superficie opaca.

Negli uffici è previsto un affollamento pari a 1 persona ogni 8 mq.

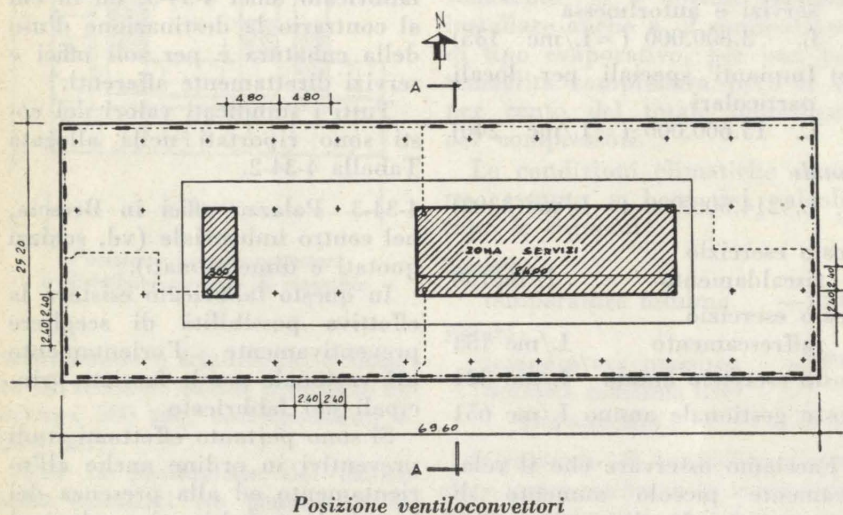
L'esposizione dei due lati più lunghi è Sud-Nord.

Locali di servizio, ascensori, scale e cavedi tecnici sono ubicati nella zona centrale della pianta.

I locali adibiti a ufficio sono su

4-34-3

PALAZZO UFFICI IN BRESCIA



Il volume complessivo risulta di 36.600 mc con un'altezza netta utile di ogni piano pari a 3,00 m ed uno spessore complessivo dell'orizzontamento fra piano e piano pari a 0,75 m.

La struttura portante è in cemento armato con solai misti in cemento e laterizio. A filo inferiore delle travi cioè a 75 cm dal filo superiore del solaio finito vi è una controsoffittatura fonoassorbente.

La chiusura perimetrale è formata con struttura metallica tipo « Curtain Wall ».

Per ogni modulo di parete perimetrale la superficie vetrata trasparente è di $1,95 \times 1,20 \text{ m} = 2,34 \text{ mq}$ e la superficie opaca, di $1,26 \text{ mq}$, è costituita da una lastra esterna in alluminio rivestita all'interno con 5 cm di sughero. I moduli sono 156 per piano, con un totale di 780.

Il rapporto superficie trasparente/superficie opaca è pari a 1,85.

Il rapporto volume ambiente

tutto il perimetro esterno con una profondità media di 6,00 m.

Per l'alimentazione degli impianti termici si deriva vapore a media pressione e acqua di pozzo da una centrale generatrice esistente, con un allacciamento di circa 400 m di lunghezza.

La Centrale di condizionamento è ubicata al piano interrato ed occupa 315 mq corrispondente a 850 mc.

Le condizioni climatiche esterne, assunte a base dei calcoli sono le seguenti:

Inverno:

temperatura minima -8°C

Estate:

temperatura massima $+32^{\circ}\text{C}$

umidità massima corrispondente 55 %

L'impianto di condizionamento deve poter realizzare e mantenere negli ambienti i seguenti valori di temperatura, umidità e ricambio aria:

Inverno:

temperatura $+20^{\circ}\text{C}$

umidità $40 \div 60 \%$

ricambio: minimo = 2 Vol/h pari a 48 mc/h/persona

Estate:

temperatura $+26^{\circ}\text{C}$

umidità $50 \div 60 \%$

ricambio: minimo = 2 Vol/h pari a 48 mc/h/persona.

I) Impianto del tipo con ventiloconvettori

A) L'impianto così come è stato realizzato presenta le seguenti caratteristiche termiche:

carichi termici (massimi) per ogni coppia di moduli (scriviamo per brevità: F/h in luogo di kfrig/h)

a Nord 410 F/h

a Sud 1560 F/h

a Est 2250 F/h

a Ovest 2250 F/h

Tenendo conto dell'orientamento del fabbricato (con esposizioni principali a Nord e a Sud) e del fattore di contemporaneità delle radiazioni solari nelle differenti esposizioni il carico termico estivo totale per dispersioni e radiazioni risulta di circa 73.000 F/h (escluso il ricambio dell'aria), per ogni piano.

Il costo dell'impianto è risultato di L. 116.300.000 pari a 3178 L/mc così costituito:

— Ventiloconvettori (mediamente uno ogni 2,5 moduli)

L. 27.500.000 (= 750 L/mc)

— Impianto centrale di ventilazione

L. 27.000.000 (= 740 L/mc)

— Impianto estrazione aria

L. 4.000.000 (= 109 L/mc)

— Rete tubazioni acqua

L. 12.000.000 (= 327 L/mc)

— Termostati ambiente (uno ogni 2,5 apparecchi pari a uno ogni 6,25 moduli)

L. 1.000.000 (= 27 L/mc)

— Sottocentrale termica

L. 15.000.000 (= 410 L/mc)

— Centrale frigorifera

L. 29.800.000 (= 815 L/mc)

Totale

L. 116.300.000 (= 3178 L/mc)

Il corrispondente costo vivo di esercizio, compresi i consueti oneri per combustibile, energia elettrica, mano d'opera per conduzione, e piccola manutenzione ordinaria, risulta di L. 250 per mc

e per stagione di riscaldamento e di L. 140 per mc e per stagione di raffreddamento, pari cioè a L. 390 per mc/anno.

Tenendo conto dell'ammortamento in 20 anni al tasso di interesse del 7,5 % il costo gestionale risulta di 708 L/anno per mc.

B) Per lo stesso identico fabbricato orientato però con le esposizioni principali a Est e a Ovest il totale carico termico estivo (escluso il ricambio) sale da 73.000 F/h a 94.000 F/h (sempre per piano).

Il costo dell'impianto sale da L. 116.300.000 a L. 135.700.000 pari a 3709 L/mc e così costituito:

— Ventiloconvettori (mediamente uno per ogni due moduli)

L. 35.500.000 (= 970 L/mc)

— Impianto centrale di ventilazione

L. 27.000.000 (= 740 L/mc)

— Impianto estrazione aria

L. 4.000.000 (= 109 L/mc)

— Rete tubazioni acqua

L. 15.500.000 (= 424 L/mc)

— Termostati ambiente (uno ogni 2,5 apparecchi pari a uno per ogni 5 moduli)

L. 1.400.000 (= 38 L/mc)

— Sottocentrale termica

L. 15.000.000 (= 410 L/mc)

— Centrale frigorifera

L. 37.300.000 (= 1018 L/mc)

Totale

L. 135.700.000 (= 3709 L/mc)

Il corrispondente costo annuo di esercizio sale da $250 + 140 = 390$ L/mc a $250 + 185 = 435$ L/mc ed il costo gestionale da 707 L/mc/anno a 805 L/mc/anno.

C) Per lo stesso identico fabbricato con esposizioni principali a Est-Ovest munito però di frangisole esterni (a intercettazione integrale) dei raggi solari diretti anziché di veneziane interne, il totale carico termico estivo (escluso il ricambio di aria) scende a 52.000 F/h.

Il costo dell'impianto si riduce a L. 95.500.000 pari a 2611 L/mc e così costituito:

— Ventiloconvettori (mediamente uno ogni 4 moduli)

L. 17.800.000 (= 487 L/mc)

— Impianto centrale di ventilazione

L. 27.000.000 (= 740 L/mc)

— Impianto estrazione aria

L. 4.000.000 (= 109 L/mc)

— Rete tubazioni acqua

L. 8.000.000 (= 218 L/mc)

— Termostati ambiente (uno per ogni 1,5 apparecchi pari a uno per ogni 6 moduli)

L. 1.200.000 (= 33 L/mc)

— Sottocentrale termica

L. 15.000.000 (= 410 L/mc)

— Centrale frigorifera

L. 22.500.000 (= 614 L/mc)

Totale

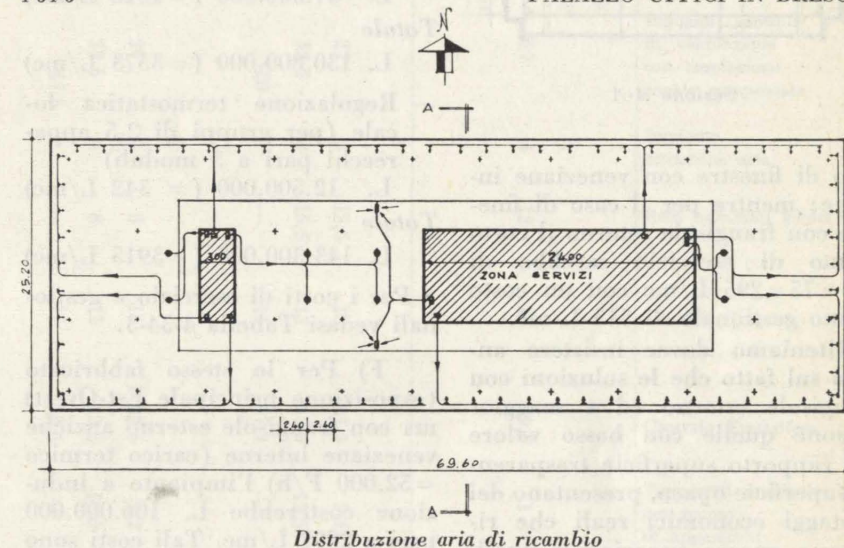
L. 95.500.000 (= 2611 L/mc)

Il corrispondente costo annuo di esercizio scende a $L. 250 + 110 = 360$ L/mc ed il costo di gestione a 620 L/mc anno.

D) Per lo stesso fabbricato avente le esposizioni principali a Est-Ovest (e munito, in un caso, di veneziane interne e nell'altro caso di frangisole esterni) nel quale però si riduca ora la super-

4-34-3

PALAZZO UFFICI IN BRESCIA



fice vetrata trasparente in modo da avere sul perimetro un modulo di finestra ed un modulo di parete opaca, il rapporto superficie trasparente/superficie opaca diminuisce allora da 1,85 a 0,48.

Il carico termico estivo totale (escluso il ricambio dell'aria) scende a 60.000 F/h per finestre con veneziane interne e a 40.000 F/h per finestre con frangisole esterno.

Il costo dell'impianto scende a L. 108.600.000 pari a 2969 L/mc per finestre con veneziane interne e a L. 80.400.000 pari a 2202

L/mc per finestra con frangisole esterno. Costi così costituiti:

per finestre con veneziane interne

— Ventiloconvettori (mediamente uno ogni 2,8 moduli)

L. 25.300.000 (= 692 L/mc)

— Impianto centrale di ventilazione

L. 27.000.000 (= 740 L/mc)

— Impianto estrazione aria

L. 4.000.000 (= 109 L/mc)

— Rete tubazioni acqua

L. 11.000.000 (= 300 L/mc)

— Termostati ambiente (uno ogni 2 apparecchi pari a uno per ogni 5,6 moduli)

L. 1.300.000 (= 36 L/mc)

— Sottocentrale termica

L. 14.000.000 (= 383 L/mc)

— Centrale frigorifera

L. 26.000.000 (= 709 L/mc)

Totale

L. 108.600.000 (= 2969 L/mc)

- Rete tubazioni acqua
L. 6.000.000 (= 164 L/mc)
- Sottocentrale termica
L. 14.000.000 (= 383 L/mc)
- Centrale frigorifera
L. 15.500.000 (= 416 L/mc)
- Totale**
L. 81.000.000 (= 2207 L/mc)

- Regolazione termostatica locale (per ogni apparecchio pari a 5,6 moduli)
L. 11.500.000 (= 314 L/mc)
- Totale**
L. 92.500.000 (= 2521 L/mc)

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-3.

III) Impianto del tipo a doppio condotto con cassette miscelatrici termostatiche

H) Per lo stesso fabbricato orientato con le esposizioni principali a Est-Ovest un impianto ad aria a doppio condotto di prestazioni analoghe a quelle degli impianti precedenti costerebbe Lire 175.800.000, pari a 4805 L/mc, nel caso di finestre ampie (rapporto trasparente/opaco = 1,85) con veneziane interne.

Costo così costituito:

- Cassette miscelatrici termostatiche (una ogni 5 moduli)
L. 7.500.000 (= 205 L/mc)
- Impianto ventilazione
L. 120.000.000 (= 3280 L/mc)
- Sottocentrale termica
L. 11.000.000 (= 300 L/mc)
- Centrale frigorifera
L. 37.300.000 (= 1020 L/mc)
- Totale**
L. 175.800.000 (= 4805 L/mc)

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-3.

I) Per lo stesso fabbricato (esposizione Est-Ovest) a finestre ampie ma con frangisole esterno l'impianto a doppio condotto costerebbe L. 124.300.000, pari a 3395 L/mc:

- Cassette miscelatrici termostatiche (una ogni 6 moduli)
L. 6.300.000 (= 172 L/mc)
- Impianto ventilazione
L. 84.500.000 (= 2308 L/mc)

- Sottocentrale termica
L. 11.000.000 (= 300 L/mc)
- Centrale frigorifera
L. 22.500.000 (= 615 L/mc)
- Totale**
L. 124.300.000 (= 3395 L/mc)

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-3.

L) Per lo stesso fabbricato (esposizione Est-Ovest) a finestre ridotte (superficie trasparente/superficie opaca=0,48) con veneziane interne, l'impianto a doppio condotto costerebbe L. 137.700.000 pari a 3761 L/mc:

- Cassette miscelatrici termostatiche (una per ogni 5,6 moduli)
L. 6.700.000 (= 183 L/mc)
- Impianto ventilazione
L. 95.000.000 (= 2595 L/mc)
- Sottocentrale termica
L. 10.000.000 (= 273 L/mc)
- Centrale frigorifera
L. 26.000.000 (= 710 L/mc)

Totale
L. 137.700.000 (= 3761 L/mc)

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-3.

M) Per lo stesso fabbricato (esposizione Est-Ovest) a finestre ridotte (superficie vetrata/superficie opaca=0,48) ma con frangisole esterno, l'impianto a doppio condotto costerebbe L. 98.700.000, pari a 2695 L/mc:

- Cassette miscelatrici termostatiche (una ogni 5,6 moduli)
L. 6.700.000 (= 183 L/mc)
- Impianto ventilazione
L. 66.500.000 (= 1316 L/mc)
- Sottocentrale termica
L. 10.000.000 (= 273 L/mc)
- Centrale frigorifera
L. 15.500.000 (= 423 L/mc)

Totale
L. 98.700.000 (= 2695 L/mc)

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella n. 1.

Tutti i valori dei costi degli impianti sopra riportati per i differenti tipi di impianto e per questo fabbricato uffici sono indicati in riepilogo nella allegata Tabella 4-34-3.

4-34-4 Palazzo uffici in Parigi, nel centro commerciale (vd. schizzi quotati e dimensionati).

In quanto il fabbricato è tuttora in corso di costruzione, con ultimazione prevista per l'inizio dell'inverno 1963-64, non possiamo per l'impianto corrispondente alcun elemento realmente consuntivo (se si eccettuano gli importi delle ordinazioni principali): come tale non dovrebbe essere considerato nella presente trattazione, che si riferisce esclusivamente a elementi consuntivi, almeno di base e di riferimento.

Se ne fa invece qui un cenno, sia pur breve, perchè l'impianto in oggetto costituisce una parziale deroga ai criteri di scelta indicati nel paragrafo 4-32-3, in quanto l'impianto scelto è quello 4-31-3, cioè ad eiettoconvettori: malgrado che anche il costo di installazione sia risultato preventivamente, a parità di prestazioni, più elevato di quello tipo 4-31-2, cioè a ventiloconvettori (vd. nel seguito).

La deroga è stata decisa esclusivamente perchè le particolari caratteristiche edili del fabbricato consentivano con l'impianto 4-31-3 una maggior utilizzazione (del 2÷3 %) della cubatura complessiva costruibile in base ai regolamenti edili locali: questo è stato considerato più importante economicamente del maggior costo gestionale che risulterà per il 4-31-3 in confronto con il 4-31-2, dato l'elevatissimo valore commerciale della superficie (coperta) utile nella zona considerata, che è a poche decine di metri dall'Etoile.

— Caratteristiche del fabbricato.

La pianta è rettangolare di 20×50 m, con un'altezza di 18,70 metri corrispondente a 4 piani interrati, più il piano terreno di altezza doppia (adibito a salone di esposizione).

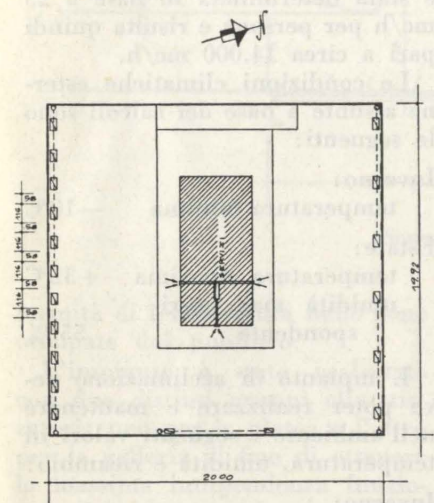
Al di sopra si eleva la torre uffici a pianta quadrata di 20×20 per un'altezza di 23,00 m corrispondenti a 8 piani dei quali 3 arretrati.

Il volume complessivo risulta di 25.000 mc con un'altezza netta utile del piano tipo pari a 2,56 m ed uno spessore complessivo del-

l'orizzontamento, fra piano e piano, pari a 0,23 m.

La struttura portante è in cemento armato con solai pure in cemento armato, dello spessore totale, compreso il pavimento, di

4-34-4 PALAZZO UFFICI IN PARIGI



Posizione eiettoconvettori e distribuzione aria di ricambio

0,19 m. Al disotto del solaio vi è una soffittatura fonoassorbente dello spessore di 2 cm che forma un'intercapedine di 2 cm all'interno della quale è ubicata la tubazione di drenaggio della condensa dei mobiletti eiettoconvettori.

La chiusura perimetrale è a pilastri in cemento armato e serramenti in alluminio e vetro con tende esterne in tessuto plastico.

Per ogni modulo di parete perimetrale la superficie vetrata trasparente è di $2,32 \times 1,16 \text{ m} = 2,7 \text{ mq}$, e la superficie opaca, di 1,75 mq, è costituita da pilastri di spessore pari a m 0,20 e, fra pilastro e pilastro, da paretina in cemento armato con rivestimento esterno in acciaio inox.

Il rapporto superficie trasparente/superficie opaca è pari a circa 1,55.

Il rapporto volume ambiente netto/superficie esterna, riferito al piano tipo, è pari a 8,55 mc/mq, di cui 5,2 mc/mq per la superficie vetrata trasparente e 3,55 mc/mq per la superficie opaca.

Negli uffici è previsto un affollamento pari a una persona ogni 6 mq.

Il fabbricato è confinante late-

ralmente con fabbricati esistenti ed i due fronti hanno esposizione Sud e Nord.

I locali di servizio, ascensori, scale e cavedi tecnici sono ubicati nelle zone interne.

I locali adibiti ad ufficio sono ubicati sui due fronti ed hanno una profondità media di 6,25 m.

La centrale di riscaldamento, ventilazione e frigorifera è ubicata al quarto piano interrato ed occupa 300 mq corrispondenti a 1050 mc.

La centrale termica è costituita da due caldaie a vapore, con potenzialità unitaria pari al 65 % del totale fabbisogno di calore. Il vapore, a mezzo di scambiatori a superficie, produce acqua calda alle differenti temperature richieste dai diversi circuiti (condizionatori centrali, condizionatori modulari, aerotermini).

La centrale frigorigena è costituita da un pozzo trivellato per acqua freatica utilizzata per il preraffrescamento dell'aria e poi per i condensatori di due gruppi frigoriferi, ciascuno di potenza pari al 65 % del totale fabbisogno di freddo.

Le condizioni climatiche esterne, assunte a base dei calcoli, sono le seguenti:

Inverno:

temperatura minima	— 7°C
temperatura massima	+ 30°C
umidità massima corrispondente	55 %

L'impianto di condizionamento deve realizzare e mantenere negli ambienti i seguenti valori di temperatura, umidità e ricambio aria:

Inverno:

temperatura	+ 20°C
umidità	50 ÷ 60 %
ricambio: minimo 2 Vol/h pari a 31 mc/h/persona	

Estate:

temperatura	+ 21°C
umidità	45 ÷ 55 %
ricambio: minimo 2 Vol/h pari a 31 mc/h/persona.	

— Impianto a eiettoconvettori.

L'impianto (in corso di realizzazione) presenta le seguenti caratteristiche termiche:

Negli uffici per ogni modulo:

$$S = 540 \text{ kfrig/h}$$

$$N = 290 \text{ kfrig/h}$$

Tenendo conto dell'orientamento del fabbricato e del fattore di contemporaneità delle radiazioni solari nelle differenti esposizioni, il carico termico estivo totale, per dispersioni e radiazioni e per piano (escluso il ricambio dell'aria) risulta di circa 9000 F/h.

Il costo dell'impianto, in fase preventiva, risulta di L. 120 milioni 400.000, così costituito:

- Eiettoconvettori (mediamente uno per ogni 1,3 moduli)
L. 26.150.000 (= L/mc 1045)
- Impianto centrale ventilazione
L. 20.500.000 (= L/mc 820)
- Impianto estrazione aria
L. 2.500.000 (= L/mc 100)
- Rete tubazioni acqua
L. 7.900.000 (= L/mc 316)
- Centrale termica
L. 11.850.000 (= L/mc 474)
- Centrale frigorifera
L. 20.000.000 (= L/mc 800)
- Impianti di riscaldamento per servizi ed autorimessa
L. 3.000.000 (= L/mc 120)
- Impianto speciale per salone esposizione
L. 8.500.000 (= L/mc 340)

Totale
L. 100.400.000 (= L/mc 4015)

— Regolazioni automatiche ambiente comprendenti una valvola per eiettoconvettore limitatamente a 69 apparecchi ubicati negli ultimi tre piani e n. 4 valvole in ognuno degli altri piani per regolazioni zonali
L. 9.400.000 (= L/mc 376)

Totale
L. 109.800.000 (= L/mc 4391)

— Eventuale completamento della regolazione automatica con una valvola per ogni eiettoconvettore
L. 10.600.000 (= L/mc 424)

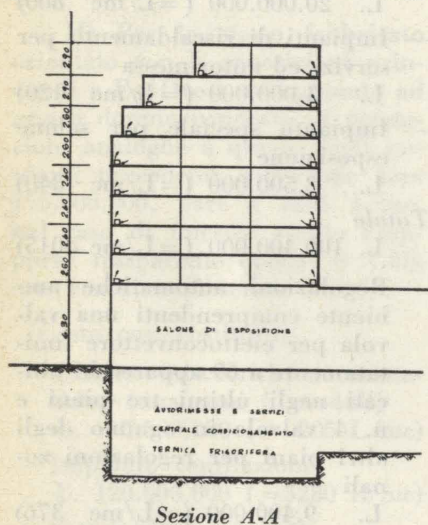
Totale
L. 120.400.000 (= L/mc 4815)

La soluzione per ora adottata è quella con regolazione individuale limitata a 69 apparecchi, e con regolazione zonale, a 4 valvole per piano, per tutti gli altri. Ne risulta un costo di installazione che è praticamente uguale a quello della soluzione a ventiloconvettori sottoindicata (che sarebbe però dotata di regolazione individuale per tutti gli ambienti).

Volume: 25.000 mc
Piani fuori terra: 9
Pareti perimetrali: pilastri in cls e serramenti metallici
Rapporto superficie vetrata/superficie opaca: 1,55 mq/mq
Rapporto volume ambiente/superficie esterna: 8,55 mc/mq
Tende esterne
Esposizione principale: Sud-Nord

Tipo di impianto	Ventiloconvettori	Eiettoconvettori
— Ventiloconvettori	36,3	—
— Eiettoconvettori	—	26,15
— Impianto centrale di ventilazione con regolazione zonale compensata	17,15	20,5
— Impianto estrazione aria	2,5	2,5
— Rete tubazioni acqua	7,9	7,9
— Regolazione termostatica locale parziale	—	9,4
— Centrale termica	11,85	11,85
— Centrale frigorifera	20	20
— Impianti di riscaldamento per servizi ed autorim.	3	3
— Impianto speciale per salone esposizioni	8,5	8,5
— Regolazione termostatica locale generale (completamento a tutti gli apparecchi)	3,5	10,6
Costo totale impianti	110,7	120,4

4-34-4 PALAZZO UFFICI IN PARIGI



Sezione A-A

— Impianto speciale per salone esposizione

L. 8.500.000 (=L/mc 340)

— Termostati ambiente (uno per ogni apparecchio)

L. 3.500.000 (=L/mc 140)

Totale

L. 110.700.000 (=L/mc 4426)

Tutti i soprariportati valori di costo sono indicati in riepilogo nella allegata Tabella 4-34-4.

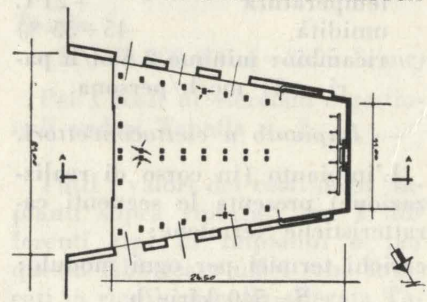
4-34-5 Sala Cinematografica.

La sala in oggetto ha un volume complessivo di 3500 mc con una superficie di platea pari a 380 mq con 350 posti ed una superficie di galleria pari a 220 mq con 200 posti.

Il fabbricato è esposto all'esterno su tre facciate: la facciata di ingresso invece è in comune con un altro fabbricato in cui è incorporato l'ingresso stesso.

Il fabbisogno di calore per il riscaldamento invernale risulta di

4-34-5 SALA CINEMATOGRAFICA



Pianta platea

235.000 Cal/h pari a 67 Cal/h/mc. Il fabbisogno di freddo per il raffrescamento estivo risulta di 115.000 F/h pari a 33 F/h/mc (anche qui F per brevità, in luogo di kfrig/).

Per il ricambio dell'aria la portata dell'impianto di ventilazione è stata determinata in base a 25 mc/h per persona e risulta quindi pari a circa 14.000 mc/h.

Le condizioni climatiche esterne assunte a base dei calcoli sono le seguenti:

Inverno:

temperatura minima -10°C

Estate:

temperatura massima $+32^{\circ}\text{C}$

umidità max corrispondente 55 %

L'impianto di acclimazione deve poter realizzare e mantenere nell'ambiente i seguenti valori di temperatura, umidità e ricambio:

Inverno:

temperatura $+18^{\circ}\text{C}$

umidità $40 \div 50 \%$

ricambio 25 mc/h/persona

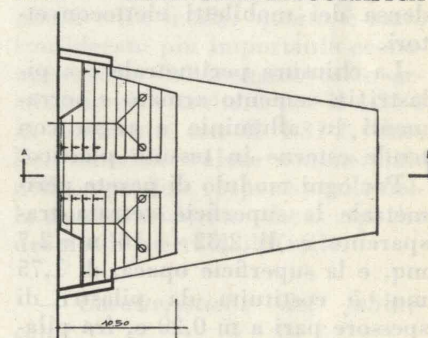
Estate:

temperatura $+26^{\circ}\text{C}$

umidità $50 \div 60 \%$

ricambio 25 mc/h/persona

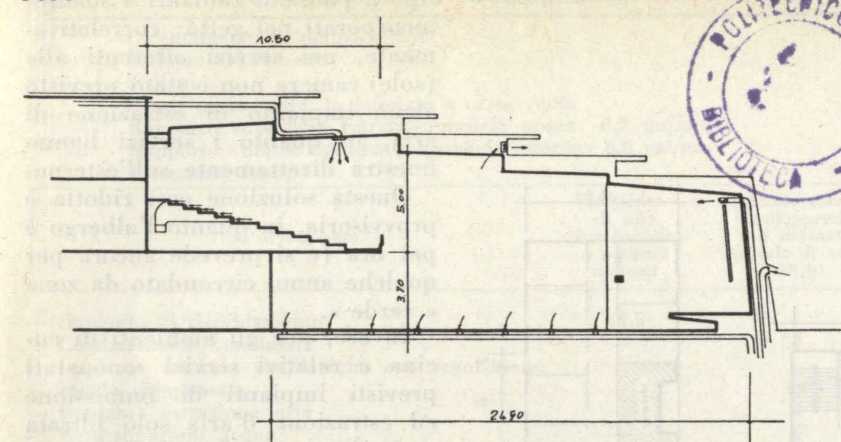
4-34-5 SALA CINEMATOGRAFICA



Pianta galleria

Si è ritenuto tecnicamente idoneo l'impianto ad aria centralmente trattata e distribuita con unico canale su due circuiti: uno per la platea e l'altro per la galleria.

Tale impianto mentre consente il voluto ricambio offre pure la possibilità di distribuire in modo opportuno aria a temperature differenti nelle due zone (platea e galleria) in modo da garantire all'ambiente una sufficiente uni-



Sezione A-A

formità di temperatura nelle zone occupate dal pubblico.

L'impianto è stato realizzato con due distinti gruppi climatizzatori: uno per la platea e l'altro per la galleria al fine di ottenere la massima indipendenza funzionale dei due circuiti.

L'acqua calda è derivata da una centrale termica che serve anche altre utenze e pertanto il corrispondente costo di impianto non è compreso nell'importo dei costi.

L'impianto in esame è stato realizzato senza alcun trattamento di raffrescamento ma con le sole predisposizioni per un eventuale futuro completamento con l'installazione di apposito pozzo e gruppo frigorifero.

L'impianto, come è stato realizzato, è costato L. 8.500.000 pari a circa 2430 L/mc. L'importo è così costituito:

— Canali e bocchette

L. 4.600.000

— Tubazioni e valvolame

L. 1.400.000

— Gruppi di climatizzazione

L. 2.000.000

— Coibentazione

L. 500.000

Totale L. 8.500.000

Il completamento dell'impianto con apposito pozzo trivellato e con gruppo frigorifero comporterebbe una ulteriore spesa di L. 6.500.000, pari a ulteriori 1860

4-34-5 SALA CINEMATOGRAFICA (Riepilogo Costi in milioni di L.)

Tipo di impianto	Impianto centrale ad aria distribuzione a 1 solo condotto su 2 circuiti		
	con solo riscaldamento invernale	con raffrescamento estivo disponibilità acqua di pozzo a 13°C	senza acqua di pozzo
Volume ambiente: 3.500 mc Superficie platea: 380 mq Superficie galleria: 220 mq N. persone in platea: 350 N. persone in galleria: 200			
— Canali e bocchette	4,6	4,6	4,6
— Tubazioni e valvolame	1,4	1,4	1,4
— Gruppi di climatizzazione	2	2	2
— Coibentazioni	0,5	0,5	0,5
— Pozzo e elettropompa	—	1,5	—
— Impianto frigorifero	—	5	9
Costi impianti	8,5	15,0	17,5
— Costo esercizio estivo	—	0,19	0,34
— Costo esercizio invernale	0,6	0,6	0,6
— Costo esercizio annuo	0,6	0,79	0,94
— Costo gestionale annuo	1,45	2,29	2,69

L/mc, costituita da L. 5.000.000 per gruppo frigorifero da 60.000 F/h e da L. 1.500.000 per pozzo trivellato e relativa elettropompa.

Nel caso non fosse praticamente disponibile acqua di pozzo occorrerebbe installare un gruppo frigorifero da 120.000 F/h con condensatore ad aria e la corrispondente spesa di completamento sarebbe di circa L. 9.000.000, pari a 2570 L/mc.

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-5.

4-34-6 Albergo.

Il fabbricato in oggetto ha una pianta ad U la cui base ha una lunghezza totale di 65 metri ed i rami laterali una lunghezza totale di 28,5 metri con una larghezza di 13,5 metri.

L'altezza totale è di 29,50 metri suddivisa su 7 piani fuoriterza e 1 piano seminterrato.

Il volume complessivo è di 38 mila mc con una altezza utile ad ogni piano tipo di 3 metri ed uno spessore dell'orizzontamento di 0,33 m.

La struttura portante è in cemento armato con solai misti in laterizio e cemento.

I muri perimetrali sono in mattoni semipieni con intercapedine.

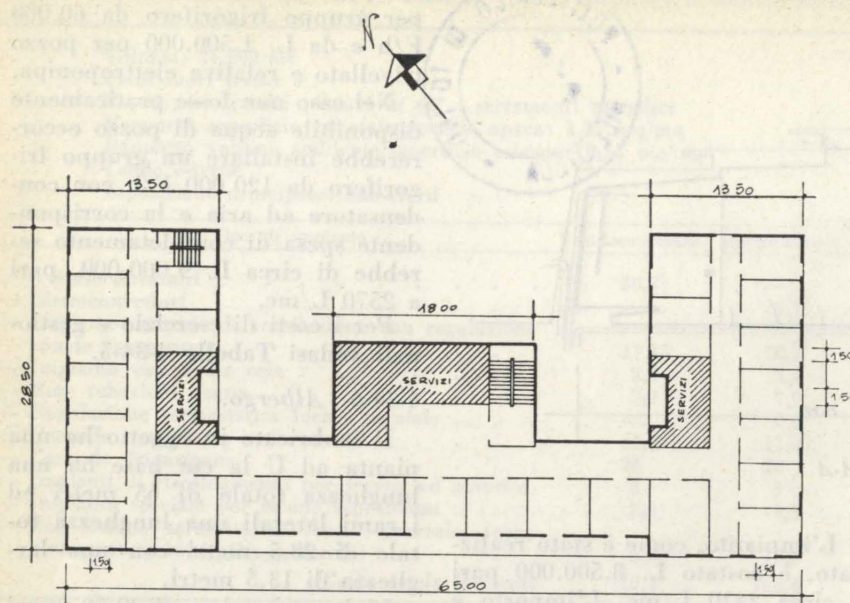
Il fronte rettilineo dell'edificio è esposto a S-O.

Il rapporto superficie trasparente/superficie opaca è pari mediamente a 0,3.

Il rapporto volume ambiente/superficie esterna è pari a 6,5 mc/mq, di cui 5 mc per mq di superficie opaca e 1,5 mc per mq di superficie trasparente.

Per l'alimentazione termica degli impianti di riscaldamento si deriva vapore a media pressione tramite una tubazione proveniente da esistente Centrale Termica.

In quanto segue, si è trattato esclusivamente degli impianti concernenti le « camere » ed i servizi e non i « saloni » (per ristorante e trattenimenti), in quanto i problemi attinenti alle « camere » (e servizi) sono praticamente gli stessi per tutti gli alberghi, mentre quelli riguardanti i « saloni » variano sensibilmente a seconda della loro specifica destinazione d'uso ed è pertanto in base a questa che i corrispondenti impianti debbono essere caso per caso impostati e realizzati.



Impianto di riscaldamento a pannelli radianti

Per quanto sopra, nel caso in esame sono stati scorporati tutti i suddetti saloni dall'importo sia dei volumi-ambiente trattati che dei costi di installazione e di esercizio.

La minima temperatura esterna assunta a base dei calcoli, è di -10°C .

L'impianto di riscaldamento deve poter conseguire e mantenere negli ambienti una temperatura di $+20^{\circ}\text{C}$.

Volendo realizzare un impianto di condizionamento la massima

temperatura esterna locale da assumersi a base dei calcoli è di +32°C con una corrispondente umidità del 55 %. L'impianto di condizionamento dovrebbe ottenere e mantenere negli ambienti una temperatura massima di +26°C con umidità di circa 55 %, ed un ricambio pari a 2 Vol/h (medio per la sola cubatura ambiente interessante specificatamente le camere).

Nelle camere del suddetto albergo è stato realizzato solamente un impianto di riscaldamento del

tipo a pannelli radianti a soffitto, incorporati nel getto: correlativamente, nei servizi afferenti alle (sole) camere non è stato previsto alcun impianto di estrazione di aria, in quanto i servizi hanno finestra direttamente sull'esterno.

Questa soluzione così ridotta è provvisoria, in quanto l'albergo è per ora (e si prevede ancora per qualche anno) circondato da zona « verde ».

Invece, per gli ambienti di cucina e relativi servizi sono stati previsti impianti di immissione ed estrazione d'aria solo filtrata e riscaldata (per 8 ricambi orari).

Supponendo di dover dotare il fabbricato di un impianto di condizionamento si ritiene tecnicamente più idoneo il tipo a ventiloconvettori nelle singole camere, con abbinamento ad un impianto centrale di ventilazione che provveda al ricambio dell'aria con 2 Vol/h (senza alcuna ricircolazione centrale).

Tale tipo di impianto consente la massima indipendenza funzionale fra l'impianto di correzione termica locale e quello di ricambio centrale e permette di tenere fuori esercizio di impianto le camere non occupate, concretando quindi la massima economia di gestione.

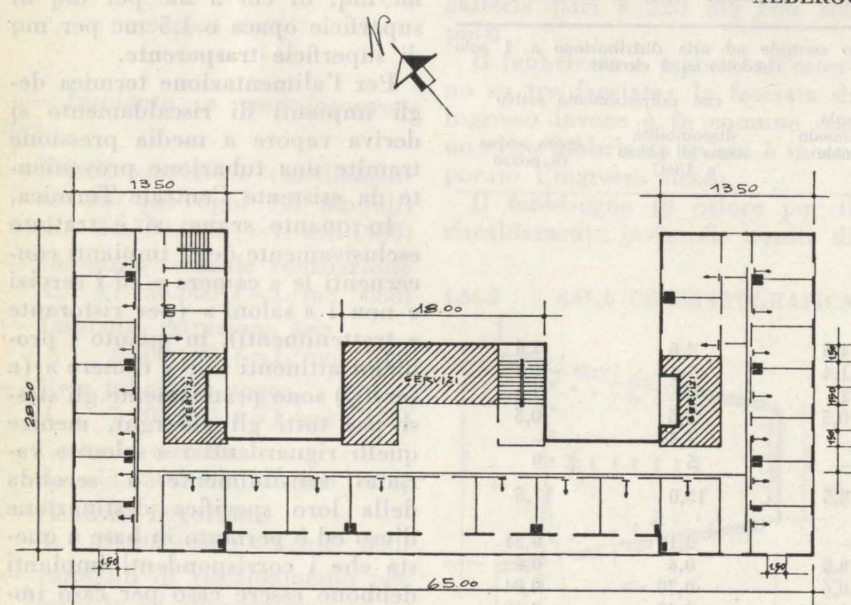
— *Caratteristiche tecnico-economiche degli impianti.*

A) L'impianto realizzato provvede al solo riscaldamento invernale per mezzo di pannelli radianti a soffitto.

La massima quantità di calore necessaria è risultata di circa 900.000 Cal/h pari cioè a 23,7 Cal/h/mc, tenendo conto di un ricambio naturale dell'aria pari a 0,5 Volumi/ora.

Il costo di tale impianto di riscaldamento che comprende anche la ventilazione della cucina e servizi annessi, nonchè il riscaldamento ad aerotermini di una piccola autorimessa in un'ala del fabbricato nel piano seminterrato, è risultato di L. 28.500.000 pari a circa 750 L/mc, escluse le caldaie e l'impianto nafta, ma compresi lo scambiatore di calore, le pompe di circolazione, il serbatoio e le pompe di ricupero della condensa.

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-6.



Posizione ventiloconvettori e distribuzione aria di ricambio

Orientamento principale: S.-O		
Volume: 38.000 mc		
8 piani		
Pareti perimetrali: in laterizio a cassa vuota		
Rapporto superficie vetrata/superficie opaca: 0,3 mq/mq		
Rapporto volume ambiente/superficie esterna: 6,6 mc/mq		
Veneziane interne		
Tipo di impianto	Impianto di solo riscaldamento a pannelli radianti	Impianto condiz. a ventiloconvettori con impianto centrale di vent. (2R/h)
— Impianto di riscaldamento	28,5	—
— Condizionatore modulari	—	22
— Impianto centrale ventilazione con regolazione zonale compensata	—	28
— Impianto estrazione aria	—	4
— Rete tubazioni acqua	—	6
— Termostati ambiente (uno per ogni apparecchio)	—	2
— Sottocentrale termica	—	7
— Centrale frigorifera	—	16
— Pozzo trivellato e pompa	—	3
<i>Costo totale impianti</i>	28,5	88
— Costo esercizio invernale	4,90	6,7
— Costo esercizio estivo	—	1,2
— Costo esercizio annuo	4,90	7,9
— Costo gestionale annuo	7,75	16,7

B) Volendo per lo stesso fabbricato realizzare un impianto di condizionamento si prevede di installare per ogni camera, o unità ambiente, un ventilconvettore con relativo termostato ambiente.

L'impianto centrale di ventilazione (per 2 Vol/h) sarebbe effettuato con canali in lamiera zincata passanti a soffitto dei corridoi.

Il carico termico per sole trasmissioni e radiazioni solari, supponendo le finestre dotate di veneziane interne risulta, in estate, pari a 1900 F/h per ogni camera esposta a S.O (dotata di porta balcone) e pari a 1260 F/h per ogni camera esposta a N-O (dotata di finestra). Il carico termico specifico massimo sarebbe mediamente pari a 29 F/h per ogni mc utile e direttamente condizionato (esclusi cioè servizi, corridoi, scale ecc.).

La potenza massima frigorifera contemporanea, tenendo anche conto del ricambio d'aria, risulta di circa 500.000 F/h (13,2 F/h/mc lordo) di cui circa 200.000 F/h ottenibili con acqua di pozzo (a $14 \div 15^\circ\text{C}$) e circa 300.000 F/h con apposito impianto frigorifero.

Il costo complessivo degli impianti (esclusa come sempre la Centrale termica) risulterebbe di circa L. 88.000.000 pari a 2317 L/mc e così costituito:

- Condizionatori modulatori
L. 22.000.000 (= 580 L/mc)
- Impianto centrale ventilazione
L. 28.000.000 (= 737 L/mc)
- Impianto estrazione aria
L. 4.000.000 (= 105 L/mc)
- Rete tubazioni acqua
L. 6.000.000 (= 158 L/mc)
- Termostati ambiente (uno per
ogni apparecchio)
L. 2.000.000 (= 53 L/mc)
- Sottocentrale termica
L. 7.000.000 (= 184 L/mc)
- Centrale frigorifera
L. 16.000.000 (= 421 L/mc)
- Pozzo trivellato e pompa
L. 3.000.000 (= 79 L/mc)
- Totale*
L. 88.000.000 (= 2317 L/mc)

Per i costi di esercizio e gestionali vedasi Tabella 4-34-6.

5-0 *Gli impianti per la acclimazione degli ambienti industriali: requisiti particolari.*

5-0-0 È ovvio che la maggior parte delle considerazioni esposte in merito ai requisiti particolari per il condizionamento (di benessere) degli ambienti civili, valgono anche — *mutatis mutandis* — per la acclimazione (vd. paragrafo 2-3) degli ambienti industriali (con esclusione — vd. paragrafo 2-6 — di tutti gli ambienti che richiedono invece un

condizionamento « industriale », i quali, ripetiamo, non sono qui presi in esame).

Ad evitare pertanto superflue ripetizioni, in tutto il presente capitolo 5-n riprenderemo in esame paragrafo per paragrafo tutto quanto esposto correlativamente nel precedente capitolo 4-n, apportando tutte le varianti, eliminazioni od aggiunte che si ritengono specificatamente afferenti agli impianti per ambienti industriali in raffronto agli ambienti civili, e dando invece per valido tutto quanto non sarà oggetto di varianti, eliminazioni od aggiunte.

Prima però di procedere al predetto raffronto sistematico (che inizierà quindi al paragrafo 5-1 in confronto al 4-1: e così via) riteniamo dover esporre ancora le seguenti considerazioni generali sull'argomento della acclimazione in oggetto, a complemento cioè di quanto già dichiarato nei paragrafi 2-1 ÷ 2-5. Consideriamo infatti opportuno insistere ancora sul fatto che la realizzazione di una acclimazione realmente efficiente degli ambienti industriali presenta gravissime difficoltà, non già di carattere teorico e concettuale (che come tali sono perfettamente individuabili e risolvibili), bensì sul piano tecnico-realizzativo e sotto l'aspetto economico-gestionale.

Le difficoltà tecniche ed economiche di realizzazione derivano essenzialmente dalla pratica impossibilità, in quasi tutte le officine metalmeccaniche e siderurgiche ad elevata produttività specifica, di collocare nella posizione necessaria e più razionale le canalizzazioni e le bocche di mandata ed estrazione d'aria.

Questo perchè nelle officine moderne specialmente di media e grossa taglia (= qualche decina di migliaia di mq coperti) risulterebbero necessarie, per una adeguata acclimazione, delle elevatissime portate d'aria in mandata ed estrazione, dell'ordine di mezzo milione di mc/ora per ciascuna decina di migliaia di mq coperti di fabbricato: a prescindere dalle officine di fonderia in particolare, il cui fabbisogno risulterebbe ancora superiore.

L'introduzione (e l'estrazione) di tali masse d'aria può essere

realizzata in pratica quasi sempre solo dall'alto al disopra del « piano catena », per i motivi di cui si dirà nel paragrafo 5-22.

Questo tipo di immissione è però normalmente accettabile solo per l'acclimazione invernale, in quanto l'aria calda immessa in ambiente dall'alto, a velocità e con modalità adeguate (vd. paragrafo 5-22), tende naturalmente a realizzare una buona uniformità termica ambientale: ma è controindicata per l'acclimazione in stagione calda, che è di gran lunga più importante di quella invernale.

Infatti, le officine moderne sono caratterizzate, e tendono ad esserlo sempre più, da elevatissimi carichi termici endogeni, perchè le macchine operatrici subiscono un continuo potenziamento nella loro resa produttiva (e quindi nella potenza unitaria) e nel loro coefficiente di contemporaneità funzionale, mentre è in costante diminuzione la superficie coperta occupata improduttivamente: e d'altra parte è anche in costante aumento l'inserimento, nei normali cicli tecnologici, di macchine lavatrici a caldo, di fornelli per trattamenti termici, ecc. A tutte queste sorgenti termiche endogene si aggiunge, come ovvio, l'effetto irradiante del sole (vd. paragrafi 5-23; 5-25; 5-33-6).

Ne derivano in definitiva dei carichi termici complessivi che raggiungono frequentemente le 40 kcal/mc ambiente × ora e in talune zone superano le 50 kcal/mc × h: a prescindere dalle officine contenente dei forni, in vicinanza dei quali i carichi termici complessivi possono essere sensibilmente superiori.

Quanto sopra, a fronte di un fabbisogno di calore massimo invernale che, a Torino, non supera quasi mai le 35 ÷ 40 kcal/mc × h (si intende a officine non funzionanti).

Per l'asportazione di tali ingentissime masse termiche, al fine di conseguire una appena soddisfacente acclimazione ambientale, non è quasi mai sufficiente un semplice ricambio di aria naturale, cioè presa all'esterno e immessa in ambiente senza alcun preliminare trattamento di raffrescamento; sia pure ricorrendo a molti o

moltissimi volumi-ambiente all'ora (*).

Risulterebbe invece adeguato l'impiego di aria raffrescata, anche solo a mezzo di acqua freatica che nell'Italia Settentrionale ha normalmente temperatura non superiore ai 14°C (e che come tale — vd. paragrafo 4-32-2 — risulterebbe idonea per temperature d'ambiente prossime ai 30°C). In via ordinaria, tale aria per poter uniformare tutta la temperatura ambiente in altezza dovrebbe essere immessa a piccola velocità dall'alto (con premiscelazione all'aria ambiente) ed estratta dal basso.

Facciamo presente che in questa esposizione con il termine « alto » intendiamo riferirci, per brevità, allo spazio al disopra del piano catena, e con il termine « basso » allo spazio compreso fra il piano lavoro ed il pavimento.

Da tali modalità di immissione ed estrazione dell'aria deriverebbe una effettiva omogeneizzazione termica in altezza, ma risulterebbero necessarie delle potenze frigorifere che, nelle officine moderne, sarebbero dell'ordine di oltre 3.000.000 kfrig/mc × h per ogni 10.000 mq coperti: con officine di 100.000 mq (che costituiscono oggidi, per la grande industria, una taglia media sia in Italia che in Europa in genere e negli Stati Uniti) la potenza frigorifera in gioco salirebbe a ca. 30 milioni kfrig/h, con costi di installazione e di esercizio che in oggi debbono essere considerati proibitivi, perchè dell'ordine rispettivamente del miliardo Lit e di molte centinaia di milioni, in raffronto a migliorie di clima che possono almeno in parte essere opinabili (vd. paragrafi 5-5, 5-22, 5-31-n).

Occorre pertanto attualmente ricorrere ad altre soluzioni cui si accennerà in seguito, più o meno di ripiego: in ogni caso va tenuto presente che la risoluzione soddisfacente dei problemi afferenti all'acclimazione degli ambienti in-

(*) N.B.: In certe fonderie statunitensi si sono realizzati impianti sino, ed oltre, a 150 (centocinquanta) ricambi di aria naturale. Un simile « vento » può però essere tollerato solo da costituzioni fisiche non comuni e non sarebbe comunque ammissibile in normali officine meccaniche e siderurgiche.

dustriali dovrà quanto prima essere concretata, anche perchè le esigenze di benessere degli operai che vivono in detti ambienti sono continuamente crescenti, in parallelo con il grado di agiatezza individuale.

Passiamo ora al suindicato raffronto sistematico fra ambienti civili (e corrispondenti impianti di condizionamento) e ambienti industriali (ed afferenti impianti di acclimazione).

Fattori pro e contro la necessità dell'acclimazione.

5-1 Come per il 4-1, anche in questo caso la risposta all'interrogativo posto al primo criterio generale è, a rigore logico, facile e nettamente positiva.

5-2 Infatti, le considerazioni svolte nel paragrafo 5-0-0 riguardo al calore endogeno ed irradiato che risulta presente negli ambienti d'officina non possono lasciare dubbi in merito alla necessità per lo meno dell'acclimazione termica estiva; la necessità dell'acclimazione termica invernale è del tutto pacifica e senza alcun contrasto possibile, almeno là ove la temperatura media dei mesi invernali è al disotto di +10°, con punte inferiori od uguali a 0°C.

Si aggiunga che negli ambienti di officina vi è continua produzione di vapori, polveri e gas (p. es. di saldatura): è pertanto indispensabile anche una acclimazione di ricambio d'aria (in evacuazione ed immissione) sia estiva che invernale, la cui entità tende continuamente ad aumentare con valori minimi ammessi, negli stabilimenti moderni, di 4 ÷ 6 volumi-ambiente orari per officine meccaniche in genere (e ben oltre per i reparti di verniciatura), e di 6 ÷ 8 di aria, almeno parzialmente raffrescata d'estate, per le fonderie.

Con riferimento al paragrafo 5-0-0, intendiamo per « raffrescamento » l'abbassamento termico conseguito a mezzo di acqua freatica, anche se a temperatura sino a ca. 18°C.

Infatti, l'impiego razionale di tale acqua (per scambio diretto e indiretto) consente l'economico conseguimento di una temperatura nell'aria trattata superiore di

sole 1 ÷ 3°C a quella dell'acqua (in funzione come ovvio del consumo specifico di acqua), con umidità relativa prossima alla saturazione. Poichè però la temperatura ambiente da rialzare si ammette ancora tollerabile quando non superi (vd. paragrafo 2-5) i 28 ÷ 30°C, la suddetta aria raffrescata a circa 20°C, portata in ambiente a 28° riduce la sua umidità relativa a valori quasi sempre più che accettabili: il problema dell'acclimazione minima necessaria degli ambienti industriali può pertanto considerarsi limitato ai fattori temperatura e ricambio d'aria (eventualmente filtrata).

5-3 ÷ 5-5 Le obiezioni che si fanno tuttora anche alla suddetta « acclimazione minima » estiva derivano da un lato dal costo comunque elevato di installazione (il costo d'esercizio è invece contenuto in 15 ÷ 25 Lit per mc ambiente/stagione), d'altro lato dalla sempre maggiore difficoltà a reperire acqua freatica nella quantità sufficiente, e infine dal disturbo che la immissione d'aria fresca in ambiente, così come normalmente praticata in oggi (vd. paragrafo 5-0 e 5-22), arreca alle persone, specialmente nei periodi di mezza stagione.

Rispondiamo subito alle tre suindicate obiezioni precisando in ordine alla prima che un impianto di termoventilazione centralizzato (vd. paragrafi 5-31 e 5-34) costa da 2 a 3 volte un impianto di soli aerotermini per semplice riscaldamento invernale, non comprendendo il costo della centrale termica che è praticamente uguale nei due casi, e con costi di esercizio annuale complessivo che invece, tenendo anche conto del ricupero invernale geotermico (vd. paragrafo 5-34-4) possono risultare di fatto uguali od anche inferiori: di fronte al maggior costo di installazione stanno però vantaggi di benessere climatico così importanti da dover considerare questi ultimi senza alcun dubbio di valore economico molto superiore al maggior costo in oggetto. Questo, sia per la maggior resa qualitativa e quantitativa che ne deriva, che per il minor tasso infortunistico riscontrato nelle officine con acclimazione.

È ovvio che la suddetta valu-

tazione di convenienza risultante non può avere un carattere rigoroso e precisabile economicamente: chi però è a conoscenza delle condizioni termiche di un'officina ad elevata produttività, con funzionamento o non dell'impianto di acclimazione termica, non può avere alcun dubbio oggettivo in merito.

La risposta alla seconda obiezione è ovviamente assai più difficile, in quanto realmente in molte zone industriali si ha deficienza di acqua.

Osserviamo che in moltissimi casi tale deficienza potrebbe avere influenza minima o nulla sul raffrescamento d'ambiente, se il complesso delle utenze idriche fosse organizzato a « gruppi in serie »: in modo cioè da utilizzare l'intera disponibilità idrica con un primo salto termico (di entità non superiore ai 5°C) a beneficio del raffrescamento; successivo totale riutilizzo della stessa acqua (che è perfettamente e integralmente recuperabile) in uno (o più in serie) gruppi di utenze tecnologiche, aventi caratteristiche equipollenti di fabbisogno termico. La stessa acqua cioè può quasi sempre essere utilizzata razionalmente sotto l'aspetto termico facendola servire in cascata a scaglioni di utenze che richiedono, o tollerano, temperature massime progressivamente crescenti, con inizio dal raffrescamento di ambiente e termine al lavaggio delle latrine: come ovvio, dovrà essere scaricata direttamente in fogna la quota parte di acqua che a valle di ciascun scaglione risultasse inquinata o comunque inadeguata allo scaglione successivo.

Alla terza obiezione si può rispondere adeguatamente, osservando che il disturbo lamentato (e reale) può essere soddisfacentemente minimizzato ricorrendo alle soluzioni costruttive e funzionali di movimento dell'aria in ambiente, a cui si accennerà nei paragrafi 5-22; 5-33-1; 5-33-2.

Dobbiamo dunque concludere sin d'ora che alle obiezioni in ordine alla necessità della acclimazione minima estiva si può razionalmente rispondere in modo negativo, sia sotto l'aspetto tecnico che economico.

5-6 ÷ 5-21 Ci riferiamo ora ai

corrispondenti elementi 4-6 ÷ 7; 4-9 ÷ 19, che abbiamo chiamato « perturbatori della zona media di benessere climatico » e che sono in dipendenza diretta dalla costituzione fisiologica e psichica dell'uomo; nonchè alle conseguenti conclusioni 4-20; 4-21.

I suddetti elementi valgono tutti indistintamente anche per gli ambienti industriali, con l'aggravante generale, nel nostro caso, che in questi ultimi non si ha più a che fare con climi d'ambiente compresi entro la suddetta « zona media di benessere », bensì con esigenze d'acclimazione che vogliono sempre un cospicuo ricambio d'aria (cioè l'insufflazione d'aria in ambiente) anche nelle mezze stagioni, e che nella stagione più calda gli impianti di raffrescamento non hanno come detto la possibilità tecnica di realizzare temperatura d'ambiente che rientrino anche solo nella fascia terminale della « zona di benessere ».

Quanto sopra risulta ulteriormente aggravato dalla situazione vigente per gli elementi perturbatori 5-22 ÷ 5-27, corrispondenti ai 4-8 e 4-22 ÷ 4-27, e dei quali si tratterà in seguito: in merito alle conclusioni 4-20 e 4-21, ritorneremo più avanti effettuando il raffronto di 4-28 ÷ 4-30 con i corrispondenti 5-28 ÷ 5-30.

5-22 L'elemento « velocità dell'aria a contatto con le singole persone » è nell'acclimazione degli ambienti industriali di fondamentale, primaria importanza.

Nei paragrafi 4-22 e 4-22-1 abbiamo già fatto presente che sostanzialmente per temperature di ambiente non superiori al limite di inversione e per persone in condizioni di minima attività operativa, l'inavvertibilità dei movimenti d'aria deve essere considerata come indiscutibile condizione di benessere, mentre per temperature d'ambiente superiori a tale limite (cioè praticamente sopra 27°C), i movimenti d'aria risultano sempre più graditi.

Aggiungiamo ora le seguenti osservazioni integrative, a valere particolarmente per l'acclimazione degli ambienti industriali. Osserviamo anzitutto che pure per temperature d'ambiente inferiori al suddetto valore limite (medio

ponderale), e pari anche ai 16÷18°C che normalmente si realizzano d'inverno negli ambienti in oggetto, i movimenti d'aria avvertibili possono essere, se non graditi, almeno tollerabili quanto più è alta la temperatura (e in parte l'umidità) dell'aria insufflata, che perviene a contatto delle persone. Diciamo che per velocità di contatto dell'ordine di 1 m/sec la temperatura dell'aria dovrà essere almeno a 35°C.

Questo spiega perchè l'aria calda insufflata (d'inverno) dagli aerotermini e dalle bocchette degli impianti di termoventilazione è tollerata quasi da tutti, purchè sia ben calda.

Nel periodo di mezza stagione, invece, con aria di ricambio naturale (cioè a temperature comprese fra i 16 e i 22°C) qualsiasi movimento d'aria a contatto deve essere considerato di disturbo, anche per velocità decisamente inferiori a 0,5 m/sec.

Nel periodo infine di stagione calda, con temperature ambiente prossime ai 30°C (e tanto più se maggiore), sono vivamente desiderate velocità d'aria anche superiori ai 2÷3 m/sec e tanto più se l'umidità dell'aria è elevata.

Se però l'aria è indirizzata costantemente in modo unidirezionale sulle persone presenti in ambiente, si arreca a queste ultime una sensazione di disagio: che non si concreterebbe invece se il movimento dell'aria avesse direzione continuativamente variabile, con una cadenza di qualche secondo (da 5 a 20). Questa soluzione è stata in più impianti applicata all'uscita dell'aria calda dagli aerotermini pensili, facendo ruotare lentamente i diffusori dell'aria a mezzo di apposito motorino: in questi casi però l'aria era ben calda e pertanto la rotazione si è rivelata pressochè superflua, mentre le spese di manutenzione per i suddetti diffusori ruotanti a bassa velocità sono risultate molto elevate. Gli stessi diffusori, invece, fatti funzionare nelle mezze stagioni, hanno dato risultanze di benessere più che soddisfacenti, con aria naturale a velocità di contatto dell'ordine di 1÷1,5 m/sec.

Altra soluzione dimostratasi efficace per la distribuzione del-

l'aria nelle mezze stagioni, è quella di inserire all'uscita dalle bocchette di distribuzione non solo un deflettore regolabile, bensì anche un grigliato frangigetto: il grigliato deve essere di facile inserzione ed esclusione perchè le manovre relative possono dover essere effettuate anche assai frequentemente.

Dobbiamo infatti tener presente che per gli stessi motivi elencati nei paragrafi 4-6÷4-19, la sensazione di disturbo o di gradimento provocata dalla velocità di contatto dell'aria può essere assai differente — a parità di condizioni termiche — da persona a persona e anche per una stessa persona in condizioni fisiologiche o psicologiche comunque diversificatesi.

Ricomparsa dunque anche per gli ambienti industriali la necessità, o meglio la obiettiva opportunità, di realizzare impianti che possano avere possibilità di regolazioni capaci, al limite, di interessare ciascun individuo presente in ambiente. È ovvio che questa possibilità è in questo caso da considerarsi puramente ipotetica, in quanto i locali industriali sono quasi sempre caratterizzati da grandissime estensioni in pianta e, in genere, da oltre 5 metri in altezza: cioè in uno stesso ambiente, di vaste proporzioni, sono presenti moltissime persone.

È pertanto pressochè assurdo parlare di « regolazione individuale » in senso assoluto.

Se però l'impianto distributore (centralizzato) dispone di molte bocchette di erogazione dell'aria (una ogni 40÷60 mq coperti), ciascuna delle quali ha per l'aria uscente un dispositivo di ripartizione (oltrechè di orientamento) di facile manovra, è possibile concretare di fatto una regolazione semindividuale che realizza un notevole effetto (sia sostanziale che psicologico) a favore del benessere climatico delle persone interessate.

È certo comunque che durante le mezze stagioni occorre ridurre al massimo la velocità dell'aria insufflata dall'alto, ricorrendo ad un aumento delle bocche di emissione, a grigliati di ripartizione ed a deflettori di facile manovra individuale per sottrarre il più possibile le persone presenti al-

l'azione dei movimenti d'aria aventi velocità sensibile. Gli stessi dispositivi risulteranno utili anche durante la stagione più calda, nel senso di orientare invece sulle persone i filetti d'aria. 5-23 L'elemento « irradiazione » sulle persone per gli ambienti industriali ha pure notevole importanza: in questo caso però la maggior influenza deriva dalle macchine operatrici (che hanno allora una temperatura superficiale vicina ai 50°C, e di fronte alle quali gli operai debbono operare) e da tutte le apparecchiature e forni che comunque effettuano lavorazioni a caldo.

Importanza minore (specialmente perchè proveniente da una altezza normalmente superiore ai 5 metri) ha l'irradiazione della copertura, e quasi nulla quella delle pareti.

5-24 Altezza dell'ambiente. Vale identicamente quanto esposto in 4-24 (1-2).

5-25 Capacità termica risultante della copertura sovrastante all'ambiente.

Vale identicamente quanto esposto in 4-25 (1-2-3).

In merito al paragrafo 4-25-3 aggiungiamo ancora che una copertura a minima capacità termica (analoga al Curtain Wall citato nel paragrafo in oggetto) realizza di fatto condizioni gestionali (e di benessere) nettamente più onerose (e meno confortevoli) di una copertura ad elevata capacità termica.

5-26 (= presenza di finestrature); 5-27 (= produzione in ambiente di sostanze polverose od aeriforme comunque fastidiose). Vale integralmente quanto esposto nei corrispondenti paragrafi 4-26 e 4-27.

5-28 e 5-29 Valgono le conclusioni esposte nei corrispondenti paragrafi 4-28 e 4-29.

Facciamo in particolare presente che, in merito alla necessità di effettuare la acclimazione per lo meno termica degli ambienti industriali si è già ampiamente detto al paragrafo 5-0, e si ritornerà comunque nei paragrafi 5-32-n.

Perchè inoltre l'impianto di acclimazione debba risultare soddisfacente alla maggior parte dei

suoi utenti, occorre che esso concreti razionalmente (vd. anche paragrafi 5-32-n) almeno le condizioni minime di temperatura e ricambio che sono state più sopra indicate (e che realizzi efficienti dispositivi di regolazione « semi-individuale » del movimento dell'aria, specialmente nelle mezze stagioni).

Dovranno inoltre essere valutati il meglio possibile gli effetti derivanti dagli elementi 5-6÷5-19 e specialmente da quelli 5-22÷5-27. 5-30 In raffronto a 4-30. Vale in merito quanto esposto nei paragrafi 5-3÷5-5.

5-31 Al terzo interrogativo: « di che tipo dovrà essere l'impianto », rispondiamo con le esemplificazioni 5-32-n, premettendo, per chiarezza di esposizione, la seguente breve descrizione tecnico-funzionale dei tipi fondamentali cui si possono in sostanza ricondurre i diversi impianti per l'acclimazione degli ambienti industriali.

L'argomento delle canalizzazioni distributrici e bocchette sarà ulteriormente trattato nei paragrafi 5-33-1, 5-33-2.

I tipi in oggetto sono:

5-31-1 Con aerotermini singoli (pensili ed a parete), con aspirazione e mandata aria indipendente, senza canalizzazioni e dispositivi direttamente nell'ambiente.

L'aria può essere aspirata dall'esterno, o in ricircolazione, o in miscela.

L'impianto può di norma effettuare solo l'acclimazione termica invernale, con un ricambio d'aria generalmente limitato, una erogazione unitaria di calore di norma non superiore alle 150.000 Cal/ora ed una portata d'aria unitaria in genere minore di 15.000 mc/ora.

5-31-2 Con gruppi aerotermici a bocca libera, pure disposti direttamente in ambiente, con aspirazione e mandata aria di solito analoghe agli aerotermini semplici, ma con entità maggiori di ricambio d'aria, con potenze termiche unitarie e di ventilazione circa 2÷3 volte maggiori, e con qualche possibilità di riscaldamento a mezzo di acqua freatica in batteria (o di acqua refrigerata).

In confronto al precedente, il

costo di installazione — specie per grandi ambienti — è poco differente, e lo stesso dicasi del costo di esercizio (a prescindere dall'acqua raffrescante).

Questi gruppi possono anche avere corte canalizzazioni di distribuzione d'aria con più bocchette, e quindi realizzare una migliore uniformità termica e distributiva dell'aria: essi sono installati o a pavimento lungo i muri d'ambito esterno (e interno), ovvero sopracatena, ma sempre entro l'ambiente utente.

Le bocchette distributrici possono essere a totale aria primaria o ad induzione.

5-31-3 Con gruppi aerotermici a lunghe canalizzazioni disposte sopra catena, con bocchette a passo in genere di 4÷6 metri, ciascuna servita in estremità da uno speciale gruppo aerotermico sopra catena. Si realizza di solito una ottima uniformità distributiva ed un adeguato ricambio, ma senza effettive possibilità di raffrescamento. Le bocchette non sono normalmente ad induzione.

5-31-4 Con centrali di acclimazione (filtrazione, riscaldamento, raffrescamento, ventilazione ecc.) e distribuzione centralizzata, costituita essenzialmente da un collettore principale dal quale si dipartono le canalizzazioni con le bocchette di cui al paragrafo precedente.

Ogni centrale può servire da 10.000 a 30.000 mq coperti, con potenze termiche unitarie e di ventilazione proporzionate anche a 4÷6 volumi ora di ricambio d'aria, e cioè dell'ordine anche di 10.000.000 Cal/h e 1.000.000 mc/ora.

È ovvio che con questo tipo di impianto disponendo di centrali frigorifere (con fluido intermedio o non) si può realizzare anche il condizionamento integrale: le centrali possono essere disposte sopra copertura (per ridurre il percorso dell'aria se questa è distribuita dall'alto) ovvero a quota di campagna o inferiore.

5-32 Per la scelta fra i suindicati 4 tipi fondamentali di impianti di acclimazione vale sostanzialmente quanto indicato nel paragrafo 4-32.

Con riferimento particolare agli

ambienti industriali precisiamo che in linea di massima questi ultimi possono essere raggruppati nei 4 sottospecificati « tipi », con i conseguenti e corrispondenti indirizzi generali di scelta, restando inteso, per quanto ovvio, che questi stessi dovranno essere integrati, caso per caso, da criteri particolari che tengano conto di eventuali esigenze specifiche degli ambienti in esame, nonchè del fattore costi di installazione e di esercizio, quali di massima risultano indicati nei paragrafi 5-34-n (e che debbono essere valutati in dettaglio per ciascun ambiente in esame).

5-32-1 Ambienti industriali con un carico termico specifico complessivo (vd. paragrafo 5-0) non superiore alle 10 kcal/mc×h.

Per detti ambienti deve normalmente essere considerato sufficiente l'impianto tipo 5-31-1, cioè la acclimazione termica solo invernale.

La necessità dell'acclimazione di ricambio, in questo caso, è pressochè solo dipendente dalla entità e qualità della eventuale produzione di gas, polveri ed odori molesti: potrà generalmente essere sufficiente l'installare per quanto possibile degli aerotermini con presa d'aria esterna e con elettroventilatore previsto, come ovvio, per un funzionamento continuo (invernale ed estivo); se il ricambio deve essere cospicuo (uguale o poco superiore ad es. ai 2 volumi orari), potrà essere adottato l'impianto 5-31-2.

5-32-2 Ambienti industriali con un carico termico specifico complessivo (vd. paragrafo 5-0) compreso fra 10 e 20 kcal/mc×h.

L'impianto ad aerotermini, sia pure con presa d'aria esterna, è da considerarsi inadeguato con riferimento all'acclimazione termica estiva, che in questi casi richiede di per sé stessa, e cioè indipendentemente dalla produzione in ambiente di gas, odori ecc., una efficace particolare ventilazione per l'evacuazione del calore ambientale.

Si dovrà pertanto fare ricorso all'impianto 5-31-2 od al 5-31-3: la scelta fra i due è legata in parte alla disponibilità di spazio sul piano di lavoro e sopra catena, ed in parte dipendente dalle caratteristiche del ciclo produt-

tivo (per ingombri, ubicazione ecc.) (vd. paragrafi 5-33).

5-32-3 *Ambienti industriali con carico termico specifico complessivo* (vd. paragrafo 5-0) *compreso fra 20 e 30 kcal/mc x h.*

Per questi ambienti riteniamo indispensabile una acclimazione termica estiva almeno con raffrescamento a mezzo di acqua freatica: oltre s'intende, come sempre, una acclimazione termica invernale ed una acclimazione di ricambio d'aria dimensionata per l'asportazione degli odori, gas e polveri eventualmente prodotti in ambiente.

Quanto sopra richiede l'esecuzione di un impianto centralizzato tipo 5-31-4 (per l'ubicazione delle canalizzazioni e bocchette vd. paragrafi 5-33).

5-32-4 *Ambienti industriali con un carico termico specifico complessivo* (vd. paragrafo 5-0) *superiore alle 30 kcal/mc x h.*

Ci risulta in questo caso indispensabile l'impianto 5-31-4 però con impiego di acqua refrigerata, a temperatura cioè tanto più bassa della freatica (supposta a 14÷16°C) quanto maggiore è il carico termico specifico in oggetto.

Con questa soluzione infatti riteniamo che anche per le fonderie si possa ridurre l'entità dei ricambi al più a 6÷8 volumi orari: ne deriva la pratica possibilità di inserzione nelle strutture del fabbricato di canalizzazioni e bocchette, realizzando una loro razionale sistemazione. Mentre per entità di ricambi superiori, le difficoltà di sistemazione diventano talmente gravi da dover ricorrere a soluzioni che in genere ci risultano complessivamente meno convenienti, oltreché antiestetiche ed ingombranti.

Una soluzione intermedia ancora soddisfacente può realizzarsi quando si ha a disposizione dell'acqua freatica in quantità e a temperatura tale da consentire di realizzare il minimo necessario di acclimazione estiva pur con ricambi orari non molto superiori ai 6÷8, e senza dover ricorrere all'acqua refrigerata. Tanto più in questi casi occorre tenere presente che una scelta razionale può

essere effettuata solo dopo un esame dettagliato di tutte le particolari condizioni ambientali, edili e tecnologiche che comunque interessano il caso in esame.

5-33 *Correlazioni obbligate fra progetto edile e progetto impiantista, per la razionale esecuzione dell'impianto di acclimazione.*

Quanto indicato nel paragrafo 4-33 vale integralmente per il presente 5-33, con la ulteriore considerazione che per qualsiasi sistemazione edile ed impiantista comunque interessante un ambiente industriale non è però mai sufficiente l'accordo e la collaborazione dei tecnici edili ed impiantisti, bensì è decisamente prevalente l'opinione dei tecnici del ciclo tecnologico e dei gestori degli impianti corrispondenti: impianti e cicli che si modificano ininterrottamente (nelle officine moderne), talora anche immediatamente dopo la costruzione del fabbricato.

Per corrente esperienza dobbiamo far presente che le esigenze tecnologiche in oggetto sono poco tolleranti della presenza degli impianti generali di acclimazione: non, come ovvio, in quanto tali, ma per il cospicuo ingombro che gli stessi generalmente richiedono. Il che ha particolare valore e vigore (di solito) quando l'ubicazione delle canalizzazioni e delle bocchette è richiesta « in basso » (paragrafo 5-0). Ciò a causa della concomitante presenza in sito di apparecchiature specifiche d'officina, quali: trasportatori, canali di scarico e aspirazione, tubazioni varie calde e fredde, blindosbarre, illuminazione, impianti specifici comunque interferenti. Apparecchiature tutte che unitamente alle stesse macchine operatrici debbono avere piena libertà di sistemazione e specialmente di movimento dei materiali che le alimentano o che da esse provengono.

Con riferimento alle suindicate considerazioni, esponiamo ora gli elementi in oggetto, di correlazione obbligatoria.

Essi, analogamente a quelli per gli ambienti civili, sono i seguenti otto:

5-33-1 Ubicazione e ingombro delle canalizzazioni e bocchette

nelle strutture del fabbricato: sia per la mandata che per la ripresa ed espulsione dell'aria.

Questo elemento per gli impianti di acclimazione è da considerarsi senz'altro il più importante.

Abbiamo infatti dichiarato, nel paragrafo 5-0-0, che in oggi non è da considerare praticamente possibile la realizzazione di una temperatura (estiva) uniforme in tutta la cubatura ambiente e in particolare in altezza, perché un tale risultato termico, di per sé auspicabile, richiederebbe oneri gestionali proibitivi.

Occorrerà quindi (contrariamente a quanto è considerato postulato rigoroso del condizionamento), realizzare, di norma, il massimo possibile di stratificazione termica in altezza, in modo da limitare alla zona di lavoro (sino cioè a ca. 2 metri di altezza) la temperatura « di acclimazione », consentendo invece che negli strati al di sopra della « zona di lavoro » la temperatura ambiente salga a valori superiori anche di parecchi gradi.

Un tale risultato limiterebbe sensibilmente, se realizzato in modo e misura razionali ed adeguati, il costo d'esercizio a ca. la metà (per officine alte 5÷7 m sotto catena) ed il costo gestionale a circa il 60 %. Resterebbe da risolvere il problema dell'acclimazione per i gruisti: ad esempio con cabine refrigerate, come è sovente effettuato nelle officine siderurgiche.

L'A. da anni ha cercato di realizzare in tal senso soluzioni industrialmente accettabili, e ne espone come segue i punti essenziali.

È ovvio che l'assunto suindicatedo risulterebbe meno difficilmente conseguibile se fosse possibile immettere l'aria raffrescata dal basso, a bassa velocità e nelle quantità e temperature necessarie, in modo da far dilagare l'aria al disotto del piano di lavoro. L'aria in oggetto, a contatto di apparecchiature comunque più calde dell'ambiente (forni, lavatrici, macchine operatrici) per effetto convettivo tenderebbe a salire nella parte alta del fabbricato realizzando intorno alle apparecchiature come dei camini fittizi: tutto

ciò è facilmente constatabile con delle fumane appropriate.

La parte alta (=sopracatena) del fabbricato verrebbe in questo modo a costituire naturalmente una cappa di raccolta dell'aria calda (e in genere più inquinata da odori e gas) la cui evacuazione risulterebbe così assai facilitata, riducendo ai soli casi di particolari sorgenti inquinanti la necessità di adottare mezzi meccanici e specifici per la raccolta, aspirazione ed espulsione dell'aria da evacuare.

Le bocche di immissione dell'aria fresca, inoltre, trovandosi in basso e a portata di mano degli utenti, potrebbero essere economicamente dotate di teste orientabili (vd. paragrafo 5-22) in modo da consentire alla persona più vicina ad ogni bocchetta (e come tale più interessata) un facile intervento, nel senso di orientare l'uscita dell'aria nel modo migliore. La soluzione è stata realizzata dall'A. in un fabbricato avente sottopiano di servizio, ottenendo di fatto la realizzazione di tutto quanto sopra indicato, con riconosciuto benessere da parte degli operai utenti: il carico termico specifico era in questo caso prossimo alle 50 kcal/mc x h.

Dobbiamo però aggiungere che assai raramente (almeno allo stato attuale di concezione ed utilizzazione produttiva dei fabbricati industriali) è possibile realizzare la soluzione di cui sopra: e questo anche per motivi totalmente obiettivi, derivanti dalla necessità tecnologica di modificare a piacere la ubicazione delle macchine operatrici a piano pavimento e di lasciare la massima libertà di movimento a persone e materiali nella zona di lavoro.

Occorrerebbe pertanto disporre quasi sempre di un sottopiano praticabile, il che è realizzabile solo in pochi casi e presenta a sua volta qualche inconveniente funzionale, oltre al costo di esecuzione.

Dato tutto quanto sopra, risulta pertanto necessario, almeno per ora, ricorrere di solito ad altre soluzioni che siano meno in contrasto con le necessità tecnologiche.

La soluzione che si presenta tuttora accettabile (a parere dello scrivente e da questo realizzata

per un totale di oltre 10 milioni di mc d'ambiente in officine meccaniche e siderurgiche) è quella di insufflare uniformemente aria al disopra del piano catena, a velocità massima possibile ma tale comunque da risultare insensibile nella zona di lavoro durante l'esercizio di riscaldamento, e cioè

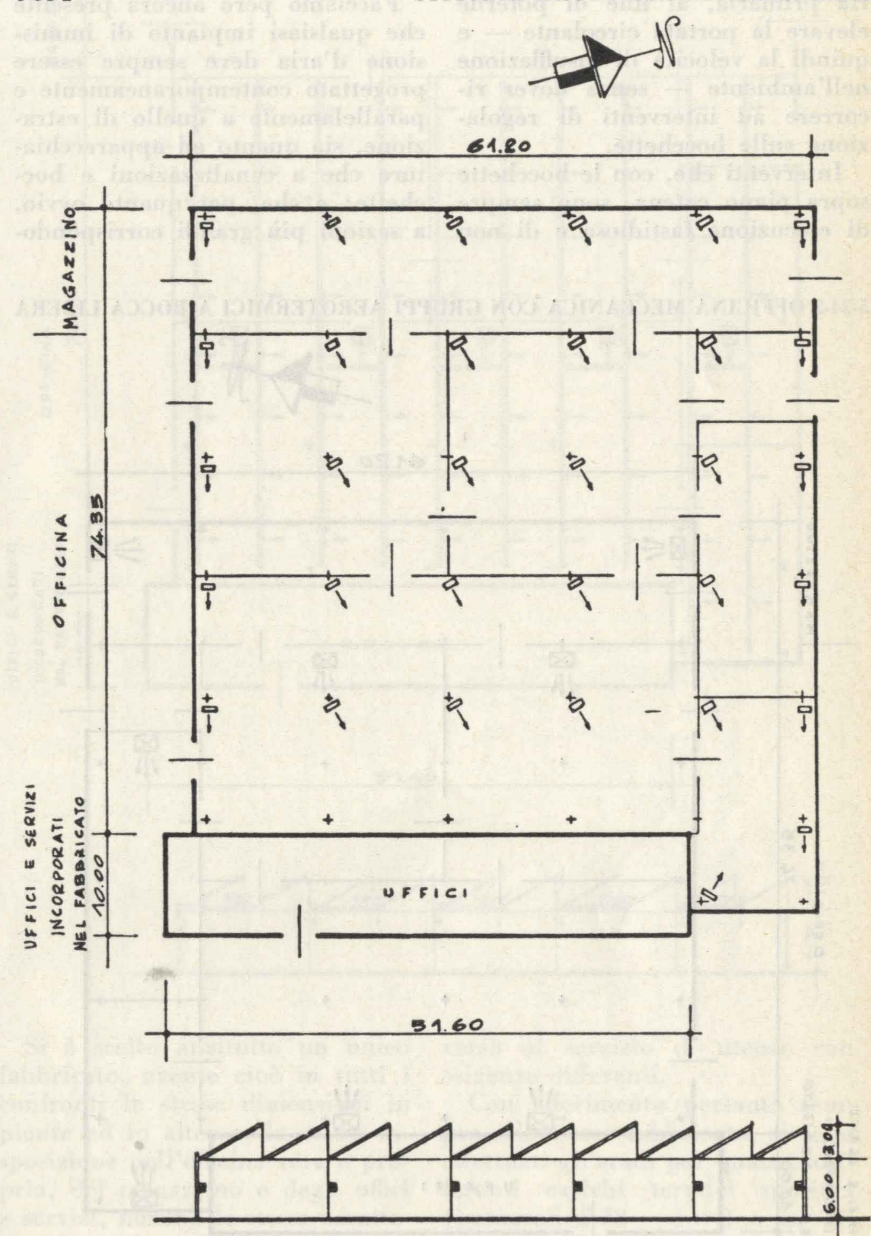
di lavoro, cioè graditi a molti e tollerati pressoché da tutti.

Durante le mezze stagioni, invece, detti movimenti sono considerati normalmente non graditi, ed occorre pertanto ridurre la velocità dell'aria all'uscita dalle bocchette.

Questo lo si può ottenere o a-

5-34-1

OFFICINA MECCANICA AD AEROTERMI



quando l'aria immessa ha peso specifico più basso dell'aria ambiente.

Durante l'esercizio estivo lo stesso impianto insuffla aria a peso specifico maggiore dell'aria ambiente e pertanto i movimenti di aria diventano sensibili nella zona

prendo delle bocchette sussidiarie, o riducendo la portata generale dell'aria ricambiata; purché la portata residua sia ancora sufficiente ad assicurare le necessarie condizioni igieniche d'ambiente. Nei casi in cui questo è possibile, si potrebbe anche realizzare un

impianto generale di aria trattata e ricambiata, proporzionato solo per l'inverno e la mezza stagione nonché, come ovvio, per assicurare il ricambio igienico necessario e sufficiente: ed installare un impianto sussidiario di solo ricambio estivo (senza pretrattamento dell'aria) che dovrà essere inseribile razionalmente nel complesso delle canalizzazioni dell'aria primaria, al fine di poterne elevare la portata circolante — e quindi la velocità di insufflazione nell'ambiente — senza dover ricorrere ad interventi di regolazione sulle bocchette.

Interventi che, con le bocchette sopra piano catena, sono sempre di esecuzione fastidiosa e di non

pratica realizzazione; dato che l'intolleranza ai movimenti dell'aria è elemento assai soggettivo di benessere climatico (5-22) e come tale richiede in genere assai frequenti interventi correttivi.

Non ci soffermiamo oltre in argomento, perchè occorrerebbe portare dati ed elementi di dettaglio che esulano dagli scopi e dai limiti della presente trattazione.

Facciamo però ancora presente che qualsiasi impianto di immisione d'aria deve sempre essere progettato contemporaneamente e parallelamente a quello di estrazione, sia quanto ad apparecchiature che a canalizzazioni e bocchette; e che, per quanto ovvio, a sezioni più grandi corrispondo-

no minori oneri di esercizio, i quali sovente compensano largamente i maggiori conseguenti ingombri.

5-33-2 In merito a ubicazioni ed ingombri degli apparecchi in ambiente (sia di mandata che di aspirazione) vale sostanzialmente quanto detto al 5-33-1, con l'avvertenza generica di non posporre la funzionalità e praticità di manutenzione a motivi tecnologici che non siano di fatto strettamente e rigorosamente essenziali.

5-33-3 La presenza di schermi solari esterni (o di pensiline che comunque riducano l'insolazione di parete) è negli ambienti industriali meno importante che per gli ambienti civili, perchè i primi hanno quasi sempre profondità tale da non risentire che in misura minima della insolazione di parete: mentre qualsiasi dispositivo che riduca l'insolazione di copertura è sotto l'aspetto termico di gran lunga più importante.

5-33-4 Anche il rapporto vetrato/opaco negli ambienti industriali ha assai meno importanza che per gli ambienti civili, per lo stesso motivo di cui sopra ed in particolare perchè la copertura o è priva di vetri o li ha generalmente a Nord.

Le vetrate di parete inoltre hanno per più motivi i parapetti molto alti nella zona di lavoro: salvo che in corrispondenza agli uffici di officina ed ai refettori, per i quali vale sostanzialmente quanto indicato per gli ambienti civili.

5-33-5 Il rapporto: superficie totale esterna del fabbricato/volume lordo totale dello stesso, è in genere più sfavorevole per gli ambienti industriali in confronto a quelli civili: vale sostanzialmente quanto detto per quest'ultimo.

5-33-6 L'elemento: qualità e spessore dei materiali costitutivi delle pareti e specialmente della copertura è di grandissima importanza, particolarmente per quanto concerne la capacità termica complessiva della copertura stessa (vd. paragrafo 5-25).

Il sottoscritto ritiene di dover insistere in merito, pur sapendo che oggi le coperture leggere, (ad elevata coibenza) sono molto spesso preferite, per motivi essen-

zialmente di rapidità di costruzione, a quelle in laterizio e calcestruzzo armato: ricordando che di fatto a queste ultime competono costi di esercizio nettamente più favorevoli.

5-33-7 L'ubicazione dei servizi ed uffici (incorporati nel fabbricato) rispetto al perimetro esterno, è elemento che può risultare importante.

Se infatti detti servizi ed uffici sono disposti perimetralmente impegnando uno o più lati del fabbricato, gli stessi costituiscono barriera termica ma riducono le possibilità di aerazione ad opera dei serramenti di parete.

Se invece servizi ed uffici sono all'interno dell'ambiente d'officina, occorrerà ricorrere sovente ad un vero e proprio condizionamento per gli stessi, od almeno ad una acclimazione particolarmente accurata.

5-33-8 L'orientazione prevalente degli ambienti da acclimare ha importanza sostanzialmente solo per gli uffici d'officina ed i refettori: per questi vale quanto detto al paragrafo 4-33-8.

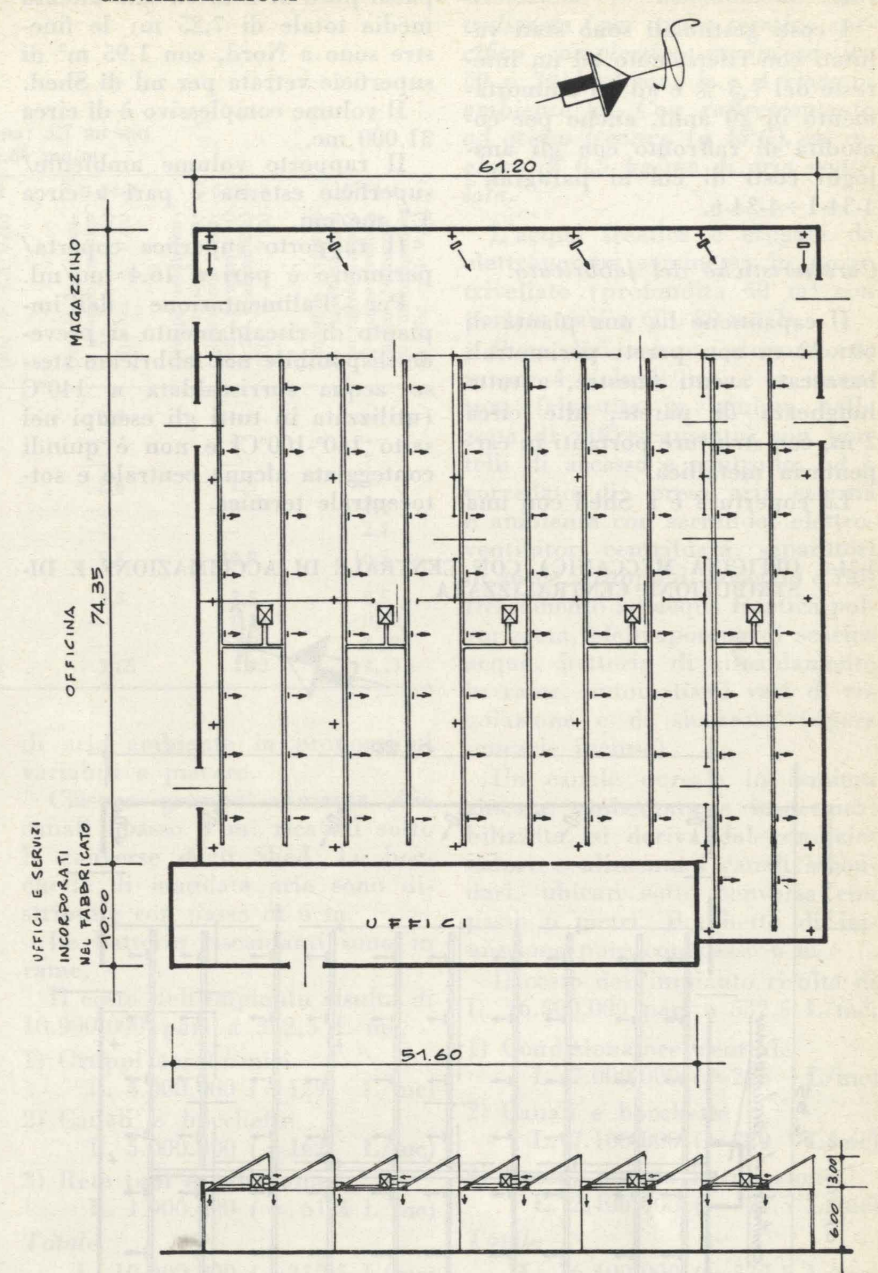
È evidente comunque che si dovrà, per quanto possibile, ubicare i suddetti uffici e refettori al Nord e non sotto l'azione dei venti dominanti.

5-34 Esaminiamo ora l'elemento: costi di installazione, esercizio e gestione, per impianti di acclimazione che sono stati realizzati nell'ultimo biennio in fabbricati industriali.

In merito si deve tener conto che le variabili aventi influenza sui detti costi sono numerosissime ed assai importanti, perchè si può dire che ogni tipo di tecnologia ha le sue particolari esigenze; e che queste a loro volta sono diversamente influenzate dalle caratteristiche strutturali e dimensionali dei fabbricati corrispondenti. Caratteristiche che sono in sostanza assai differenti da caso a caso, almeno per le dimensioni in pianta ed in altezza (dimensioni la cui influenza sui risultati di acclimazione è assai cospicua).

Dato quanto sopra, si è ritenuto di dover limitare, in questa sede, i confronti in oggetto alle seguenti esemplificazioni.

5-34-3 OFFICINA MECCANICA CON GRUPPI AEROTERMICI A LUNGHE CANALIZZAZIONI



Si è scelto anzitutto un unico fabbricato, avente cioè in tutti i confronti le stesse dimensioni in pianta ed in altezza, la stessa disposizione dell'officina vera e propria, del magazzino e degli uffici e servizi, nonché le stesse caratteristiche strutturali ed edili.

Tale fabbricato-tipo costituisce effettivamente una costruzione realizzata in moltissimi esemplari in Italia ed all'estero, con dimensioni uguali o differenti ma comunque sempre comparabili o similari, ed in ciascuno di questi esemplari sono stati eseguiti impianti di acclimazione di tipo di-

verso al servizio di utenze con esigenze differenti.

Con riferimento pertanto sempre allo stesso fabbricato, si sono effettuati gli studi per quattro differenti carichi termici specifici (paragrafi 5-32 - 1÷4) e in diverse soluzioni di impianto.

Questi studi hanno però di fatto una reale conferma consuntiva perchè traggono i loro elementi di costo e di esercizio da una messe di risultati consuntivi veramente cospicua, dato che questa è afferente a più milioni di mc di ambiente industriale, per i quali gli impianti sono stati realizzati,

e sono tuttora gestiti, a cura dell'A.

I costi gestionali sono stati valutati con riferimento ad un interesse del 7,5 % e ad un ammortamento in 20 anni, anche per comodità di raffronto con gli analoghi costi di cui ai paragrafi 4-34-1 ÷ 4-34-6.

Caratteristiche del fabbricato.

Il capannone ha una pianta di 60 × 72 m con pareti perimetrali baraccate aventi finestre, a tutta lunghezza di parete, alte circa 2 m, con strutture portanti in carpenteria metallica.

La copertura è a Shed con una

altezza sotto catena di 6 m, un passo pure di 6 m ed una altezza media totale di 7,25 m: le finestre sono a Nord, con 1,95 m² di superficie vetrata per ml di Shed.

Il volume complessivo è di circa 31.000 mc.

Il rapporto volume ambiente/superficie esterna è pari a circa 3,7 mc/mq.

Il rapporto superficie coperta/perimetro è pari a 16,4 mq/ml.

Per l'alimentazione dell'impianto di riscaldamento si prevede disponibile nel fabbricato stesso acqua surriscaldata a 140°C (utilizzata in tutti gli esempi nel salto 140°-100°C) e non è quindi conteggiata alcuna centrale e sottocentrale termica.

La minima temperatura esterna, assunta a base dei calcoli, è di -12°C. L'impianto di riscaldamento deve poter realizzare e mantenere nell'ambiente una temperatura di +16°C, cui corrisponde un fabbisogno massimo di calore pari a 40 kcal/mc × h, compreso un ricambio di 1,5 Vol/h, che si suppone avvenga comunque, per via naturale o non.

Per il computo degli oneri di esercizio si tiene conto di un costo del calore pari a 3,80 Lit/per 1000 kcal.

In tutti gli esempi che seguono non sono considerati i costi dell'impianto generale di estrazione aria (corrispondente a quello di ricambio in mandata) in quanto la potenzialità del medesimo e le modalità di estrazione sono eminentemente legate all'eventuale esistenza di impianti specifici di estrazione connessi a corrispondenti utenze termotecnologiche o comunque caratterizzate da produzione di polveri o vapori antigenici.

Ricordiamo però ancora che tale impianto di estrazione aria è quasi sempre necessario pur con variazioni, di caso in caso, della portata di aria, dell'ubicazione e delle caratteristiche degli apparecchi per l'estrazione stessa.

Tutti i dati di costo che seguono sono riepilogati nella Tabella allegata: 5-34-1 ÷ 4.

5-34-1 Impianto ad aerotermini singoli (per carico termico specifico complessivo non superiore alle 10 kcal/mc × h e per 1,5 ricambi Vol. ambiente/h).

Gli aerotermini sono del tipo a proiezione orizzontale per montaggio a parete, con batterie in tubo di rame alettato.

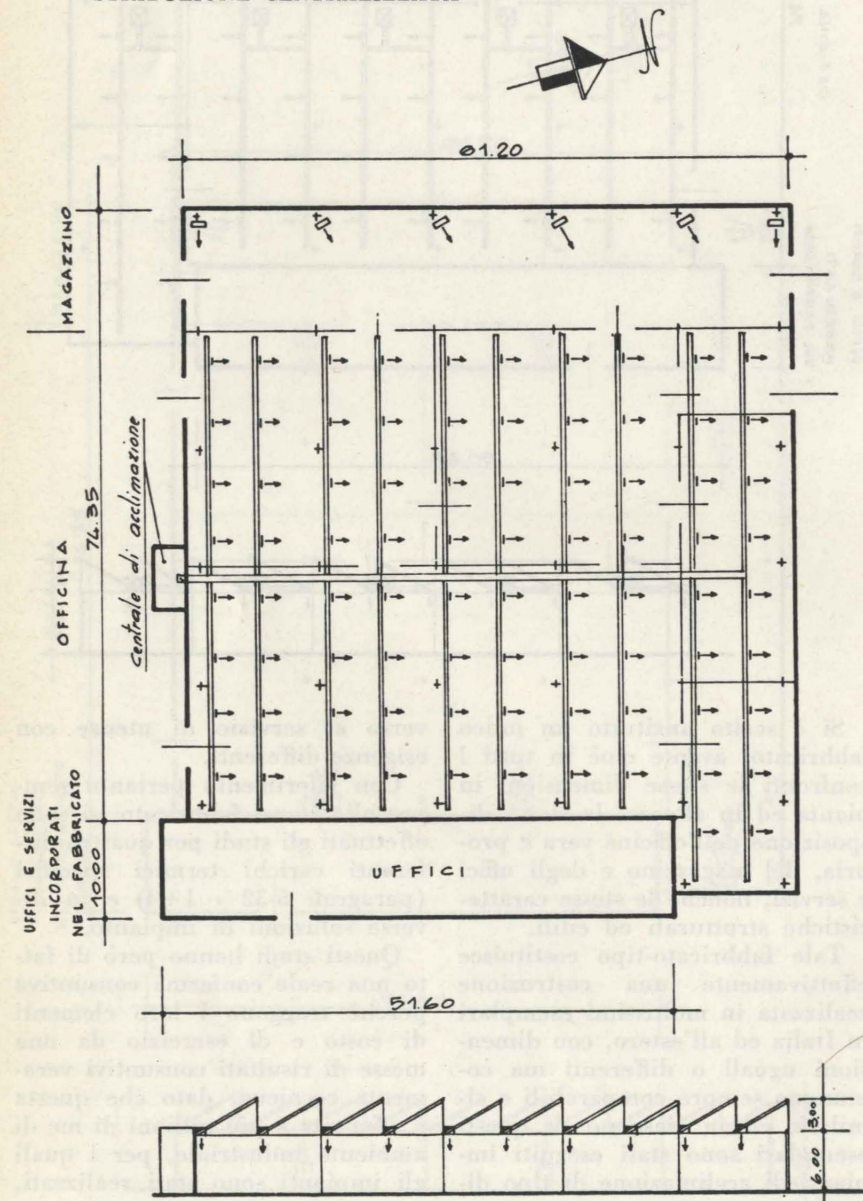
Il valvolame, per motivi di sicurezza, è del tipo in acciaio PN 25/40.

Il costo dell'impianto risulta di L. 5.300.000, pari a 171 L/mc:

- 1) Aerotermini L. 2.000.000 (= 65 L/mc)
- 2) Rete tubi e valvolame L. 3.300.000 (= 106 L/mc)
- Totale** L. 5.300.000 (= 171 L/mc)

Costo esercizio invernale L. 3.300.000 (= 106,5 L/mc)

Costo gestionale L. 3.830.000 (= 123,6 L/mc)



5-34-1 ÷ 4

OFFICINA MECCANICA (Costi: Riepilogo in milioni di L.)

Volume: 31.000 mc
Superficie: 4.320 mq
Perimetro: 264 m
Altezza sotto catena: 6 m
Copertura: Shed
Rapporto volume/superficie esterna: 3,7 mc/mq
Rapporto superficie/perimetro: 1,64 mq/m

Tipo di impianto	5-34-1 Aerotermini singoli (carico termico = 10 kcal/mc × h) (Ric = 1,5 V/h)	5-34-2 Gruppi aerotermini (carico termico = 10 kcal/mc × h) (Ric = 2 V/h)	5-34-3 Gruppi aerotermini con lunghe canalizzazioni (carico termico = 10 ÷ 20 kcal/mc × h) (Ric = 3 V/h)	5-34-4 Impianto centrale di acclimazione con raffreddamento ad acqua freatica (carico termico = 20 ÷ 30 kcal/mc × h) (Ric = 4 V/h)
— Aerotermini	2	2,9	—	—
— Gruppi aerotermini	—	—	4	—
— Condizionatore centrale	—	—	—	7
— Rete tubi e valvolame	3,3	2,6	1,9	—
— Canali e bocchette	—	—	5	7,1
— Pozzo, pompa e tubazioni	—	—	—	2,4
Costo totale impianti	5,3	5,5	10,9	16,5
— Costo esercizio invernale	3,3	3,3	3,5	2,5
— Costo esercizio estivo	—	—	0,33	0,62
— Costo esercizio annuo	—	—	3,83	3,12
— Costo gestionale annuo	3,83	3,85	4,92	4,77

5-34-2 Impianto a gruppi aerotermini a bocca libera (per carico termico specifico complessivo non superiore alle 10 kcal/mc × h e per 2 ricambi Vol. ambiente/h).

I gruppi, ubicati a pavimento, sono del tipo con carrozzeria esterna metallica, filtro, batteria in rame, elettroventilatore centrifugo, plenum di distribuzione, presa d'aria esterna con serranda.

Il costo dell'impianto risulta di L. 5.500.000 pari a 177,50 L/mc.

- 1) Gruppi aerotermini L. 2.900.000 (= 93,5 L/mc)
- 2) Rete tubi e valvolame L. 2.600.000 (= 84 L/mc)
- Totale** L. 5.500.000 (= 177,5 L/mc)

Costo esercizio invernale L. 3.300.000 (= 106,5 L/mc)

Costo gestionale L. 3.850.000 (= 124,2 L/mc)

5-34-3 Impianto a gruppi aerotermini a lunghe canalizzazioni (per carico termico specifico complessivo compreso fra 10 e 20 kcal/mc × h e per 3 ricambi Vol. ambiente/h) - Senza raffreddamento.

L'impianto è costituito da 5 gruppi montati sopra catena sulla linea mediana del fabbricato con possibilità di presa aria esterna e

di aria ambiente in proporzioni variabili a piacere.

Ciascun gruppo alimenta due canali (passo 6 m) ricavati sotto le converse degli Shed. Le bocchette di mandata aria sono distribuite con passo di 6 m.

Le batterie riscaldanti sono in rame.

Il costo dell'impianto risulta di 10.900.000 pari a 352,5 L/mc.

- 1) Gruppi aerotermini L. 4.000.000 (= 129 L/mc)
- 2) Canali e bocchette L. 5.000.000 (= 162 L/mc)
- 3) Rete tubi e valvolame L. 1.900.000 (= 61,5 L/mc)
- Totale** L. 10.900.000 (= 352,5 L/mc)

Costo esercizio invernale L. 3.500.000 (= 113 L/mc)

Costo esercizio estivo (solo ventilazione) L. 330.000 (= 10,7 L/mc)

Costo esercizio annuo L. 3.830.000 (= 123,7 L/mc)

Costo gestionale annuo L. 4.920.000 (= 159 L/mc)

N.B. In estate si prevede un funzionamento a semplice ventilazione per 1.200 ore.

In inverno il maggior consumo di calore per l'aumentato ricambio è praticamente compensato dal maggior calore endogeno.

5-34-4 Impianto a centrale di acclimazione e distribuzione centralizzata (per carico termico specifico complessivo compreso fra 20 e 30 kcal/mc × h e 4 ricambi ambiente/h). Con raffreddamento ad acqua freatica (a 15°C), in ragione di 0,5 kg/mc di aria ventilata.

L'acqua freatica è erogata da elettropompa sommersa in pozzo trivellato (profondità 40 m) con portata pari a 60 ÷ 80 mc/h.

Il condizionatore, proporzionato per 4 Volumi/ora, è in muratura (rivestita in lamiera nella zona di raffreddamento) con portelli di accesso e controllo, ed è corredato di: presa aria esterna e ambiente con serrande, elettroventilatori centrifughi, separatori di gocce, gruppo di lavaggio e raffreddamento ad acqua freatica polverizzata, elettropompa di scarico acqua, batteria di riscaldamento in rame, automatismi vari di regolazione e di sicurezza (opere murarie incluse).

Un canale dorsale in lamiera zincata, coibentata e impermeabilizzata, si deriva dal condizionatore e alimenta i canali secondari, ubicati sotto conversa con passo 6 metri. Bocchette di immissione pure con passo 6 m.

Il costo dell'impianto risulta di L. 16.500.000 pari a 532,5 L/mc.

- 1) Condizionatore centrale L. 7.000.000 (= 226 L/mc)
- 2) Canali e bocchette L. 7.100.000 (= 229 L/mc)
- 3) Pozzo, pompa e tubazione L. 2.400.000 (= 77,5 L/mc)
- Totale** L. 16.500.000 (= 532,5 L/mc)

Per il costo di esercizio invernale si tiene conto del preriscaldamento dell'aria di ricambio a mezzo dell'acqua freatica.

Nell'estate si tiene conto di un funzionamento pari a 1.200 ore.

- Costo esercizio invernale L. 2.500.000 (= 80,5 L/mc)
- Costo esercizio estivo L. 620.000 (= 20 L/mc)
- Totale** L. 3.120.000 (= 100,5 L/mc)

Costo gestionale annuo L. 4.770.000 (= 153,75 L/mc)

Aurelio Vaccaneo

REGOLAMENTAZIONE TECNICA

NUOVE UNIFICAZIONI (pubblicate dal 1° gennaio al 31 marzo 1962)

C.D. 621.13 — *Locomotive a vapore.*

UNI 0555: Locomotive a vapore, a stantuffo, con trasmissione a bielle - Termini e definizioni (fascicolo unico di 52 tabelle).

C.D. 621.643 — *Tubazioni.*

UNI 4881: Tubi di gomma per condutture pneumatiche fisse di rotabili ferroviari e tranviari (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4882: Tubi di gomma ad elevata resistenza alla tensione elettrica superficiale per condutture pneumatiche fisse di rotabili ferroviari e tranviari (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4883: Tubi di gomma per la protezione dei cavi elettrici di rotabili ferroviari e tranviari (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4884: Tubo di gomma per lavaggio a caldo di caldaie di locomotive a vapore (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4918: Elastomeri: Prodotti finiti - Tubi flessibili per impieghi generali - Diametri interni - Con UNI 4919 sostituisce UNI 2497.

UNI 4919: Elastomeri: Prodotti finiti - Tubi flessibili per impieghi generali - Pressioni di esercizio - Con UNI 4918 sostituisce UNI 2497.

UNI 4920: Elastomeri: Prodotti finiti - Guarnizioni ad anello a sezione circolare di gomma naturale per tubazioni di amianto-cemento per condotte di acqua potabile (fascicolo unico di 4 tabelle).

C.D. 621.791 — *Saldature.*

UNI 11001: Codice di pratica per la preparazione dei lembi nella saldatura per fusione di strutture di acciaio (fascicolo unico di 22 tabelle).

C.D. 621.822.7/8 — *Cuscinetti volventi a sfere.*

UNI 4505: Cuscinetti volventi radiali e radiali-obliqui - Tolleranze e procedimenti di verifica - Sostituisce UNI 654 (fascicolo unico di 11 tabelle).

UNI 4506: Cuscinetti volventi assiali a sfere - Tolleranze e procedimenti di verifica - Sostituisce UNI 658 (fascicolo unico di 3 tabelle).

C.D. 621.85 — *Trasmissioni.*

UNI 4921: Cinghie piatte di trasmissione e relative pulegge - Larghezze e tolleranze.

UNI 4922: Pulegge per cinghie piatte di trasmissione - Diametri e tolleranze.

UNI 4923: Pulegge per cinghie piatte di trasmissione - Bombature e frecce (fascicolo unico di 2 tabelle).

UNI 4924: Cinghie piatte di trasmissione ad anello - Lunghezze e tolleranze.

C.D. 621.9:001.4 — *Macchine, utensili - terminologia.*

UNI 4879: Alesatrice fresatrice universale - Nomenclatura (fascicolo unico di 4 tabelle).

UNI 4880: Tornio a torretta - Nomenclatura (fascicolo unico di 4 tabelle).

C.D. 625.282-843.6 — *Materiale rotabile ferroviario - Mezzi di trazione.*

UNI 4970: Locomotive diesel non a carrelli per servizio aziendale di ferrovie pubbliche e private a scartamento ordinario - Tipi e caratteristiche principali.

C.D. 625.923 — *Funicolari - Teleferiche.*

UNI 4900: Sostegni semplici di linea per teleferiche bifuni - Rulli guidafune con anello e bussola ricambiabili (fascicolo unico di 2 tabelle).

C.D. 658.562.012.7 — *Metodi statistici per il controllo delle qualità.*

UNI 4842: Metodi statistici per il controllo della qualità - Procedimento di collaudo statistico per attributi (mediante campionamento semplice e doppio) (fascicolo unico di 15 tabelle).

UNI 4843: Metodi statistici per il controllo della qualità - Impiego dei numeri casualizzati (fascicolo unico di 6 tabelle).

C.D. 666.76 — *Prodotti refrattari.*

UNI 4971: Macinati refrattari silico-alluminosi per forni di locomotive a vapore - Qualità e prove (fascicolo unico di 2 tabelle).

C.D. 669.492 — *Metallurgia delle polveri.*

UNI 4885: Metallurgia delle polveri - Campionamento delle polveri.

UNI 4886: Metallurgia delle polveri - Classificazione allo staccio delle polveri.

UNI 4887: Metallurgia delle polveri - Determinazione del tempo di scorrimento delle polveri.

UNI 4888: Metallurgia delle polveri - Determinazione della densità apparente delle polveri.

UNI 4889: Metallurgia delle polveri - Prova di durezza Rockwell dei metalli duri.

UNI 4890: Metallurgia delle polveri - Prova di resistenza a flessione dei metalli duri.

C.D. 669.1:620.18 — *Esami micro e macroscopico dei materiali ferrosi.*

UNI 4839: Misurazione della profondità di decarburazione superficiale negli acciai al carbonio - Metodo microscopico (fascicolo unico di 8 tabelle).

C.D. 669.14.018 — *Acciai secondo le loro proprietà.*

UNI 4838: Acciai al carbonio per lavorazioni meccaniche ad alta velocità - Qualità, prescrizioni e prove - Sostituisce UNI S 114 (fascicolo unico di 2 tabelle).

C.D. 669.3 — *Rame - Ottone - Bronzo.*

UNI 4891: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 60 % e Zn 40 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4892: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 63 % e Zn 37 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4893: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 65 % e Zn 35 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4894: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 67 % e Zn 33 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4895: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 70 % e Zn 30 % (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4896: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 72 % e Zn 28 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4897: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 80 % e Zn 20 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4898: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 85 % e Zn 15 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

UNI 4899: Leghe di rame da lavorazione plastica - Ottone binario con Cu 90 % e Zn 10 % - Sostituisce parzialmente UNI 2012 (fascicolo unico di 3 tabelle).

C.D. 678.01 — *Elastomeri.*

UNI 4901: Elastomeri: Materie prime - Lattice naturale - Campionamento (fascicolo unico di 2 tabelle).

UNI 4902: Elastomeri: Materie prime - Lattice naturale - Determinazione della stabilità meccanica (fascicolo unico di 2 tabelle).

UNI 4903: Elastomeri: Materie prime - Lattice naturale - Determinazione del contenuto di solidi totali.

UNI 4904: Elastomeri: Materie prime - Lattice naturale - Determinazione dell'alcalinità.

UNI 4905: Elastomeri: Prove su vulcanizzati - Atmosfere e condizionamenti normali (fascicolo unico di 2 tabelle).

Direttore responsabile: **AUGUSTO CAVALLARI-MURAT**

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

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - TORINO